



Ziel der Arbeitsgruppe:

- Erkennen, Quantifizieren und Bewerten von Bodenbelastungen im Raum Innsbruck mit dem Schwerpunkt auf landwirtschaftlich intensiv genutzten Böden.
- Bewertung des daraus resultierenden Risikopotentials für andere Schutzgüter (z.B. Grundwasser).
- Information der Landwirte über die Ergebnisse, Beratung hinsichtlich Verbesserungsmöglichkeiten.

Zusammensetzung der Arbeitsgruppe

Dr. D. Stöhr, Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstdirektion
DI G. Moosmann, Amt der Tiroler Landesregierung,
Gruppe Agrartechnik und Agrarförderung
DI Ch. Partl, Amt der Tiroler Landesregierung,
Abt. Landwirtschaftliches Schulwesen

Der Bericht wurde verfasst von:

Dr. D. Stöhr, Amt der Tiroler Landesregierung, Landesforstdirektion

INHALT

1	GRUNDLAGEN	11
2	BODENTYPEN	11
3	BODENEIGENSCHAFTEN	12
3.1	PH-WERTE	12
3.2	SCHWERMETALLGEHALTE	12
4	DAS BODENUNTERSUCHUNGSPROGRAMM 1998	14
4.1	PROBLEMSTELLUNG	14
4.2	ZIELE DES TEILPROJEKTES	14
4.3	METHODIK	14
4.4	PROBENAHME	14
4.5	ANALYSENRAHMEN LT. RICHTLINIEN F. BODENZUSTANDSINVENTUREN	15
4.6	ERGEBNISSE	15
4.6.1	PHYSIKALISCHE KENNWERTE	15
4.6.2	CHEMISCHE KENNWERTE	15
4.6.3	ORGANISCHE SCHADSTOFFE	19
4.6.4	MIKROBIOLOGIE	23
4.7	ZUSAMMENFASSUNG	24
5	OFFENE FRAGEN	26
5.1	BODENKARTIERUNG	26
5.2	QUANTITATIVER BODENSCHUTZ	26
5.2.1	ENTWICKLUNG DER BODENVERLUSTE	26
5.2.2	BODENVERSIEGELUNG	26
5.2.3	“GENERELLER VERSICKERUNGSPLAN FÜR DAS STADTGEBIET VON INNSBRUCK“	27
5.3	WEITERE PROBLEMFELDER	27

Beurteilungsraum: Stadtgemeinde Innsbruck und Umlandgemeinden

1. GRUNDLAGEN

Als Boden bezeichnet man jenen Teil der obersten belebten Erdkruste, der nach unten durch festes oder lockeres Gestein, nach oben durch eine Vegetationsdecke bzw. die Atmosphäre begrenzt wird (Scheffer u. Schachtschabel, 1989).

Böden können als ein zentrales Umweltmedium angesehen werden, da sie an der Nahtstelle zwischen Litho-, Hydro-, Atmo- und Biosphäre an jedem dieser Subsysteme teilhaben und dennoch ein deutlich abgegrenztes eigenes System mit unverwechselbaren Eigenschaften bilden.

Für den Menschen ist der Boden Träger seines Lebensraumes, Produktionsgrundlage der Land- und Forstwirtschaft und Rohstoffquelle. Menschliche Aktivitäten haben jedoch auch ihrerseits Auswirkungen auf den Boden. Boden wird überbaut ("Versiegelung"), entnommen und umgelagert ("Bodenverluste"). Als Folge intensiver Bewirtschaftung wird der Boden durch Wind und Wasser verstärkt abgetragen ("Bodenerosion") oder verdichtet ("Gefügeschäden"). Außerdem fungiert der Boden als Senke für anthropogene Emissionen ("Schadstoffe").

Der Boden stellt einen ausgleichenden Puffer für viele Schadstoffe dar, dadurch wird das Grundwasser vor Beeinträchtigungen geschützt, durch die Speicherung von Niederschlagswasser wird die erodierende Wirkung gemildert und Hochwasserspitzen gedämpft. Die Sorptionskraft des Bodens bewahrt Nähr- und Schadstoffe vor der Auswaschung.

Die Kenntnis des qualitativen Bodenzustandes, der quantitativen Entwicklung des Bodenverbrauches und der Bodenversiegelung sind daher zentrale Größen zur Beurteilung der Umweltsituation eines Raumes. (Blum, 1989).

2. BODENTYPEN

Als Bodentypen werden Böden gleicher Entstehung, die weitgehend ähnliche bodenphysikalische,

chemische und biologische Eigenschaften haben, bezeichnet. Die flächige Kartierung der landwirtschaftlichen Böden in der Umgebung von Innsbruck wurde der Österreichischen Bodenkartierung 1980 und 1985 entnommen.

Im Talbereich des Inntales dominieren Auböden aus jungem, überwiegend kalkhaltigem Schwemmmaterial. Je nach Entfernung vom Inn und Überschwemmungshäufigkeit haben sich unterschiedlich gereifte Böden entwickelt. In Flußnähe finden sich junge, seicht-mittelgründige Graue Auböden. Die Böden sind sehr produktiv und werden meist für Gemüsebau und Anbau von Futtermitteln genutzt. Im Bereich ehemaliger Altarme des Inns haben sich tiefgründige, vergleyte, feuchte Graue Auböden gebildet, die oft als Dauergrünland genutzt werden (Grundwasserstau bis zur Bodenoberfläche). Durch die Absenkung der Grundwasserstände im Zuge der Innregulierung haben sich die Produktionsbedingungen auf vielen ehemals feuchten Standorten verbessert. Braune Auböden auf schweren Sedimenten treten vor allem im Gemeindegebiet von Rum und Thaur auf. Ein Großteil dieser Standorte wurde wahrscheinlich erst relativ spät (nach der Innregulierung) ackerbaulich genutzt.

Die Schwemmfächer, die von der Nordkette her in den Talraum vorstoßen, sind aus karbonathaltigen Schottern aufgebaut. Am Außensaum werden die Schwemmkegel durch einen steilen Erosionsrand begrenzt. Hier finden sich magere, trockene Rendsinen mit Trocken-/Halbtrockenrasen und thermophilen Eichenwäldern. Auch in unmittelbarer Bachnähe und auf jungen Murgängen finden sich derartige Böden. Der Großteil der Böden der Schwemmkegel sind mittel- bis tiefgründige Gebirgsschwarzerden und kolluviale Braunerden. Auf diesen Böden wird seit dem frühen Mittelalter Ackerbau betrieben. In der Randzone der Schwemmfächer finden sich häufig sehr schwere Böden auf Seetonen und feinem Schwemmmaterial (Gleye). Die Schwemmfächer der Bäche aus dem südl. Mittelgebirge werden zumeist von typischen Braunerden bedeckt.

Im Bereich des Innsbrucker Mittelgebirges findet sich ein besonders fein ziseliertes Bodenmosaik mit kleinstflächig wechselnden Bodentypen. Ursache dieser Vielfalt sind die vielfältigen fluvioglazialen Sedimente die hier abgelagert wurden. Tonige Feinsedimente, Moränenablagerungen und schottrige Terrassensedimente sind an der Bodenbildung beteiligt. Dort wo Kalkschotter bodenbildend sind, finden sich kalkhaltige Lockersediment-Braunerden, in ebener Lage kommen im Raum Ampaß auf feinen Terrassensedimenten auch kalkfreie Lockersediment-Braunerden vor.

Auf den Steilhängen der Trockentäler findet man alle Übergänge von Rendsinen zu kalkfreien Lockersediment-Braunerden. Die Wasserversorgung ist dabei je nach Exposition recht unterschiedlich (trocken-feucht). Die Unterhänge und Talsohlen der Trockentäler werden zumeist von feuchten, unterschiedlich stark vergleyten Braunerden gebildet. Kleinflächig kommen auch hier Braune Auböden vor.

Bei Quellaustritten, Naßgallen und im Bereich der Muldenkerne gibt es alle Übergänge von Gleyen zu Anmooren. Diese Bereiche sind durch Rutschungen und Hanganrisse gekennzeichnet. Ranker kommen eher kleinflächig auf schottrigem Moränenmaterial (z.B.: Drumlins) vor.

Im Bereich der Unterhänge des Patscherkofels dominieren auf Quarzphyllit und dessen Hangschutt landwirtschaftlich genutzte kalkfreie Felsbraunerden vor. Unter Wald ergeben sich hier mit zunehmender Seehöhe alle Übergänge von Felsbraunerden über podsoloige Braunerden und Semipodsolen bis zu extrem sauren Podsolen mit mächtigen Rohhumusdecken und einer von Zwergsträuchern dominierten Bodenvegetation.

Die Böden im bewaldeten Bereich der Nordkette, oberhalb der Hungerburgterrasse sind zumeist Rendsinen, die je nach Mergelanteil im Ausgangsmaterial in unterschiedlichem Ausmaß braunlehmbeeinflusst sind.

3. BODENEIGENSCHAFTEN

3.1 pH-Werte

Die Böden im landwirtschaftlichen Intensivgebiet rund um Innsbruck zeigen durchwegs eine gute Basenversorgung, die pH-Werte liegen zumeist im Neutralbereich. Auch die Waldböden der Nordkette sind auf Grund des karbonatischen Untergrunds ausgezeichnet mit Basen versorgt.

Auf der Mittelgebirgsterrasse südlich von Innsbruck treten auch unter Grünland schwach saure Verhältnisse auf, die Waldböden sind hier bereits deutlicher versauert, stark saure Verhältnisse finden sich im Berggebiet des Patscherkofels unter Wald.

3.2 Schwermetallgehalte

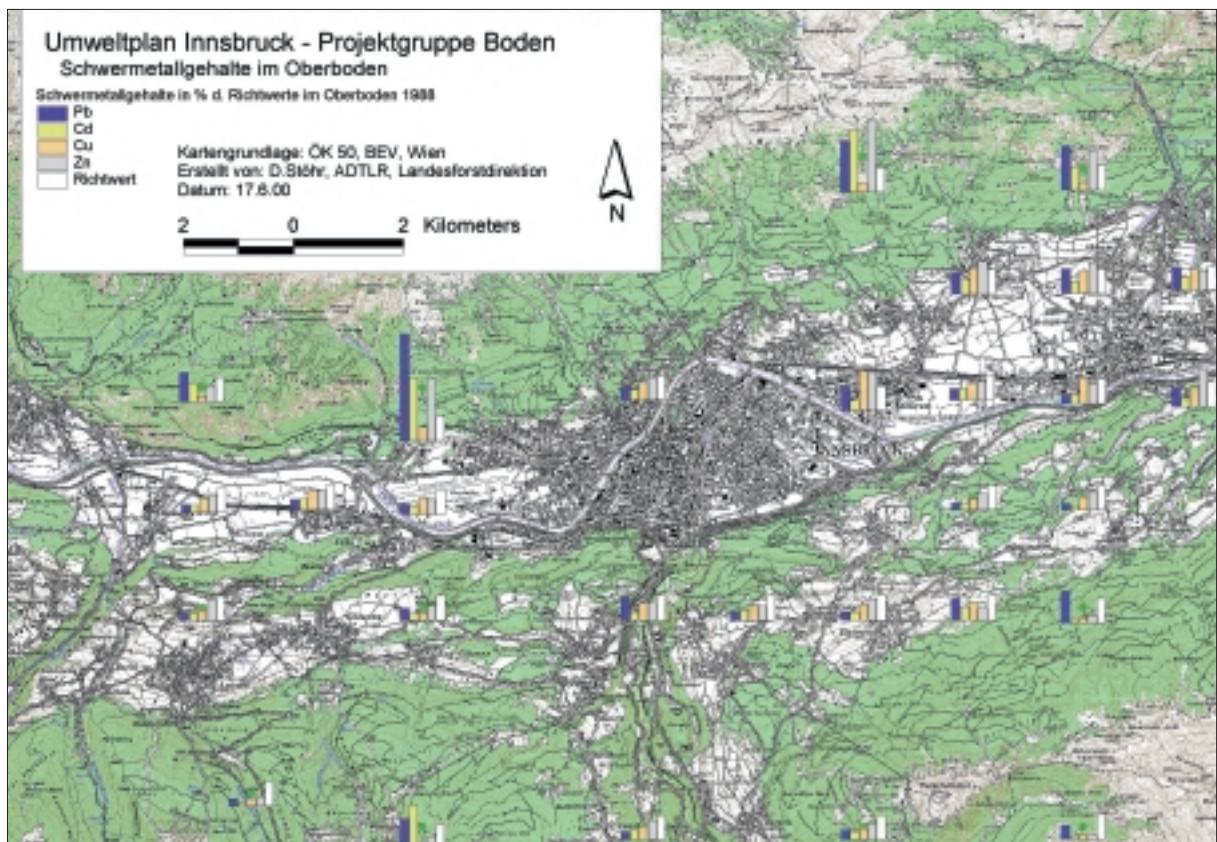
Die Bodenzustandsinventuren des Landes aus den Jahren 1988 und 1994 geben einen guten Überblick der Schwermetallgehalte der Böden im Raum Innsbruck.

Als Beurteilungsgrundlage werden die Nutzungs- und schutzgutbezogenen Orientierungswerte nach EIKMANN, KLOKE, 1993 herangezogen. Die Einhaltung des Bodenwertes I garantiert auch bei ungünstigsten Rahmenbedingungen eine multifunktionale Flächennutzung.

Bodenwerte I nach EIKMANN-KLOKE, 1993

Element	Pb	Cd	Cu	Zn	Ni	Cr	Hg	As
BW I [mg/kg]	100	1	50	150	40	50	0,5	20

Im Bereich der Auböden des Inn, der fluvioglazialen Sedimente des "Innsbrucker Mittelgebirges" und der Böden auf Kristallin südlich des Inn treten in der Regel keine erhöhten Schwermetallgehalte auf. Ausnahmen sind ein erhöhter Arsen Wert östl. von Sistrans und ein geringfügig erhöhter Bleiwert im Wald unterhalb der Rinner Alm. Die gleichzeitig niedrigen pH-Werte lassen auf dem letztgenannten Punkt eine hohe Pb-Mobilität vermuten. Auffällig erhöht erscheinen dagegen einige Punkte im Bereich der Nordkette (Rauschbrunnen, westl. Thaurer Alm, Absamer Vorberg). Blei, Cadmium und Zink überschreiten hier den Richtwert. Auf Grund der hohen pH-Werte und Humusgehalte der Böden in diesem Bereich ist aber nicht mit einer Mobilisierung der im Boden gespeicherten Schwermetalle zu rechnen. Ein Transfer in die Nahrungskette (Trinkwasser, lw. Produkte) ist daher nicht zu erwarten.



Als Ursachen für die erhöhten Schwermetallgehalte im Bereich der Nordkette kommen einerseits Vererzungen, die im Hangschutt und in Schwemmkegeln über größere Flächen verbreitet werden und Immissionen aus dem Stadtraum von Innsbruck selbst in Frage.

4. DAS BODENUNTERSUCHUNGSPROGRAMM 1998

4.1 Problemstellung

Rund um Innsbruck erstreckt sich ein landwirtschaftlich intensiv genutztes Gebiet, aus dem ein wesentlicher Teil der Versorgung der Innsbrucker Bevölkerung mit Gemüse und anderen landwirtschaftlichen Produkten erfolgt. Die Intensität des Gemüsebaus in diesem Raum mit frühzeitigem Beginn der Anbausaison unter Folien bereits im Februar und März und oftmaligen Ernten innerhalb einer Saison, bedingt den intensiven Einsatz von Mineraldüngern und Pflanzenschutzmitteln. Die erntebedingt häufig fehlende Vegetationsbedeckung des Bodens begünstigt den Austrag von mobilen Stickstoffverbindungen ins Grundwasser. Im Nahbereich der landwirtschaftlich genutzten Flächen befinden sich auch bestehende oder geplante Trinkwasserbrunnen der Gde. Innsbruck (IKB AG), die wiederholt Nitrat- und Pestizidgehalte aufwiesen, die für Tiroler Verhältnisse als auffällig erhöht bezeichnet werden müssen, wenn auch Überschreitungen der Grenzwerte (Atrazin) nur vereinzelt auftraten (D.I. Ploner, IKB AG mündl. Mitteilung). Dies wird als Indiz gewertet, daß der Boden in einigen Bereichen der Stadtgemeinde Ibk, bzw. in deren Umgebung seine Filterfunktion für Schadstoffe nur noch unzureichend erfüllt.

Das landwirtschaftliche Intensivgebiet umfaßt nicht nur Flächen der Gemeinde Innsbruck, sondern erstreckt sich auch auf Umlandgemeinden (Kematen, Thaur, Rum, Arzl). Die Auswirkungen (Grundwasser, Qualität der Lebensmittel) betreffen Innsbruck bzw. dessen Bevölkerung. Eine Bearbeitung dieses Aspektes ist daher nur unter Einbeziehung der Nachbargemeinden möglich.

4.2 Ziele des Teilprojektes

- Quantifizierung und Bewertung der Problemfelder: Mobile Stickstoffvektionen in den Böden (N_{min}), Verursacher; Pflanzenschutzmittelrückstände in Böden, Verursacher
- Identifikation von Flächen die in dieser Hinsicht hohe Belastungen aufweisen und von denen Gefährdungen anderer Schutzgüter (Grundwasser) ausgehen.

4.3 Methodik

Stichprobenuntersuchungen repräsentativer Böden (hinsichtlich Nutzungsart, Bodentyp etc.), verdichtet im Einzugsbereich "auffälliger" Grundwassermeßstellen.

Die Auswahl der Probenahmestandorte erfolgte in Zusammenarbeit mit der LLWK und der Abt. für landwirtschaftliches Schulwesen im AdTLR.

4.4 Probenahme

Im November 1998 wurden 30 Probenahmestandorte mit je 2 Tiefenstufen (wo möglich) beprobt. Die Entnahme der Proben erfolgte tiefenstufenweise mittels gehärteter Edelstahlbohrkerngeräte mit einem Bohrkronendurchmesser von 70 mm.

Tiefenstufe 1: Acker 0-20 cm (Oberboden), Dauergrünland 0-10 cm (Oberboden); Tiefenstufe 2: Acker, Dauergrünland 30-50 cm (Unterboden); 3 Einzelproben werden tiefenstufenweise zu Mischproben vereint. Für die bodenphysikalischen Messungen wurden je eine Stechzylinderprobe aus den Tiefenstufen entnommen. Die Proben werden nach der Probenahme gekühlt, und binnen einem Monat, bei mikrobiolog. Untersuchungen binnen 24 h an das Labor geliefert.

4.5 Analysenrahmen laut Richtlinien für Bodenzustandsinventuren (Blum, 1996)

Physikalische Kennwerte:

Körnung, Rohdichte trocken, Wasserdurchlässigkeit, Porengrößenverteilung (40 Proben)

Chemische Kennwerte

pH-Wert, Gesamt-C, org C, Karbonatgehalt, Gesamt N, N-min (NO₃, NH₄), P CAL (58 Proben)

Organische Schadstoffe:

Standardprogramm Atrazin, Desethylatrazin, Desisopropylatrazin, Terbutylazin, Prometryn, Terbutryn; (58 Proben);

Detaillierte Untersuchungen: Cyanazin, Propazin, Simazin, Sebuthylazin, Alachlor, Metoalachlor, a-HCH, b-HCH, g-HCH (Lindan), Pentachlorbenzol, Hexachlorbenzol, 2,4,5-Trichlorphenol, 2,4,6-Tetrachlorphenol, Pentachlorphenol, Quintozen, Heptachlor, Heptachlorepoxyd, cis, Chlordan, Aldrin, Dieldrin, Endrin, p,p'-DDE, p,p'-DDD, o,p'-DDT, p,p'-DDT. (12 Proben)

Mikrobiologische Untersuchungen:

Mikrobielle Biomasse, Stickstoffmineralisation, Bodenatmung (58 Proben)

4.6 ERGEBNISSE

4.6.1 Physikalische Kennwerte

Die Korngrößenverteilung beeinflusst nicht nur Bodenfruchtbarkeit, Bearbeitbarkeit und den Wasserhaushalt des Bodens. Auch die Verlagerung von organischen und anorganischen Schadstoffen im Boden wird durch die Bodenart maßgeblich beeinflusst. Die untersuchten Böden sind überwiegend als "leicht" einzustufen. Dies trifft vor allem für die relativ jungen Auböden im Bereich Kematen, rund um den Flughafen und zwischen Neu Rum und Hall zu.

Auch die Moränenstandorte zwischen Lans und Igls haben hohe Sand- und nur geringe Tonanteile. Schwerere Böden findet man nur auf den Schwemmkegeln zwischen Rum und Absam, wo toniges Material aus dem Bereich der Nordkette an der Bodenbildung beteiligt ist. Beurteilungsgrundlagen: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, 1996.

Die Beurteilung der Wasserdurchlässigkeit von wassergesättigten Böden zeigt, daß die untersuchten Oberböden im Schnitt geringfügig niedrigere Wasserdurchlässigkeiten aufweisen, als die Unterböden. Der Großteil der untersuchten Böden liegt im Bereich mittlerer bis hoher Wasserdurchlässigkeit. Geringe Durchlässigkeiten kommen nur in Ausnahmefällen vor. Beurteilungsgrundlagen: Arbeitskreis Standortkartierung, 1980

4.6.2 Chemische Kennwerte

Die pH-Werte der untersuchten landwirtschaftlich genutzten Böden lagen durchwegs im neutralen Bereich, nur ein Grünlandstandort im Raum Igls ist in Bezug auf die Basenversorgung als schwach sauer zu charakterisieren.

Der Humusgehalt des Bodens beeinflusst den Wasser- und Nährstoffhaushalt des Bodens entscheidend. Niedrige Humusgehalte in Folge permanenter Biomasseentzüge können zu einem Absinken der Bodenfruchtbarkeit und zu einer Erhöhung der Erosionsanfälligkeit des Bodens führen.

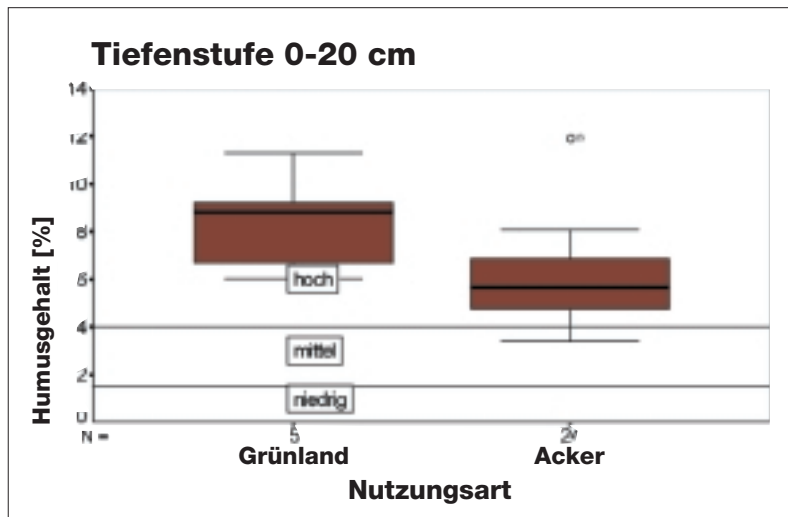


Abb. 1: Humusgehalte in Ober- und Unterböden

Die Humusgehalte der Bodenproben aus der Umgebung von Innsbruck sind zum Großteil als "hoch" und "sehr hoch" einzustufen. Dies deckt sich auch gut mit den Ergebnissen des Tiroler Bodenkatasters (ADTLR, 1988), die der Humusversorgung der landwirtschaftlich genutzten Böden generell ein gutes Zeugnis ausstellen. Bundesamt und Forschungszentrum f. Landwirtschaft, 1996

Die durch die Düngung zugeführten Phosphorüberschüsse werden im Boden als Ca-Phosphat oder sorbiertes Phosphat reversibel gebunden und gehen in den Bodenvorrat ein. Die Löslichkeit ist gering, reicht jedoch auf gut versorgten Standorten für die ausreichende Versorgung der Pflanzen aus. Längerfristig kann man von einer vollen Verfügbarkeit der durch Düngemittel zugeführten Phosphate ausgehen. Die geringe Löslichkeit verhindert aber eine Auswaschung der Phosphate aus dem Wurzelraum. Eine Belastung von Oberflächengewässern kann daher nur durch Erosion von phosphatreichem Bodenmaterial und in geringerem Umfang durch Dränwasser erfolgen. In der Bundesrepublik wird der Landwirtschaft ein Anteil von 40% (30.000 tP/a) an der Eutrophierung der Oberflächengewässer eingeräumt (Köster, 1991)

Die Bestimmung von "pflanzenverfügbarem" Phosphat nach der DL/CAL-Methode gibt generelle Hinweise für das Düngungsniveau im Boden und kann darüber hinaus Risiken für Gewässer im Fall von Bodenerosion benachbarter Böden anzeigen.

Ackerböden in der Umgebung von Innsbruck haben demnach überwiegend hohe bis sehr hohe Phosphatgehalte. Hierin spiegelt sich die intensive Bodennutzung im Gemüsebau rund um Innsbruck sehr deutlich wider. Die wenigen Grünlandböden, die untersucht wurden, haben fast durchwegs niedrige Phosphatgehalte. Beurteilungsgrundlagen: Bundesamt und Forschungszentrum für Landwirtschaft, 1996.

Die Beurteilung der Stickstoffversorgung der Böden ist nicht nur aus der Sicht der Pflanzenernährung, sondern auch unter Beachtung der Umweltverträglichkeit zu betrachten. In der Bundesrepublik beträgt der Anteil der Landwirtschaft an der GesamtN-fracht der Oberflächengewässer 46% (Köster, 1991). Einträge ins Grundwasser und Ammoniakemissionen in die Atmosphäre sind weitere Folgen überhöhter N-Düngung.

Die Stickstoffvorräte von Ackerstandorten liegen üblicherweise zwischen 3.000 - 6.000 kgN/ha. Davon liegen ca. 5% als mineralischer Stickstoff (NO₃ und NH₄) und 95% als organisch gebundener Stickstoff vor.

Der Gesamtstickstoffgehalt der Böden in der Umgebung von Innsbruck ist bei den als Grünland

genutzten Boden auf Grund des höheren Humusgehaltes deutlich höher (im Schnitt 0,4%) als bei den Ackerböden (0,3%). Auch bei der Abschätzung der Stickstoff-Nachlieferung mit Hilfe der Bebrütungsmethode ("Anaerobe Mineralisierung") zeigt sich ein ähnliches Bild.

Unter den humiden Klimaverhältnissen Mitteleuropas sind N-Austräge in Grund- und Oberflächenwasser unabdingbar. Sie betragen bei landwirtschaftlich genutzten Böden bei Ackerland 20-40 kg N/ha*a und bei Grünland nur 5-10 kg N/ha*a. Unter bestimmten Früchten (z.B.: Leguminosen, Gemüse) und überhöhter Düngung können die Austräge auch wesentlich darüber liegen.

Zur Beurteilung der Umweltverträglichkeit des im Boden vorhandenen Stickstoffs können die Vorräte an Nitrat- und Ammoniumstickstoff (Mineralischer Stickstoffvorrat = N_{min}) im Wurzelraum zur Zeit der Grundwasserbildung im Winter herangezogen werden. Eine echte Abschätzung des Nitrataustrages ins Grundwasser bzw. der Nitratkonzentrationen im Grundwasser ist aber auf dieser Basis nicht möglich, da diese von der Rate der Grundwasserneubildung, von der Größe des Grundwassereinzugsgebietes und vielen anderen Faktoren abhängen.

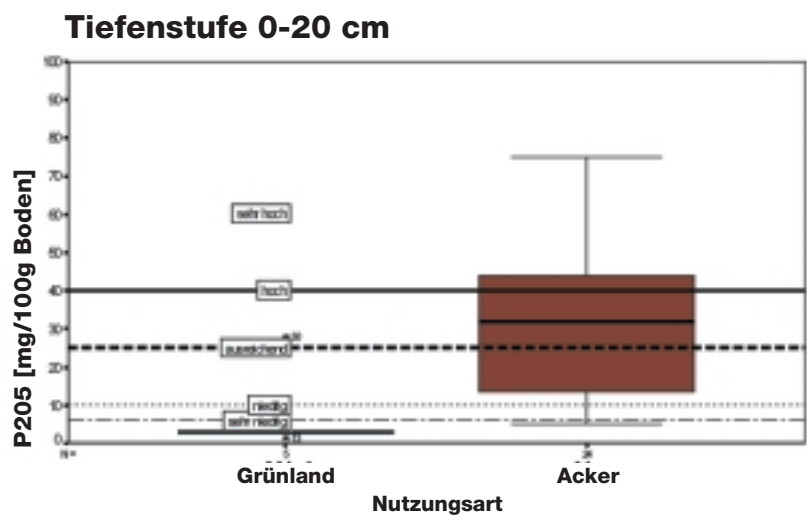


Abb. 2: Phosphatgehalte in Oberböden

Ein Vergleich der Nutzungsarten macht deutlich, daß in einigen Ackerböden nach der Erntezeit noch beträchtliche mineralische Stickstoffmengen vorhanden sind, die über die in der vegetationsfreien Zeit im Winter zu Belastungen des Grundwassers führen können. Die Karte zeigt, dass Böden mit einem hohen Stickstoffverlagerungspotential vor

allem in Kematen, im Bereich rund um den Flughafen und in den Auböden östlich von Neurum vorhanden sind. Die Grünlandböden haben im Vergleich dazu wesentlich niedrigere Nmin-Vorräte, auch ist das Risiko einer Verlagerung auf Grund des auch im Winter geschlossenen Pflanzenbestandes wesentlich geringer einzuschätzen.

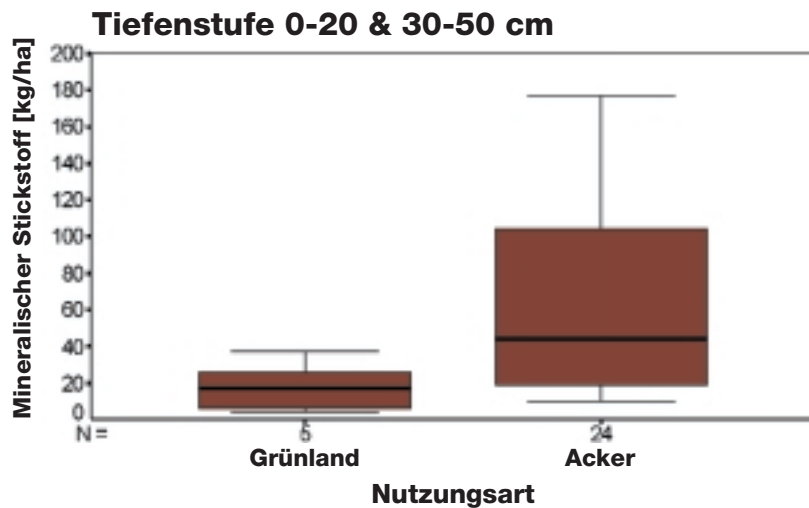
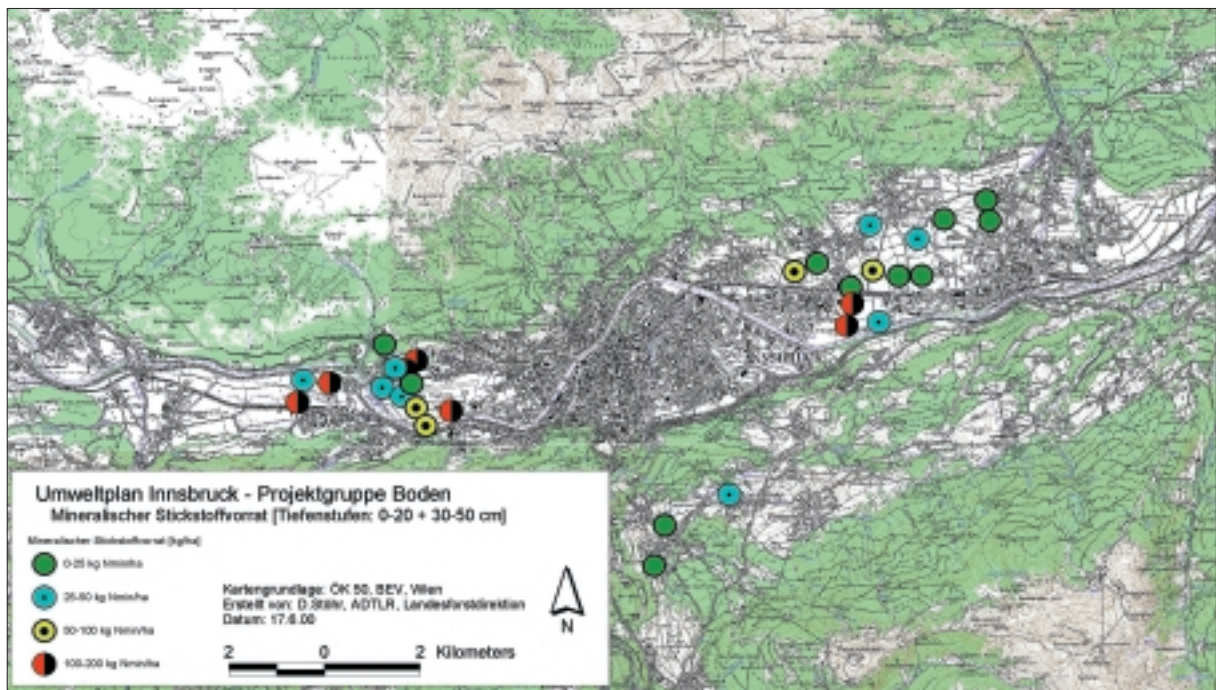


Abb. 3: Mineralischer Stickstoff (NO₃ + NH₄) in Acker- und Grünlandböden



4.6.3 Organische Schadstoffe

Die Verwendung von Pflanzenschutzmitteln ist immer noch eine wichtige Quelle für die Belastung von Böden mit organischen Schadstoffen. Derzeit werden in den Industriestaaten kaum noch persistente org. Verbindungen eingesetzt, während in den Entwicklungsländern immer noch Pflanzenschutzmittel mit langen Halbwertszeiten angewendet werden.

In Österreich existieren dzt. keine gesetzlichen Vorschriften zur Beurteilung von organischen Schadstoffen in Böden. Daher wurden zur Beurteilung der Bodengehalte folgende Grundlagen herangezogen:

(1) Niederländischer Leitfaden zur Bodenbewertung und Bodensanierung

R Referenzwert
I Interventionswert

(2) Baden Württemberg:

Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Sozialministeriums über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen

HB Hintergrundwert Boden
PP Prüfwert Schutzgut Pflanze
PM Prüfwert Schutzgut Mensch

(3) BZI OÖ: Amt der o.Ö. Landesregierung (1993)

Zu Vergleichszwecken wurden diese Richtwerte aus der Literatur den Durchschnitts- bzw. Maximalwerten in Innsbrucker Böden gegenübergestellt (Tabelle 1).

(4) UPI: Umweltplan Innsbruck

B Bestimmungsgrenze

Tabelle 1: Organische Schadstoffe - Vergleich mit Richtwerten

Werte in [µg/kg TS]	(1) R	(1)I	(2) HB	(2)PP	(2)PM	(3)BZI ÖÖ	(4) UPI			
Wirkstoff						Mittel	N	Mittel	Max	B
Triazine										
Atrazin	0,05	6000				14	58	B	2,6	1
Desethylatrazin						B	58	B	1,9	1
Desisopropylatrazin							58	B	2,2	1
Terbutylazin							58	B	9	1
Prometryn							58	B	B	1
Terbutryn							12	B	B	1
Cyanazin							12	B	B	1
Propazin							12	B	2,2	1
Simazine							12	B	B	1
Sebutylazin							12	B	B	1
Anilide										
Alachlor							12	B	B	1
Metoalachlor							12	B	1,8	1
HCH										
a-HCH	0,25					B	12	B	B	0,2
b-HCH	0,1						12	B	B	0,5
g-HCH (Lindan)	5					1,25	12	0,217	0,8	0,2
Summe HCH		2000	0,4	10	15000					
1.1.1 Chlorbenzole										
Pentachlorbenzol	0,25						12	B	B	0,2
Hexachlorbenzol	0,25					4,5	12	0,667	3,7	0,2
Summe Chlorbenzole		30000								
1.1.2 Chlorphenole										
2,4,5-Trichlorphenol	1						12	B	B	10
2,4,6-Trichlorphenol	1						12	B	B	10
Pentachlorphenol	1		0,4	200	9000		12	B	B	10
Summe Chlorphenole		10000					12	B	B	30
Organochlorpestizide										
Quintozen						B	12	B	B	0,5
Heptachlor						B	12	B	B	0,5
Heptachlorepoxyd, cis						0,1	12	B	B	0,5
Chlordan (Summe)	10					B	12	B	B	0,5
Aldrin	0,25						12	B	B	0,5
Dieldrin	0,05					0,1	12	B	B	0,5
Endrin	1						12	B	B	0,5
Summe Aldrin, Dieldrin,	-	4000								
p,p'-DDE	100					2,5	12	5,96	65	0,2
p,p'-DDD	100					0,2	12	9,56	104	0,5
o,p'-DDT						0,3	12	B	B	0,5
p,p'-DDT						3,7	12	10,1	100	0,5
Summe DDT; DDE; DDD		4000								
Pestizide ohne PCP, HCH			30	200						

Triazine:

Der am weitesten verbreitete Vertreter dieser Stoffgruppe ist Atrazin, ein v.a. im Maisanbau häufig verwendetes Herbizid. Die Halbwertszeit von Atrazin im Boden beträgt 60 Tage, dabei trägt die mikrobielle Aktivität am meisten zum Abbau bei, photochemische Prozesse und Ausgasungen aus dem Boden sind dabei nur von geringer Bedeutung (EPA,2000). Durch die häufige Anwendung v.a. in der Vergangenheit wird Atrazin und seine Abbauprodukte auch heute noch sehr häufig in Böden gefunden.

Nach der Trinkwasser-Pestizidverordnung ist seit 1.7.95 ein Grenzwert von 0,1µg Atrazin pro Liter gültig. Die Verwendung von Atrazinen als Totalherbizid ist durch die Pflanzenschutzmittelverordnung seit 1992 verboten, ab dem Jahr 1994 dürfen Atrazinhaltige Pflanzenschutzmittel in Österreich nicht mehr eingesetzt werden. Die meisten Triazine wirken als Photosynthesehemmer, die meist aus dem Boden aufgenommen werden.

Standardprogramm: In landwirtschaftlich genutzten Böden in der Umgebung von Innsbruck wurden großteils nur geringe Gehalte an Triazinen ermittelt, der Großteil der Proben lag im Bereich der Nach-

weisgrenze (<1 µg/kg TS). Der maximal ermittelte Triazingehalt einer Bodenprobe betrug 13,2 µg/kg TS und liegt damit deutlich über den Hintergrundwerten. Im Durchschnitt wurden allerdings etwas niedrigere Werte als bei einer vergleichbaren Studie in Oberösterreich ermittelt (Amt der oö Landesregierung, 1993). Dies dokumentiert den Abbau im Boden seit dem Ausbringungsverbot im Jahr 1994.

Bei den untersuchten Triazinen fallen neben Atrazin, Terbutylazin und Desisoproylatrazin mit vereinzelten Werten oberhalb der Nachweisgrenze auf.

Triazine Spezialprogramm:

Um zu klären, ob auch "seltener" Triazine in den Böden rund um Innsbruck vorkommen, wurden ausgewählte Oberböden auf zusätzliche Verbindungen untersucht. Zusätzlich zu den im Standardprogramm aufgetretenen Verbindungen fällt noch eine Probe mit Vorkommen von Propazin oberhalb der Nachweisgrenze auf. Propazin ist ein selektives Herbizid, das in seiner chemischen Struktur dem Atrazin ähnelt. Die Halbwertszeit in Böden beträgt 135 Tage. Im Unterboden wurden ausschließlich Werte im Bereich der Nachweisgrenze gemessen.

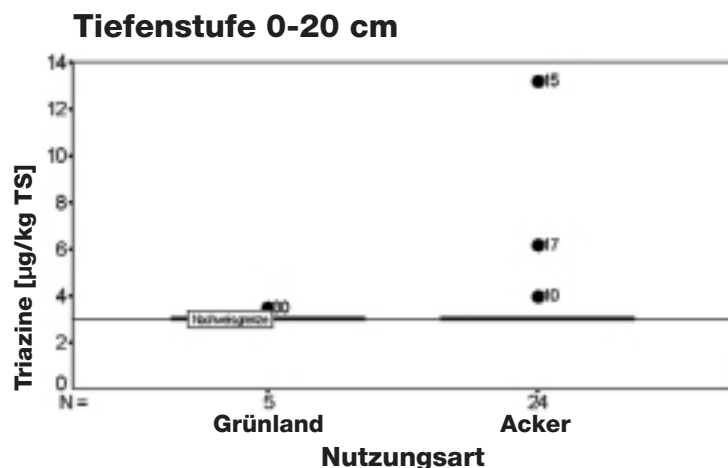


Abb. 4: Triazingehalte in Oberböden (0-20 cm)

Anilide:

Die Herbizide, die zu dieser Gruppe gehören, haben eine eher niedrige Halbwertszeit im Boden, die von 2-3 Wochen (Alachlor) bis 9 Wochen bei Metoalachlor reichen. Beim Abbau im Boden steht der mikrobielle Abbau und die Auswaschung im Vordergrund. Dementsprechend wurde bei der herbstlichen Probenahme bei Alachlor kein Wert oberhalb der Nachweisgrenze, bei Metoalachlor ein Wert geringfügig darüber gefunden.

HCH:

Verbindungen aus der Gruppe der Hexachlorcyclohexane werden als Insektizide verwendet. Von den 5 Isomeren hat nur g-HCH (Lindan) insektizide Eigenschaften. In Österreich wird Lindan nicht mehr eingesetzt, da die Zulassungen für Lindanhaltige Pflanzenschutzmittel in der Pflanzenschutzmittel - Wirkstoffverordnung des Pflanzenschutzmittelgesetzes erloschen sind.

Da Lindan im Boden mit einer Halbwertszeit von 400 Tagen als relativ persistent eingestuft wird, konnten vereinzelt immer noch Lindangehalte oberhalb der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden. Im Vergleich zu den Lindangehalten, die bei einer ähnlichen Untersuchung in Oberösterreich ermittelt worden sind (Amt der oö Landesregierung, 1993), sind die Bodengehalte rund um Innsbruck eher niedriger. Dies ist als möglicher Hinweis auf einen allmählichen Abbau von Lindan im Boden zu sehen.

Chlorbenzole:

Hexachlorbenzol ist die am weitesten verbreitete Verbindung dieser Gruppe. HCB ist in zahlreichen Pestiziden und Fungiziden enthalten und entsteht auch als Neben- und Abfallprodukt bei der Produktion halogener Kohlenwasserstoffe und best. Triazine. Auch in Holzschutzmitteln und div. industriell hergestellten organischen Verbindungen findet sich HCB.

HCB ist eine sehr persistente Verbindung in der Umwelt. Die Halbwertszeit im Boden beträgt mehrere Jahre. Auf Grund der langen Halbwertszeit wurden auch sehr häufig Anreicherungen in der Nahrungskette festgestellt. Es ist daher nicht weiter überraschend, daß in einigen Bodenproben Gehalte an HCB festgestellt wurden, die etwas oberhalb der Referenzwerte lagen. Die Durchschnitts- und die Maximalgehalte lagen aber deutlich unter den Werten des Oberösterreichischen Bodenkatasters.

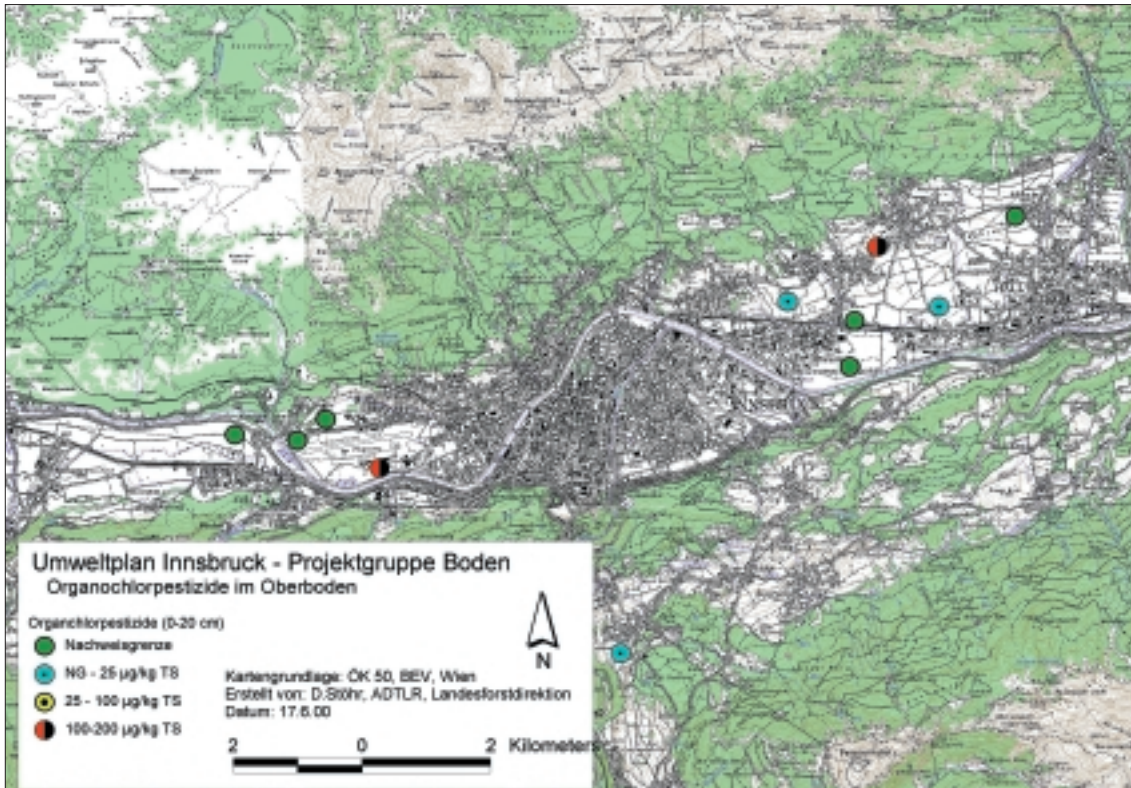
Organochlorpestizide

gehörten lange Zeit weltweit zu den am häufigsten eingesetzten Pestiziden.

DDT und dessen Abbauprodukte zählen zu den bekanntesten Vertretern dieser Stoffgruppe. Obwohl die Verwendung von DDT in den USA bereits im Jahre 1972 verboten wurde, findet man auch heute noch überall Spuren von DDT und dessen Abbauprodukte DDE und DDD. Der Grund hierfür ist die Persistenz dieser Verbindungen und die immer noch andauernde Verwendung von DDT in Entwicklungsländern, von wo DDT über die Atmosphäre weltweit verbreitet wird.

Die Karte zeigt die beiden Punkte südlich des Flughafens und zwischen Rum und Thaur, wo etwas erhöhte Werte an Organochlorpestiziden gefunden wurden. Diese beiden hohen Werte sind auch dafür verantwortlich, daß die Mittelwerte bei dieser Schadstoffgruppe über den in Oberösterreich ermittelten Bodengehalten liegen (Amt der oö Landesregierung, 1993).

Alle übrigen untersuchten Verbindungen konnten in den Böden rund um Innsbruck nicht in Gehalten oberhalb der Bestimmungsgrenzen nachgewiesen werden.



4.6.4 Mikrobiologie

Bodenatmung: Die Bodenatmung resultiert aus dem Abbau von organischer Substanz und setzt sich aus zahlreichen Einzelaktivitäten zusammen, wobei die Kohlendioxidbildung die Endstufe der C-Mineralisierung ist. Unter ungestörten Bedingungen stellt sich im Boden ein ökologisches Gleichgewicht zwischen den Mikroorganismen und deren Tätigkeit ein. Bei einer Störung des Gleichgewichtes (z.B.: Substratzufuhr) kann sich die Bodenatmung auf Grund einer Änderung der Mineralisierungstätigkeit verändern. Die CO₂ Freisetzung eines

Bodens ist daher ein Maß für die bodenbiologische Aktivität in ihrer Gesamtheit.

Bei den untersuchten Oberböden ergaben sich deutliche Unterschiede zwischen Grünland- und Ackerböden. Die biologische Aktivität der Ackerböden war signifikant niedriger als jene der als Dauergrünland bewirtschafteten Böden. Die geringeren Humusgehalte und der verstärkte Einsatz von Herbiziden sind mögliche Ursachen für die Beeinträchtigung der Mikroorganismen-tätigkeit in den untersuchten Ackerböden.

Methodik:

Isermeyer 1952, modifiziert von Jäggi, (1976)

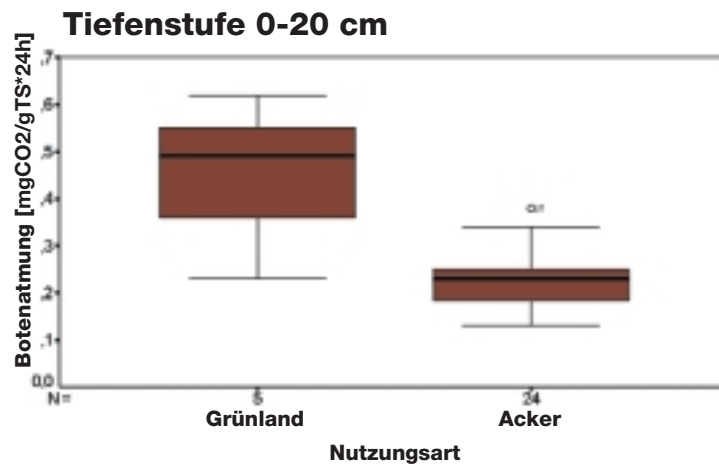


Abb. 5: Bodenatmung in Oberböden unterschiedlicher Nutzungsart

Substratinduzierte Respiration;

Die Bestimmung der aktiven mikrobiellen Biomasse mit der substratinduzierten Respiration erfasst die stoffwechselaktive Mikroflora, abgestorbene, metabolisch inaktive Biomasse wird dabei nicht erfasst. Die aktive mikrobielle Biomasse ist ein allgemeines Maß zur Beschreibung des Lebtheits- und Aktivitätszustandes des Bodens. Die Größe des mikrobiellen Biomassepools ist von verschiedenen Umweltfaktoren abhängig (z.B.: Klima, Bewirtschaftungsform, Bodentyp, Schadstoffeinträge). Eine Differenzierung zwischen pilzlicher und bakterieller Biomasse ist dabei nicht möglich.

Die Methode ergibt ein sehr ähnliches Bild wie bei der Untersuchung der Bodenatmung. Die höhere biologische Aktivität der Grünlandböden wird dabei nochmals verdeutlicht. Methodik: SIR nach Anderson und Domsch (1978)

Stickstoffmineralisation:

Die Umsetzung von organischen in anorganische N-Verbindungen wird als N-Mineralisation bezeichnet. Die anaerobe N-Mineralisation eignet sich zur raschen Bestimmung des potentiellen Stickstoff-Nachlieferungsvermögens des Bodens.

Auf Grund der höheren Humusgehalte in den Grünlandböden ist das N-Nachlieferungspotential hier deutlich höher als bei den Ackerböden.

Methodik: modifiziert nach Keeney (1982)

4.7 Zusammenfassung

Im November 1998 wurde eine Untersuchung der landwirtschaftlich genutzten Böden in der Stadt Innsbruck und ihren Umlandgemeinden durchgeführt. Dabei wurden 30 repräsentative Probenahmestandorte ausgewählt und in 2 Tiefenstufen (Oberboden: Acker 0-20 cm; Grünland 0-10 cm und Unterboden: 30-50 cm) beprobt. In den Untersuchungsrahmen wurden Parameter integriert, die die Bodenqualität negativ beeinflussen, andere Schutzgüter (z.B.: Grundwasser) beeinträchtigen können, sowie Parameter, die zur Interpretation der Untersuchungsergebnisse und zur Charakterisierung der Böden notwendig sind.

Die Böden weisen fast durchwegs hohe Humusgehalte auf, auch die Basenversorgung ist ausgezeichnet.

Das hohe Produktionsniveau der Böden zeigt sich in den hohen bis sehr hohen Phosphatgehalten und den hohen Vorräten an mineralischem Stickstoff, vor allem bei den Ackerböden nach Abschluß der Anbausaison. In Verbindung mit der überwiegend leichten Bodenart und den hohen Wasserleitfähigkeiten der Böden läßt sich in Bezug auf Nitrat ein gewisses Potential an Nitratauswaschung ins Grundwasser und im Fall von Erosionen auch eine Gefahr der Eutrophierung benachbarter Ober-

flächengewässer ableiten. Die erhöhten Nitratwerte in Grundwassersonden der IKB AG im Bereich des Flughafens (werden nicht ins Trinkwassernetz eingespeist) untermauern das aufgezeigte Risiko einer Grundwasserbeeinträchtigung durch den intensiven Acker- und Gemüsebau in diesem Bereich recht deutlich.

Bei den organischen Schadstoffen wurden hauptsächlich Stoffgruppen ausgewählt, die im Acker- und Gemüsebau als Herbizide oder Insektizide angewendet werden, oder die in der Vergangenheit eingesetzt wurden und auf Grund ihrer Persistenz möglicherweise noch immer in Böden vorkommen können. Die Auswahl richtete sich auch nach den Empfehlungen zur Durchführung von Bodenzustandsinventuren (Blum, 1989).

Ein Vergleich mit ähnlichen Bodenuntersuchungsprogrammen und international üblichen Richtwerten (Niederländischer Leitfaden zur Bodenbewertung und Bodensanierung, Baden-Württemberg - Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Sozialministeriums über Orientierungswerte für die Bearbeitung von Altlasten und Schadensfällen, Bodenkataster Oberösterreich) ergab folgendes Bild:

Die Triazingehalte liegen zumeist im Bereich der Nachweisgrenze, nur vereinzelt konnten nennenswerte Gehalte an Atrazin, Desethylatrazin, Desisopropylatrazin und Propazin festgestellt werden. Beim Atrazin fällt auf, daß die Bodengehalte deutlich niedriger waren als bei einer 5 Jahre früher abgeschlossenen Studie in Oberösterreich, was möglicherweise auf den inzwischen stattgefundenen Atrazinabbau seit dem Ausbringungsverbot im Jahr 1994 hindeutet.

Ein ähnliches Bild ergibt sich auch bei den HCH-Isomeren, auch hier ist das Gehaltsniveau im

Vergleich zu den früher untersuchten oberösterreichischen Böden geringer, möglicherweise ebenfalls eine Konsequenz des Abbaus dieser Verbindung im Boden in Folge des Verbots lindanhaltiger Insektizide.

Bei den Chlorphenolen wurden keine Werte oberhalb der Bestimmungsgrenze gefunden, bei den Aniliden fällt nur ein Wert bei Metoalachlor mit 1,8 µg/kg TS geringfügig über der Bestimmungsgrenze auf.

Bei den Organochlorpestiziden wurde nur bei DDT und dessen Abbauprodukte Bodengehalte oberhalb der Nachweisgrenze festgestellt. Allerdings traten dabei auf 2 Meßstellen im Bereich südlich des Flughafens und zwischen Rum und Thaur auffällig hohe Werte auf. Dies verwundert umso mehr als DDT-hältige Insektizide in Österreich schon lange nicht mehr eingesetzt werden dürfen. Die übrigen Meßpunkte lagen zum Großteil auch bei dieser Stoffgruppe im Bereich der Nachweisgrenze.

Die im Schnitt recht niedrigen Gehalte an organischen Schadstoffen sind an sich sehr positiv zu bewerten. Einschränkend muß allerdings gesagt werden, daß stetig neue Pflanzenschutzmittel auf den Markt gelangen und die Analytik den neuen Entwicklungen auf diesem Sektor stets nachhinkt.

5 OFFENE FRAGEN

5.1 Bodenkartierung

Die bisherigen Ergebnisse ermöglichen nur punktuelle Aussagen, eine Übertragung in die Fläche ist nur schwer möglich. Durch die Übertragung bestehender Bodenkartierungen ins Geographische Informationssystem (GIS) und die Kartierung der Nutzungsarten auch für die Umlandgemeinden könnten die gewonnenen Erkenntnisse auf Flächen übertragen werden.

5.2 Quantitativer Bodenschutz

5.2.1 Entwicklung der Bodenverluste

Im Siedlungsbereich von Innsbruck und dessen Umlandgemeinden sind Bodenverluste durch Überbauung die bedeutendsten Veränderungen der Bodenfunktionen. Aus der Flächenbilanz der landwirtschaftlichen Flächen in der Stadtgemeinde Innsbruck läßt sich das Ausmaß der Bodenverluste von der Größenordnung her abschätzen. In den letzten 30 Jahren gingen fast 400 ha Boden der landwirtschaftlichen Produktion großteils durch Überbauung verloren. Das tatsächliche Ausmaß der Flächenverluste dürfte noch weit höher sein, da auch Waldböden und 'unproduktive' Flächen, begrünte Innenhöfe, Privatgärten etc. überbaut und die Böden dieser Flächen endgültig zerstört wurden.

Das genaue Flächenausmaß der Veränderungen ist unbekannt. Die Auswirkungen auf Wasserhaushalt und Stadtklima des Raumes Innsbruck sind aber nicht zu unterschätzen.

5.2.2 Bodenversiegelung

Das Ausmaß und die räumliche Verteilung der Bodenversiegelung sind wichtige stadtoökologische Kenngrößen. Wasserhaushalt, Oberflächenabfluß, Versickerung, Schadstofffrachten ins Grundwasser oder in die ARA, werden durch den Grad der Bodenversiegelung beeinflusst.

Auch das Stadtklima wird durch den Anteil versiegelter bzw. unterschiedlich bewachsener Flächen in der Stadt mitbestimmt.

Es ist zu befürchten, daß zunehmend Grünflächen in privater Hand (Innenhöfe) versiegelt werden (Nachverdichtung der Bausubstanz, Autoabstellplätze etc.)

5.2.2.1 Notwendige Untersuchungen

- a) Erfassung (Kartierung) der Bodenversiegelung im Stadtgebiet: wahrscheinlich ist dazu keine eigene Erhebung erforderlich, zweckmäßigerweise können bestehende oder in Ausarbeitung befindliche Erhebungen (Lebensraumtypenkartierung, Naturstandskarte, PLANDAT, Baumkataster) ausgewertet und in Bezug auf die Bodenversiegelung bewertet werden.
- b) Bodenbilanz erstellen dh. Veränderungen periodisch (od. laufend) dokumentieren, Dynamik des Bodenverbrauchs in den letzten 10 Jahren erfassen.

Maßnahmen:

Bodenverbrauch durch Ausgleichsmaßnahmen kompensieren. Entwicklung von Maßnahmen zur quantitativen Erhaltung der Böden in der Stadt (Öffentlichkeitsarbeit, Stadterneuerungsprojekte etc.), Entsiegelung nicht oder wenig genutzter Flächen, dort wo keine Verunreinigungen zu befürchten sind (siehe auch 4.2.3).

Zusammenarbeit:

PG Land- und Forstwirtschaft, PG Naturschutz, PG Raumordnung, PG Wasser, GIS Abteilung im Stadtmagistrat,

Zeitplan, Ressourcen/Kosten:

Da wichtige Teile der Grundlagen derzeit in Bearbeitung stehen und eine eigene Kartierung der Bodenversiegelung zu aufwendig erscheint, sollte dieses Teilprojekt im Jahr 2000 realisiert werden. Die Auswirkungen der Bodenversiegelung auf den Wasserhaushalt der Stadt werden im Versickerungsplan für das Stadtgebiet von Innsbruck beschrieben, Vorschläge für konkrete Verbesserungsmaßnahmen sind in der Planung enthalten.

5.2.3 “Genereller Versickerungsplan für das Stadtgebiet von Innsbruck“

Im Jahre 1997 wurde vom Institut für Umwelttechnik (Sachbearbeiter Univ.-Prof.Dipl.-Ing. Dr. W. Rauch und Dipl.-Ing.Dr. U. Stegner) im Auftrag des Stadtmagistrates der Stadt Innsbruck ein *“Genereller Versickerungsplan für das Stadtgebiet von Innsbruck“* ausgearbeitet. Die darin enthaltenen Maßnahmen werden auch aus der Sicht der PG Boden als notwendig und sinnvoll erachtet.

5.3 Weitere Problemfelder

Können bisher noch nicht behandelt werden, einfache Grundlagenerhebungen könnten klären, ob genauere Untersuchungen notwendig sind. Beispiele: Schadstoffbelastung von Gartenböden in der Stadt, Schadstoffbelastung von Kinderspielflächen, mit besonderer Berücksichtigung industrieller Altstandorte

Literatur: siehe Urfassung