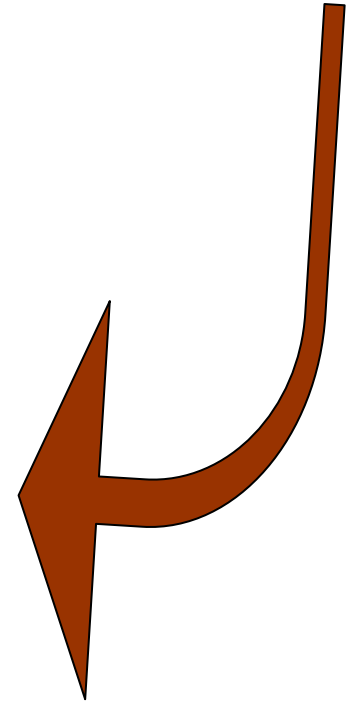
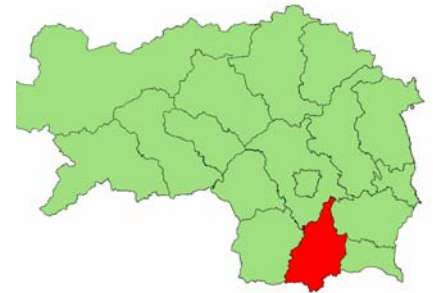
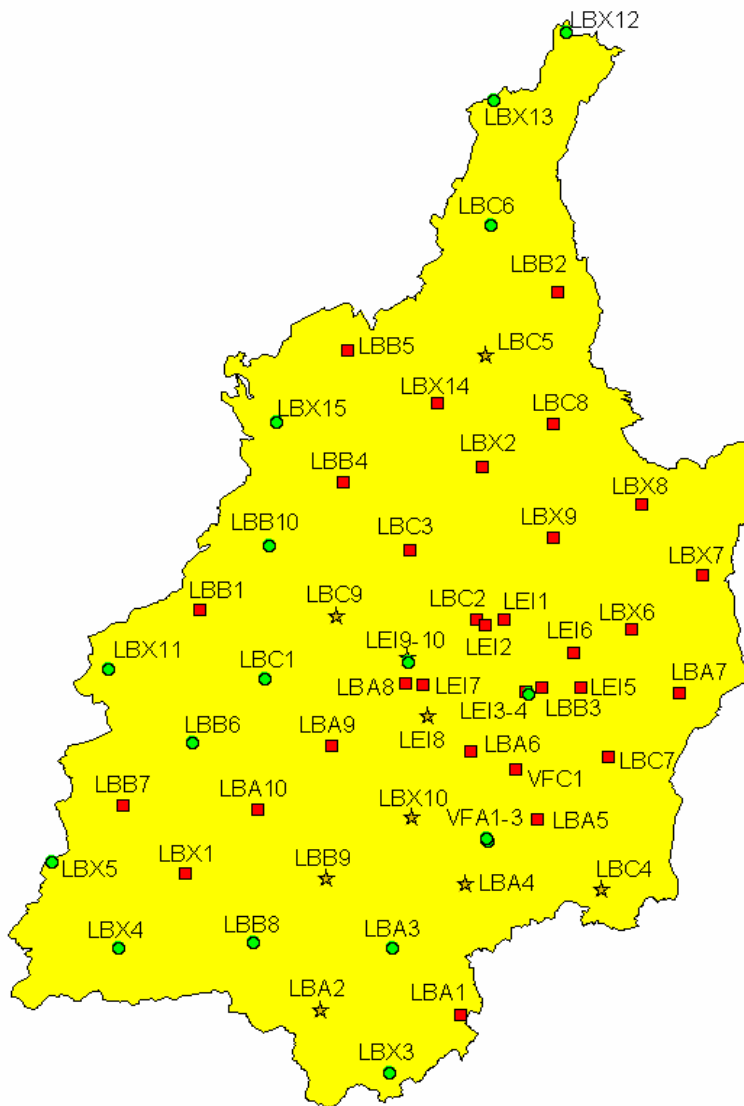


Bodenzustandsinventur Bezirk Leibnitz

Boden- schutz- bericht 2002



AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG



Das Land
Steiermark

FA10B - Landwirtschaftliches Versuchszentrum
- Referat Boden- und Pflanzenanalytik

LANDESRAT ERICH PÖLTL



Vorwort

Dem Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzgesetz entsprechend ist in der Steiermark ein Netz ständiger Bodenprüfstandorte einzurichten, an denen laufend Zustandskontrollen durchzuführen sind. Über das Ergebnis dieser Untersuchungen ist jährlich ein Bodenschutzbericht zu erstellen und dem Steiermärkischen Landtag zur Kenntnis zu bringen.

Im Vorjahr wurde mit der Darstellung der jeweils abgeschlossenen Bodenzustandsinventur in den einzelnen Bezirken der Steiermark begonnen (Bodenschutzbericht 2001: Bezirk Radkersburg).

Der vorliegende Bodenschutzbericht 2002 setzt die Präsentation der Ergebnisse des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Leibnitz fort und diskutiert in bewährter Weise die aktuelle Nähr- und Schadstoffsituation der landwirtschaftlich genutzten Böden.

Inhaltsangabe

	Seite
<u>Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Leibnitz</u>	
Zusammenfassung	3
1. Zielsetzung und gesetzlicher Auftrag	6
2. Durchführung der Untersuchungen	7
3. Geologie	11
4. Bodentypen	15
5. Bodenbildendes Ausgangsmaterial	20
6. Erosion	21
7. Bodenverdichtung	23
8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur	25
Allgemeines	26
Allgemeine Bodenparameter und Nährstoffe	29
Sand, Schluff, Ton	29
Humus	31
pH-Wert	33
Kalk	35
Phosphor	37
Kalium	39
Magnesium	41
Bor	43
Die EDTA-extrahierbaren Spurenelemente Cu, Zn, Mn + Fe	45
Die austauschbaren Kationen Ca, Mg, K + Na	48
Das wasserextrahierbare Fluor	51

Inhaltsangabe

	Seite
Schwermetalle	53
Allgemeines	53
Kupfer	57
Zink	58
Blei	59
Chrom	60
Nickel	61
Kobalt	62
Molybdän	63
Cadmium	64
Quecksilber	65
Arsen	66
Untersuchung von Pflanzenproben	67
Organische Schadstoffe	69
Die chlorierten Kohlenwasserstoffe HCB, Lindan + DDT	69
Die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe	71
Triazin - Rückstände	74
<u>Fachbeiträge:</u>	76
• Die Landwirtschaft im Bezirk Leibnitz (Ing. Martin Rechberger, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Leibnitz)	77
• Erfahrungen mit dem Biogetreideanbau (Dipl. Ing. Dr. Dagobert Eberdorfer, Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen)	80
• Bodenbelastungen an Tontaubenschießplätzen (Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)	84
Untersuchungsergebnisse	88
Erläuterung der Abkürzungen	89
Literatur	90
Impressum	91

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Leibnitz:

Ziel und Durchführung der Untersuchungen:

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz (LGBl. Nr. 66 / 1987) und die Bodenschutzprogrammverordnung (LGBl. Nr. 87 / 1987) sehen vor, dass in der Steiermark zur Beurteilung des durch Schadstoffeintrag, Erosion und Verdichtung gegebenen Belastungsgrades landwirtschaftlicher Böden ein geeignetes ständiges Netz von Untersuchungsstellen geschaffen und dort laufend Zustandskontrollen durchgeführt werden.

Um diesem Auftrag gerecht zu werden, wurden vom Referat Boden- und Pflanzenanalytik des Landwirtschaftlichen Versuchszentrums in den Jahren 1986 - 1998 **58 Untersuchungsstandorte im Bezirk Leibnitz** eingerichtet und die Böden auf die vom Gesetz geforderte Vielzahl von Parametern (allgemeine Bodenparameter, Nähr- und Schadstoffe) hin untersucht.

Der vorliegende Bericht präsentiert die Ergebnisse dieser Bodenzustandsinventur im Bezirk Leibnitz.

Untersuchungsergebnisse:

Allgemeine Bodenparameter:

Der **Humusgehalt** der untersuchten Böden ist mit Ausnahme des Ackerstandortes LBA 6 in Ordnung. Am Standort mit zu niedrigem Gehalt an organischer Substanz sind landwirtschaftliche Maßnahmen zur Humusvermehrung zu treffen.

Der **pH-Wert** oder **Säuregrad** ist verglichen mit den Ergebnissen der landesweiten Rastererhebungen (Bodenschutzbericht 1998) "nur" an 22 % der Untersuchungsstellen zu sauer (Landesschnitt: 38 %). Auf diesen sauren Böden ist als bodenverbessernde Maßnahme eine Kalkung angebracht. Als Ursache der Bodenversauerungen ist in erster Linie das kalkarme Ausgangsmaterial der Böden zu sehen. Mehr als 80 % der Standorte liegen im weitestgehend kalkfreien Bereich von 0 - 0,5 % **Kalkgehalt** im Boden.

Nährstoffe, Spurenelemente und das wasserlösliche Fluor:

Phosphor und **Kalium**: Die landwirtschaftlich intensive Nutzung der Böden im Bezirk Leibnitz spiegelt sich leider auch in Düngefehlern wieder. 22 % der untersuchten Böden liegt beim Phosphor und 48 % beim Kalium in den beiden oberen Bewertungsklassen der Nährstoffversorgung. Im Gegensatz dazu gibt es speziell beim Phosphor auch das Problem der Nährstoffunterversorgung.

An den überdüngten Flächen sind die Düngegaben zu reduzieren (die Besitzer/Pächter der landwirtschaftlichen Flächen wurden von den Untersuchungsergebnissen informiert). Versorgungsmängel können durch gezielte Nährstoffgaben ausgeglichen werden. In jedem Fall wird empfohlen Düngungen nur entsprechend einer fachkundigen Bodenuntersuchung und laut Düngeplan der Düngeberatungsstelle der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft durchzuführen.

Magnesium: Vergleichbar mit den landesweiten Rasteruntersuchungen liegt der Großteil der im Bezirk Leibnitz untersuchten Standorte in den beiden höchsten Gehaltsklassen der Magnesiumversorgung. Negative Auswirkungen einer Magnesium-Übersorgung von Böden sind nicht bekannt. Probleme kann nur Magnesiummangel verursachen.

Bor: 84 % der Böden liegen im mittleren Gehaltsbereich. An fünf Ackerstandorten, wo ein sehr niedriger Borgehalt festgestellt wurde, ist im Falle einer Kultivierung von borbedürftigen Pflanzen eine entsprechende Düngegabe in Erwägung zu ziehen.

Die pflanzenverfügbaren Spurenelemente Kupfer, Zink, Mangan und Eisen:

Wie bei der landesweiten Bodenzustandsinventur liegen die Spurenelementgehalte der untersuchten Leibnitzer Böden beim Kupfer und Zink zum überwiegenden Großteil im mittleren - und bei Mangan und Eisen im hohen - Versorgungsbereich. Unter-versorgte Böden gibt es keine.

Der Anteil der mit Kupfer übersorgten Böden ist im Bezirk Leibnitz höher als der Landesdurchschnitt. Ursache ist die jahrzehntelange Verwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln in den Sonderkulturen Wein, Obst und Hopfen.

Die austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium:

Aus dem Antagonismus der Magnesium- und Kaliumionen heraus könnte sich an zehn Standorten trotz eines ausreichenden Magnesiumgehaltes ein Mangel an diesem Nährstoff ergeben. Da meist eine Überdüngung mit Kalium die Verfügbarkeit des Magnesium blockiert, ist durch eine Rücknahme der Kalidüngung auch dieses Problem vermutlich in den Griff zu bekommen.

Das wasserlösliche Fluor: Im Bezirk Leibnitz findet man im Vergleich zu den landesweiten Untersuchungsergebnissen auf Grund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung etwa doppelt so häufig erhöhte Fluorgehalte im Boden (45 % der Standorte weisen Fluorgehalte über 1,2 mg/kg auf). Die erhöhten Fluorwerte korrelieren meist mit erhöhten Gehalten an Kalium und stammen daher vermutlich größtenteils aus Düngemitteln. Schädigungen an Pflanzen sind derzeit in der Steiermark auch bei Standorten mit sehr hohem Anteil an wasserlöslichem Fluor nicht bekannt.

Schwermetalle:

Im Bezirk Leibnitz sind neben der naturgegebenen geogenen Grundbelastung des bodenbildenden Ausgangsmaterials und der heute üblichen ubiquitären Umweltbelastung folgende Auffälligkeiten festzustellen:

- In **Auböden** (insbesondere bei den Standorten LEI 3 + 4) werden oft die Normalwerte für mehrere Schwermetalle überschritten. Die Herkunft der Schadstoffe ist durch das bodenbildende Schwemmmaterial der Mur erklärbar und dürfte sowohl aus anthropogenen als auch geogenen Quellen stammen.

- An einigen Untersuchungsstandorten ist wegen der jahrelangen Verwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln der **Kupfergehalt** im Boden erhöht. Negative Auswirkungen derartiger Kupferbelastungen, wie sie in fast allen Sonderkulturen (Obst, Wein, Hopfen) vorkommen, sind derzeit nicht bekannt.

An allen Standorten, an denen der gesetzliche Grenzwert überschritten ist, wurden - um einen eventuellen Transfer vom Boden in die Pflanzen nachzuweisen - auch **Pflanzenproben** untersucht. Auffallend hoch waren dabei nur die Nickelgehalte in einer Kürbiskernprobe des Standortes LBB 1. Da jedoch weder Richtwerte noch vergleichende Untersuchungen existieren, müssen zur Beurteilung des Befundes noch weitere Analysen durchgeführt werden.

Organische Schadstoffe:

An acht Standorten wurden Rückstände des chlorierten Kohlenwasserstoffes **DDT** gefunden. DDT-Rückstände werden - obwohl schon seit Jahrzehnten nicht mehr verwendet - wegen ihrer großen Persistenz immer noch in Böden gefunden. Es handelt sich bei den Belastungen wahrscheinlich um lokal eng begrenzte Rückstände.

Fünf Untersuchungsstellen im Bezirk Leibnitz weisen eine starke Belastung mit **polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen** auf.

Zu den Standorten zählen die beiden Auböden LEI 3 + 4, welche auch schon durch überhöhte Schwermetallgehalte aufgefallen sind. Als Ursache wurde das bodenbildende Schwemmmaterial genannt. Die starke PAH-Belastung im Weingarten LEI 9 ist nicht so einfach zu erklären, da hier mehrere Möglichkeiten des Eintrages denkbar sind. Hingegen eindeutig ist die Herkunft der extremen PAH-Belastung an den Standorten VFA 1+ 2 (Tontaubenschießplatz). Der Eintrag der Schadstoffe ist lokal eng begrenzt und erfolgt über die Tontaubenscherben im Boden.

Die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen auf Triazinherbizide (Unkrautvernichtungsmittel) im Boden der ackerbaulich genutzten Standorte ergaben fallweise Rückstände von **Atrazin**. Besonders hohe Gehalte wurden im Boden des Maisackers LEI 3 festgestellt. An den übrigen Untersuchungsstellen ließen die gefundenen Rückstände auf einen weitestgehend umweltbewussten Einsatz des Herbizides rückschließen. Seit dem Anwendungsverbot von Atrazin 1995 sind die Rückstände im Boden stark rückläufig und heute meist gar nicht mehr nachzuweisen.

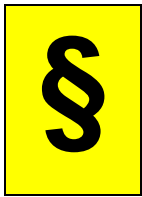
Das weitere Vorgehen

Die in diesem Bericht präsentierte Bodenzustandsinventur des Bezirkes Leibnitz ist ein wichtiger 1. Schritt in der Erweiterung unserer Kenntnisse über den Boden. Erst über das Wissen bestehender Belastungen und die generelle Belastbarkeit von Böden ist es möglich, geeignete Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und für einen umfassenden Schutz unserer Lebensgrundlage Boden treffen zu können. Der nächste notwendige Schritt im Sinne eines nachhaltigen Bodenschutzes ist eine **Bodendauerbeobachtung**, welche in Form von Kontrollen im Zehn-Jahresabstand bereits an 10 Standorten des Bezirkes begonnen wurde.

Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Leibnitz

1. Zielsetzung und gesetzlicher Auftrag

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzprogramm hat das **Ziel**, ein für die Beurteilung des durch Schadstoffeintrag, Erosion und Verdichtung gegebenen Belastungsgrades landwirtschaftlicher Böden geeignetes ständiges Netz von Untersuchungsstellen zu schaffen und dort laufend Zustandskontrollen durchzuführen.



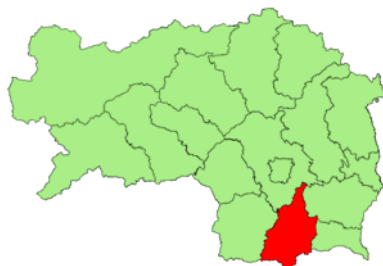
Der gesetzliche Auftrag dazu erfolgte 1987 durch das **Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz** (LGBl. Nr. 66 / 1987) und die **Bodenschutzprogrammverordnung** (LGBl. Nr. 87 / 1987).

Im **Bezirk Leibnitz** wurde 1986/87 mit der Einrichtung der ersten 10 Untersuchungsstandorte - welche in erster Linie nach bodenkundlichen Kriterien ausgewählt wurden - begonnen. 1993/94 wurde mit der Untersuchung von 28 weiteren Kontrollstellen im 4 x 4 km Rastersystem fortgefahren, wobei 1995/96 noch die Einrichtung eines Nachtragsstandortes des Rastersystems erfolgte. 1998/99 wurde mit der Untersuchung von 15 weiteren, verdichtenden Standorten das Untersuchungsnetz komplettiert.

1996 erfolgte im Zuge der Bodendauerbeobachtung die erste Zehnjahreskontrolle der 10 im Jahr 1986 eingerichteten Untersuchungsstandorte.

Teile der Untersuchungsergebnisse wurden in den Bodenschutzberichten der vergangenen Jahre schon präsentiert.

Der vorliegende Bodenschutzbericht präsentiert und interpretiert die Ergebnisse aller durchgeführten Untersuchungen, in welche nun auch die bislang nicht diskutierten Ergebnisse der letzten 15 Verdichtungsstandorte mit einfließen und stellt so ein umfassendes Bild der Bodenzustandsinventur des Bezirkes Leibnitz dar.



2. Durchführung der Untersuchungen

Vorgangsweise beim Aufbau des Untersuchungsnetzes

Rasterstandorte:

Mittels eines computergestützten Rechenmodells wurden als erster Schritt die genauen Koordinaten der Standorte berechnet. Für den Bezirk Leibnitz ergaben sich 43 Standorte im Rasterabstand von 3889 x 3889 m. Diese Punkte wurden dann mit größtmöglicher Genauigkeit in die Österreichkarte 1:50.000 eingezeichnet.

Nun wurden jene Punkte, welche laut Karte in den Wald fallen, ausgesondert und es ergab sich eine Soll - Anzahl von 31 Rasterstandorten, welche es von der Bodenzustandsinventur zu erfassen galt.

Die Bodenprobennahmen an diesen Untersuchungsstellen wurden 1993 begonnen und im Jahre 1996 (Wiederholungsprobennahmen) abgeschlossen. Zwei Standorte mussten wegen Aufforstung bzw. Verbauung als nicht beprobbar ausgesondert werden, sodass letztlich **29 Standorte im Rastersystem** untersucht werden konnten.

Bei der Übertragung der Standorte von der Karte ins Gelände kann eine Genauigkeit von ca. 20 m angenommen werden.

Um den Vorteil eines Untersuchungsrasters (objektive Standortfixierung) im Vergleich zur Beprobung im Nichtrasterverfahren auszunützen, wurden bei Nichtbeprobbarkeit des ermittelten Standortmittelpunktes folgende Verlegungsregeln streng angewandt:

1. Verlegung nach Norden, Osten, Süden oder Westen um 50 m (die Reihenfolge der Verlegungsversuche ist einzuhalten!)
2. Verlegung nach Norden, Osten, Süden oder Westen um 100 m (ebenfalls in dieser Reihenfolge!)

Erst wenn all diese 8 Verlegungsversuche auch in nicht beprobbares Gelände führen, entfällt der Standort. Eine Verlegung des Standortes um z. B. 50 m nach Südost oder ähnliches, ist somit nicht zulässig !

Nichtrasterstandorte:

Zur Abklärung spezieller Fragestellungen und um die Lücken im Untersuchungsnetz, welche durch den Wegfall einiger Standorte (Wald, nicht beprobbares Gelände) entstanden sind zu schließen, wurden zusätzlich weitere **29 Nichtrasterstandorte** untersucht.

In Summe wurden somit im Bezirk Leibnitz 58 Untersuchungsstandorte eingerichtet.

Probennahme

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzprogramm sieht vor, dass die Untersuchungsstandorte im ersten Jahr in mehreren Bodenhorizonten (Tiefenstufen) untersucht werden und dass im Folgejahr zur Absicherung dieser Ergebnisse eine Kontrollanalyse des Oberbodens stattfindet. Auf diese Weise wurden an den 58 Untersuchungsstandorten im Bezirk Leibnitz 267 Bodenproben untersucht.

Geländearbeit:

Die Probennahmefläche stellt einen Kreis von 10 m Radius dar, dessen Mittelpunkt exakt vermessen und markiert wird. Bei der **Erstprobennahme** werden - wenn möglich - aus 4 Profilgruben des Kreises an den Stellen der Haupthimmelsrichtungen Proben aus drei Bodenhorizonten entnommen (Acker: 0-20, 20-50, 50-70 cm und sonstige Flächen: 0-5, 5-20, 20-50 cm). Die 4 Einzelproben eines Bodenhorizontes werden zu einer Mischprobe vereint. Der Bodenkundler erstellt eine bodenkundliche Profilbeschreibung und erhebt geländespezifische Daten (Neigung, Morphologie, Wasserverhältnis, etc.).

Bei der **Wiederholungsprobennahme** im darauffolgenden Jahr wird an den Stellen der 4 Nebenhimmelsrichtungen am Probennahmekreis eine Probe des Oberbodens entnommen.



Bezeichnung der 58 Untersuchungsstandorte:

Erstprobennahme	Standortbezeichnung	Anzahl der Standorte
1986	LEI 1-10	10
1993	LBA 1-10, LBB 1-10, LBC 1-8	28*
1995	LBC 9	1*
1997	VFA 1-3, VFC 1	4
1998	LBX 1-15	15

* Rasterstandorte

Durch die Wahl dieser Kurzbezeichnungen der Untersuchungsstandorte ist die Anonymität der Grundstückseigentümer und Pächter gewährleistet.

Standortnutzung

Flächenhafte Verteilung der Nutzungsformen im Bezirk Leibnitz:

Bodenfläche nach Nutzung in ha:

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen	Gesamtfläche**
1981	40.361,15	24.087,41	3.666,72	68.115,28
1991	39.507,45	24.171,14	4.449,83	68.128,42
1997	38.895,18	24.305,44	4.936,80	68.137,42

* inkl. Gärten und Weingärten

** Flächenänderungen vermessungstechnisch bedingt.

Bodenfläche nach Nutzung (% - Anteil):

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen
1981	59,3	35,4	5,3
1991	58,0	35,5	6,5
1997	57,1	35,7	7,2
Steiermark gesamt (1997)	28,1	54,6	17,3

* inkl. Gärten und Weingärten

Quelle: Statistisches Bezirkssystem (STABIS) des Amtes der Steierm. Landesregierung

Grob gesprochen werden fast zwei Drittel der Bezirksfläche von Leibnitz landwirtschaftlich und ein Drittel forstwirtschaftlich genutzt. Steiermarkweit gesehen ist die Verteilung der Nutzungsformen beinahe umgekehrt.

Im Bezirk herrscht eine kleinbäuerliche Betriebsstruktur vor. Rund 80 % der Betriebe sind kleiner als 10 ha. Betriebsflächen über 20 ha liegen nur bei etwa 5 % aller Wirtschaften vor.

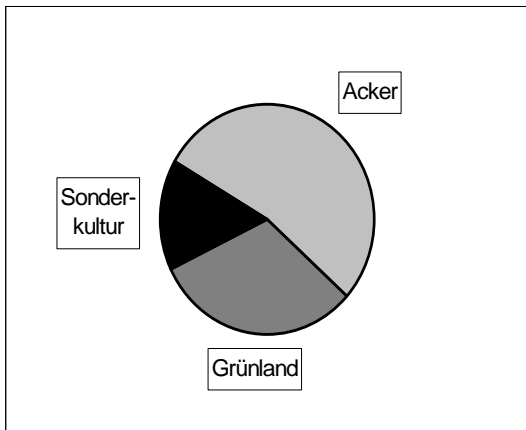
In den weiten Ebenen beiderseits der Mur - namentlich seit die Flussregulierungen zur Entwässerung der ehemals oft feuchten Auböden beigetragen haben - sowie in den Tal- und Terrassenlagen dominiert der Ackerbau mit besonderer Betonung auf dem Maisbau. Weiters werden neben Winter- und Sommerweizen, sowie Wintergerste auch Ölkürbis, Futterrübe und Kartoffeln angebaut.

Im Hügelland breitet sich der Erwerbsobstbau (Äpfel, Birnen, Pfirsiche) immer mehr aus.

In den Gemeinden Glanz, Eichberg-Trautenburg und Schlossberg, sowie im Bereich des Sausal und der Windischen Bühel hat auf Grund der günstigen Boden- und Klimabedingungen der Weinbau große Bedeutung erlangt.

Im Raum Leutschach bietet der Hopfenanbau einigen Betrieben eine günstige Erwerbsmöglichkeit.

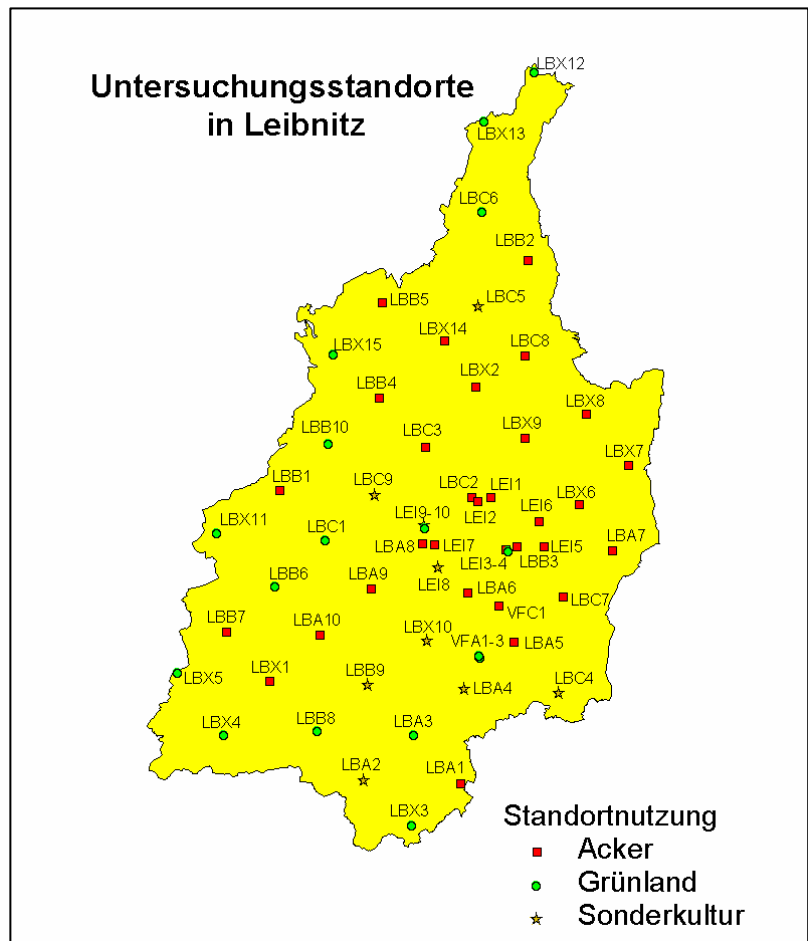
Die landwirtschaftliche Nutzung an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes:



31 Ackerstandorte
 18 Grünlandstandorte
 9 Sonderkulturen (Wein, Obst, Hopfen)

53 % der Untersuchungsflächen im Bezirk Leibnitz werden ackerbaulich, 31 % als Grünland und 16 % der Standorte werden als Wein- Obst- oder Hopfenkultur genutzt.

Die Lage der Untersuchungsstandorte im Bezirk Leibnitz:



3. Geologie

Der heutige Bezirk Leibnitz liegt im Bereich des südsteirischen Beckens, welches im Erdmittelalter (Mesozoikum) entstanden ist. In der anschließenden erdgeschichtlichen Periode (Tertiär) war fast ganz Europa - mit Ausnahme der hohen Gebirge - und somit auch das südsteirische Becken von einem Meer überflutet. Im Lauf von Jahrmillionen wurden mächtige Sedimentationsschichten abgelagert, unter denen die alte Landscholle liegt. Die Ablagerungen werden heute als Spielfelder Schlier, Florianer Tegel, Arnfelder Konglomerat, Kreuzbergschotter oder Leutschacher Sande bezeichnet. Die Mächtigkeit der Ablagerungen im südsteirischen Becken beträgt im Osten des Bezirkes mehr als tausend Meter. Der Sausalstock und der entlang der Landesgrenze liegende Remschniggzug sind Reste der paläozoischen und kristallinen Grundgebirge, welche im Jungtertiär durch tektonische Bewegungen emporgehoben wurden und nun über die Meeresablagerungen hinausragen.

Das Tertiärmeer wurde im Laufe der Zeit durch die Sedimentation immer seichter und trocknete gegen Ende der Tertiärzeit schließlich aus. In der anschließenden Quartärzeit (vor 1,8 Millionen Jahren bis heute) kam es zu gravierenden Änderungen der Landformung. Einerseits kamen die großen tektonischen Bewegungen zum Stillstand, andererseits vollzogen sich bedeutende klimatische Veränderungen. Es kam zu einem Wechsel von kalten und warmen Perioden - den vier Eiszeiten (Günz, Mindel, Riß und Würm) und Warmzeiten, in denen teilweise sogar subtropisches Klima herrschte.

Am Beginn der Kaltzeiten brachten die Bäche und Flüsse gewaltige Geschiebemasen von den Gletschern der Gebirge mit sich und lagerten dieses vorwiegend grobe Geröll in den Talungen ab. In der abklingenden Kaltzeit brachten die Grabenlandbäche des periglazialen Bereiches feines Tertiärmaterial aus dem Hügelland in die Täler.

Während der Warmzeiten ging die Aufschüttung durch die Flüsse stark zurück, weil die üppige Vegetation der Bodenerosion entgegen wirkte. Dafür gruben sich die Wasserläufe tief ein und es entstanden entlang der Flussläufe die Terrassen, in welche sich wieder die zum Haupttal strebenden Seitengerinne einschnitten. Je älter die Terrassen sind, desto stärker sind sie angegriffen, weil sich die Vorgänge der Abtragung und Zerschneidung einige Male wiederholten.

Entsprechend den vier Eiszeiten Günz, Mindel, Riß und Würm lassen sich heute von oben (älteste Eiszeit: Günz) nach unten (jüngste Eiszeit: Würm) folgende vier - nach den Arbeiten von A. Winkler-Hermaden benannte - Terrassen erkennen:

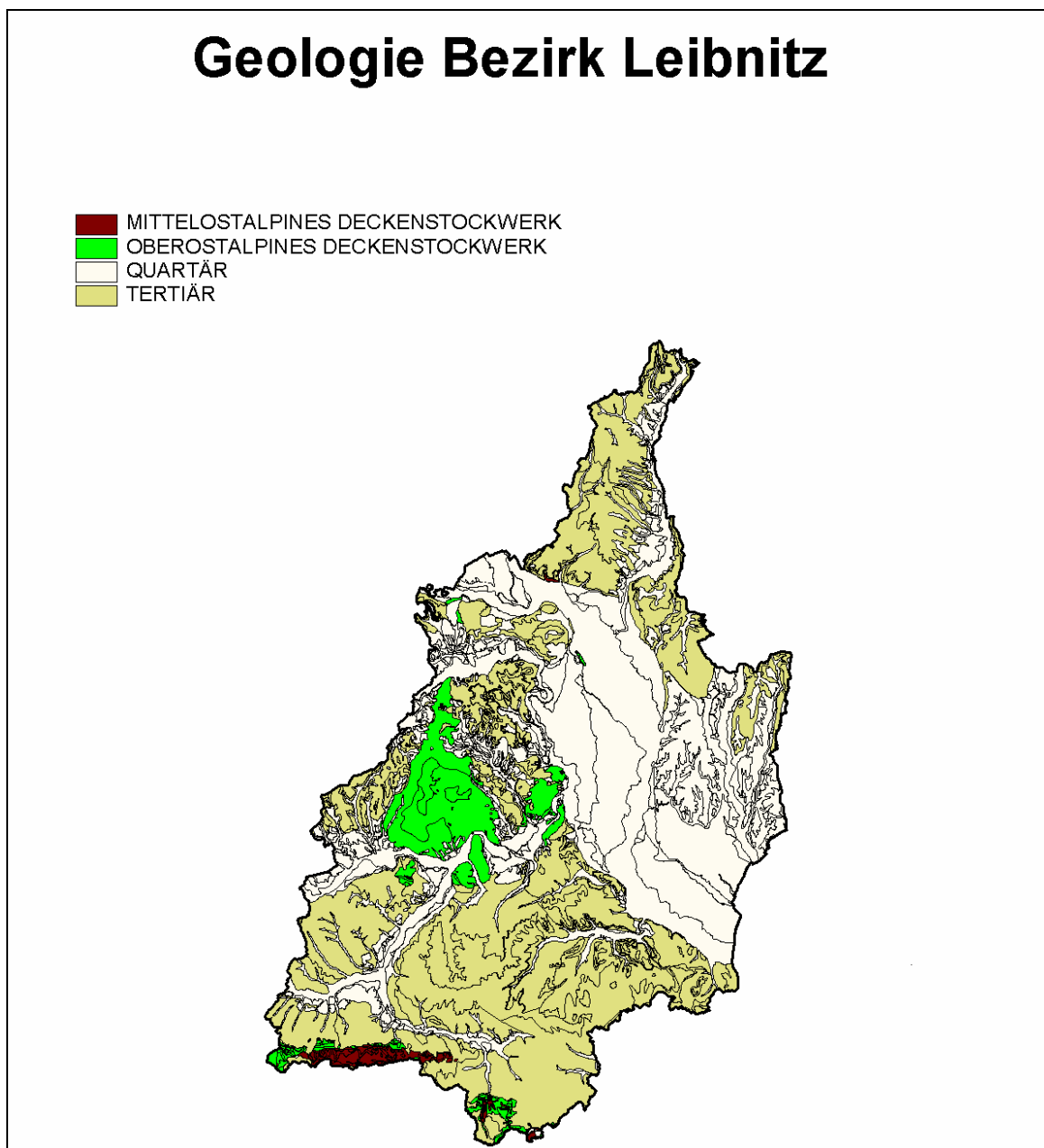
- Rosenberg-Terrasse (Günz-Eiszeit)
- Schweinsbachwald-Terrasse (Mindel-Eiszeit)
- Helfbrunner-Terrasse (Riß-Eiszeit)
- Niederterrasse (Würm-Eiszeit)

Das jüngste Glied der Landschaftsentwicklung sind die Auenbereiche entlang der Bäche und Flüsse. Ihre Entstehung fällt in die Zeit nach der Würm-Eiszeit bis heute (Holozän) - umfasst also ungefähr die letzten Zehntausend Jahre.

Entsprechend der geologischen Entwicklung und der Oberflächenausformung lassen sich im Bezirk Leibnitz grob gesehen folgende Landschaftsräume unterscheiden:

- Die **Talbereiche** (Au der Mur und die Täler der zahlreichen Nebengerinne).
- Der Bereich der **Niederterrasse** (insbesondere das Grazer und das Leibnitzer Feld, welche entlang des Murtales - nördlich bzw. südlich von Wildon - liegen).
- Der Bereich der **Höheren Terrassen und das Hügelland**.

Quelle: Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Leibnitz (KB 20), Wildon (KB 31) und Arnfels (KB 116); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1974, 1976 und 1983.



Die geologischen Großräume im Bezirk Leibnitz:

Quartär: In diesen Bereich fallen jene geologischen Ereignisse, welche sich in den letzten 1,8 Millionen Jahren ereignet haben. Im wesentlichen handelt es sich um die Veränderungen der Erdoberfläche durch die 4 Eiszeiten Günz, Mindel, Riß und Würm, sowie um Ablagerungen und Veränderungen aus jüngster Zeit.

Dazu zählen: Terrassensedimente, Moränen, Hangschutt, Material der Schwemmkegel und Talböden, Moore und anthropogene Ablagerungen (Halden, Deponien).

Tertiär: Dieser geologische Großraum umfasst die Veränderungen der Erdoberfläche aus dem Zeitraum von 1,8 - 65 Millionen Jahren.

Paläozoikum: Dazu zählen geologische Formationen aus der Zeit des Erdaltertums von ca. 230 - 580 Millionen Jahren.

Im Bezirk Leibnitz findet man Reste des paläozoischen Grundgebirges im Sausal und dem entlang der Landesgrenze liegenden Remschniggzug.

Kristallin: Die Gesteine dieses geologischen Großraumes entstammen der frühesten Erdgeschichte, wurden aber im Laufe der Erdentwicklung laufend umgeformt und verändert (Metamorphose).

Im Bezirk Leibnitz findet man kleine Reste des kristallinen Grundgebirges im entlang der Landesgrenze liegenden Remschniggzug.

Die Verteilung der 58 Standorte des Bodenschutzprogrammes hinsichtlich der geologischen Großräume:

Geologischer Großraum	Standortbezeichnung	Anzahl Standorte
Quartär	LEI 1-6, LBA 2,5,7,8+9, LBB 2,3+5, LBC 2,3,5,7+8, LBX 1,2,4,6,7,8,9+14	27
Tertiär	LEI 7+8, LBA 1,3,4,6+10, LBB 1,4,6,7,8,9+10, LBC 4,6+9, LBX 3,5,10,11,12,13+15 VFA 1-3, VFC 1	28
Paläozoikum	LEI 9+10, LBC 1	3

Bodenprofile



4. Bodentypen

Böden, welche den gleichen Entwicklungszustand aufweisen, bilden einen **Bodentyp**. Er wird durch eine bestimmte Abfolge von Bodenhorizonten (genetische Tiefenstufen) charakterisiert.

Die Entwicklung der Böden ist vom Ausgangsmaterial, von der Oberflächenausformung (Morphologie), der Wasserbeeinflussung, vom Klima, von der Vegetation, vom Bodenleben und vom menschlichen Einfluss abhängig. Besonders in den Tallandschaften wurden die ursprünglichen bodenkundlichen Verhältnisse durch Meliorationsmaßnahmen (Entwässerung) oft grundlegend verändert.

Im Bezirk Leibnitz findet man folgende Bodentypen:

Niedermoore:

Niedermoore entstehen bei der Verlandung von stehenden oder langsam fließenden Gewässern mit einem bestimmten Pflanzenbewuchs (Seggen, Schilf, Braunmoose). Aus diesen Pflanzen bildet sich Torf, der besonders nach Entwässerung, durch Zersetzung und Vererdung langsam zu Boden wird. Niedermoorböden sind relativ mineralstoffreich und meist leicht kalkhaltig.

Auböden:

Dies sind Böden, welche aus (jungem) Schwemmmaterial entstanden sind und die Auddynamik (d. h. Wasserdurchpulsung in Abhängigkeit vom Wasser des dazugehörigen Gerinnes) aufweisen. Sie zeigen der Art ihrer Ablagerung entsprechend oft einen geschichteten Aufbau. Infolge ihres geringen Alters verfügen sie noch über einen hohen Mineralbestand.

Man unterscheidet: Rohauböden, Graue Auböden, Braune Auböden und Schwemm Böden.

Gleye:

Unter einem Gley versteht man einen Mineralboden, in dem durch Grundwasser einfluss chemisch-physikalische Veränderungen eingetreten sind. Gleyhorizonte sind vor allem an den charakteristischen Flecken, oder an einer typischen Verfärbung des gesamten Horizontmaterials zu erkennen. Die Verfärbungen entstehen durch Sauerstoffmangel (Reduktion) und haben einen hellgrauen, blaugrauen, bläulichen oder grünlichen Farbton. Dort, wo das Grundwasser zeitweise oder ständig absinkt, dringt Luft ein (Oxidation) und eine meist fleckige rostbraune Verfärbung tritt ein. Sehr oft liegen ungünstige Strukturverhältnisse (Verdichtung) vor.

Da in Gleyhorizonten oft die Wurzelatmung völlig unterbunden ist, dringen Wurzeln nicht in diese Zonen ein. Die Gründigkeit des Bodens wird somit begrenzt, insbesondere wenn die Bodenverdichtung zusätzlich ein Eindringen der Wurzeln erschwert. Man unterscheidet Typische Gleye, Extreme Gleye und Hanggleye.

Rendsinen und Ranker:

Wenn sich unmittelbar über festem oder aus großen Trümmern bestehendem Ausgangsmaterial ein deutlicher Humushorizont gebildet hat, spricht man - je nach der mineralogischen Zusammensetzung des Ausgangsmaterials - von Eurendsinen, Pararendsinen oder Rankern:

Eurendsinen:	vorwiegend aus Kalkgestein
Pararendsinen:	aus Kalkgestein und Silikaten
Ranker:	aus kalkfreiem Ausgangsmaterial

Beim Ranker sitzt der Humushorizont direkt am Muttergestein auf. In der landwirtschaftlichen Nutzung stellen derartige Böden ziemlich minderwertige, trockene Standorte dar.

Braunerden:

Dieser Bodentyp umfasst Böden, die infolge von Niederschlägen einer mehr oder weniger intensiven Verwitterung unterliegen. Dies lässt sich im Vorhandensein eines braunen Horizontes im Unterboden, dem B-Horizont, erkennen.

Je nach dem Ausgangsmaterial des B-Horizontes unterscheidet man Felsbraunerden, Lockersediment-Braunerden und Parabraunerden.

Pseudogleye:

Enthält ein Boden einen nicht oder nur wenig durchlässigen Staukörper, so können über diesem Horizont Wasserstauungen auftreten. Der Staukörper kann dabei primär als geologische Schichte vorhanden sein, oder sich allmählich durch Einschlammung und Verdichtung gebildet haben. Die Staunässe, welche die über dem Staukörper liegende Stauzone ausfüllt, hat keinen durchgehenden Wasserspiegel und keine Verbindung mit dem tiefer liegenden Grundwasser. Sie tritt periodisch im Zusammenhang mit den Niederschlägen auf, sodass man von regelmäßigen feuchten und trockenen Phasen bzw. von Wechselfeuchtigkeit spricht.

Staunässe Böden, die im Unterboden typische Verfärbungen zeigen, gibt es in mannigfacher Ausbildung. Sie gelten im allgemeinen bei Ackernutzung als ertragsunsicher, unter bestimmten Voraussetzungen bewirkt jedoch die Staunässe auch positive Effekte.

Man unterscheidet Typische und Extreme Pseudogleye, Stagnogleye und Hangpseudogleye.

Reliktböden:

Unter diesem Überbegriff versteht man sowohl Böden, die schon in der Vorzeit, also unter wesentlich anderen Klimabedingungen als heute, entstanden sind und nun als Relikte vorliegen, als auch Böden, deren Ausgangsmaterial zwar bereits in der Vorzeit geprägt worden ist, die aber in der Erdgegenwart einer neuerlichen Bodenbildung unterworfen wurden. Diese Böden haben meist eine intensivere Farbe als die Böden anderer Typen.

Man unterscheidet: Braunlehm, Rotlehm (Terra Rossa), Roterde, Reliktpseudogley und Terra Fusca.

Atypische Böden:

Dazu zählen: **Ortsböden** (Farb-, Textur- und Strukturortsböden)

Gestörte Böden (Rest-, Kulturroh- und Rigolböden)

Schüttungsböden (Halden- und Planieböden, sowie Kolluvium und Bodensedimente)

Im Bezirk Leibnitz lassen sich die Bodentypen in den Landschaftsräumen wie folgt diskutieren:

Bodentypen in den einzelnen Landschaftsräumen:

Die Talbereiche:

Unmittelbar entlang der Mur befindet sich eine rezente Au mit Grauen Auböden aus sandigem - teilweise entkalktem - Schwemmmaterial über Schotter. Der größte Teil der Au ist wegen des unruhigen Reliefs (Rinnen Mulden, Buckel) und der häufigen Überschwemmungen bewaldet.

Etwa 1-2 Meter höher liegt die subrezente Au mit in ihrem Entwicklungsstand reiferen entkalkten Braunen Auböden. Sie sind wegen ihrer ausgeglicheneren Wasserführung hochwertige Acker- und Grünlandstandorte.

In Rinnen, Mulden und am Rande zur Terrasse sowie zum Hügelland hin entwickelten sich grund- und hangwasserbeeinflusste Gleyböden.

Vielfach entstanden in den Tallagen entlang der Mur und ihrer Zubringer wegen der durch Regulierungsmaßnahmen verursachten Absenkung des Grundwasserspiegels neue Bodentypen (vergleyte Lockersedimentbraunerde, wechselfeuchter Pseudogley).

Die Niederterrassen:

Die Böden dieser Schotterterrasse bestehen aus lehmig-sandigem Feinmaterial. Da das Grundwasser hier nur in Rinnen und Mulden für die Pflanzen erreichbar ist, kommt der Speicherfähigkeit des Bodens erhöhte Bedeutung zu. Der häufigste Bodentyp sind Lockersediment-Braunerden.

Wie im Augebiet steht auch hier der Terrassenrand unter Druck- und Grundwasser-einfluss. Das führte zur Ausbildung von Gleyböden mit auf engstem Raum wechselnden Wasserverhältnissen. Nahe der Ortschaft Lind ist einer solchen vernässten Stelle ein organischer Horizont aufgelagert, so dass von einem Niedermoor gesprochen werden kann.

Die Höheren Terrassen und das Hügelland:

Die Höheren Terrassen liegen hauptsächlich östlich der Mur, sind aber auch am westlichen Ufer und an den Seitenbächen als kleinere Flächen zu finden. Charakteristisch ist eine mächtige lehmig- schluffige Feinsedimentdecke, die einem Schotterkörper auflagert. Der kennzeichnende Bodentyp der ebenen Lagen ist ein Typischer Pseudogley.

Auf den großen ebenen Flächen der Helfbrunner-Terrasse zwischen Gabersdorf und St. Veit am Vogau, sowie zwischen Jöß und Stangersdorf, ist als Sonderfall eine silikatische Lockersediment-Braunerde mit optimaler Wasserversorgung zu finden, welche zu den besten Böden des Bundeslandes zählt.

Die älteren Terrassen (Schweinbachwald- und Rosenberg-Terrasse) sind stark in Riedel, Hänge und Dellen zerschnitten und weisen oft einen engräumigen Wechsel an Bodenformen auf. An den Abfällen der Terrassen tritt öfters das unterlagernde Tertiärmaterial zu Tage.

Auch das Tertiär-Hügelland weist eine wegen der starken Oberflächenausformung und dem häufigen Substratwechsel große Anzahl an Bodenformen auf.

Die Bodenformen auf Spielfelder Schlier sind durch extreme Bodenschwere und geringe Profilentwicklung charakterisiert. Auf Rücken, Riedeln und Oberhängen entstand auf dem unverwitterten Tonmergel eine Pararendsina, welche stark der Abschwemmung unterliegt und Kulturrohböden.

Die Steilhänge sind - und das ist ein Charakteristikum des Steirischen Hügellandes - zu einem großen Teil Rutschgelände. Unverrutschte Steilhänge in Süd- und Westexposition werden gerne als Weingärten genutzt. Der Bodentyp ist dann ein Rigolboden.

Der Sausalstock besteht aus kristallinem Schiefer. Hier dominieren silikatische Felsbraunerden.

Auf den Schiefergesteinen des Gebietes Remschnigg-Poßruck finden wir Felsbraunerden und auf den Rücken, Kuppen und Riedeln einen trockenen Ranker.

Die Verteilung der Kartierungsergebnisse auf die Bodentypengruppen und die Anzahl der vom Bodenschutzprogramm erfassten Standorte:

Bodentypen	ha	%	Standorte im Bodenschutzprogramm	
			Bezeichnung	Anzahl
Moorböden (Niedermoor)	20	0,05	---	---
Aubodengruppe	4.021	10,35	LEI 3+4, LBA 8, LBX 2+9	5
Gleygruppe	3.728	9,60	LBA 2+7	2
Rendsinen + Ranker	1.166	3,00	LEI 2	1
Braunerdegruppe	20.731	53,37	alle übrigen Standorte	25
Pseudogleygruppe	2.631	6,77	LEI 6+8, LBA 5,9+10, LBB 2, LBC 5+8, VFC 1, LBX 4,6,7,8+11	14
Reliktbodengruppe	260	0,67	---	---
Atypische Böden	6.288	16,19	LEI 9, LBA 1+4, LBB 9, LBC 4,6+9, VFA 1-3, LBX 10	11
Summe:	38.845	100,00		58

Die von der Bodenkartierung bearbeitete Fläche von 38.845 ha entspricht der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Bezirkes zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Erfassung.

Vom Bodenschutzprogramm nicht erfasst wurden Vertreter der Moor- und Reliktbodengruppe, da sie nur 0,72 % der Böden in der Untersuchungsregion ausmachen.

Quelle (Definition Bodentypen): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur 1994.

Quelle (Bodentypen in den Landschaftsräumen): Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Leibnitz (KB 20), Wildon (KB 31) und Arnfels (KB 116); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1974, 1976 und 1983.

5. Bodenbildendes Ausgangsmaterial

In Anlehnung an die bundesweite Empfehlung zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise bei Bodenzustandsinventuren werden Böden folgenden bodenbildenden Ausgangsmaterialien zugeordnet:

Metamorphe Gesteine

Quarzit
Gneis, Granulit
Amphibolit
Grünschiefer, Chloritschiefer
Phyllit
Glimmerschiefer
Marmor

Feste Sedimentgesteine

Konglomerat, Brekzie
Sandstein
Mergel
Kalk
Dolomit

Lockersedimente

Grobe Lockersedimente

Schotter
Moräne
Hangschutt
Sonstige

Feine Lockersedimente

Grobe und feine Lockersedimente gemischt

Die Verteilung des bodenbildenden Ausgangsmaterials im Bezirk Leibnitz:

Ausgangsmaterial	Standorte	Anzahl
Phyllit	LEI 9+10	2
Sandstein	LBX 5+10	2
Mergel	LBA 1, LBX 3	2
Hangschutt	LBB 6, LBC 1	2
Feine Lockersedimente	alle übrigen Standorte	46
Feine und grobe Lockersedimente	LEI 2, LBB 5, LBC 2+3	4

6. Erosion

Geologen und Geographen verstehen unter Erosion die ausfurchende und einschneidende Wirkung des fließendes Wassers auf die Erdoberfläche, wodurch diese in Talformen und Rücken zergliedert wird.

Unter der **kulturbedingten** Erosion versteht man die vom Menschen ausgelöste Verlagerung von Bodenbestandteilen durch abfließendes Wasser. Der Einfluss des Menschen besteht dabei überwiegend in einer Beseitigung der natürlichen Pflanzengesellschaften. Eine ackerbauliche Landnutzung wirkt daher meist erosionsfördernd.

In der Steiermark waren bis etwa 1970 kaum Erosionsprobleme bekannt. Eine vielgliedrige Fruchtfolge, in der alle standortsüblichen Feldfrüchte Platz fanden, sorgte für die Bodengare. Relativ kleine, oft hangparallele Parzellen, Ackerterrassen auf steileren Hängen und Buschreihen an den Flurgrenzen hielten den Bodenabtrag in Grenzen. Erst als diese arbeitsaufwändige Landnutzung wegen wirtschaftlicher Zwänge aufgegeben werden musste und die Mechanisierung erheblich zunahm, wurde die Bodenerosion allmählich zur Gefahr für die nachhaltige Bodenfruchtbarkeit (Zeitschrift „Der Pflanzenarzt“, 1987).

Ursachen der Bodenerosion:

- Ausräumung der einst reich gegliederten Kulturlandschaft
- Inanspruchnahme guter Ackerlagen für Verbauung, Rohstoffgewinnung usw.
- Vereinfachung der Fruchtfolge bis zur Maismonokultur
- Wegfall von Stallmist und Leguminosen als Bodenverbesserer
- Befahren und Bearbeiten der Äcker mit schweren Geräten in zu feuchtem Zustand.

Eine grobe Abschätzung der Erosionsgefährdung der Untersuchungsstandorte des Bodenschutzprogrammes erfolgte entsprechend der nachstehenden Tabelle nach **Nutzungsart** und **Hangneigung**:

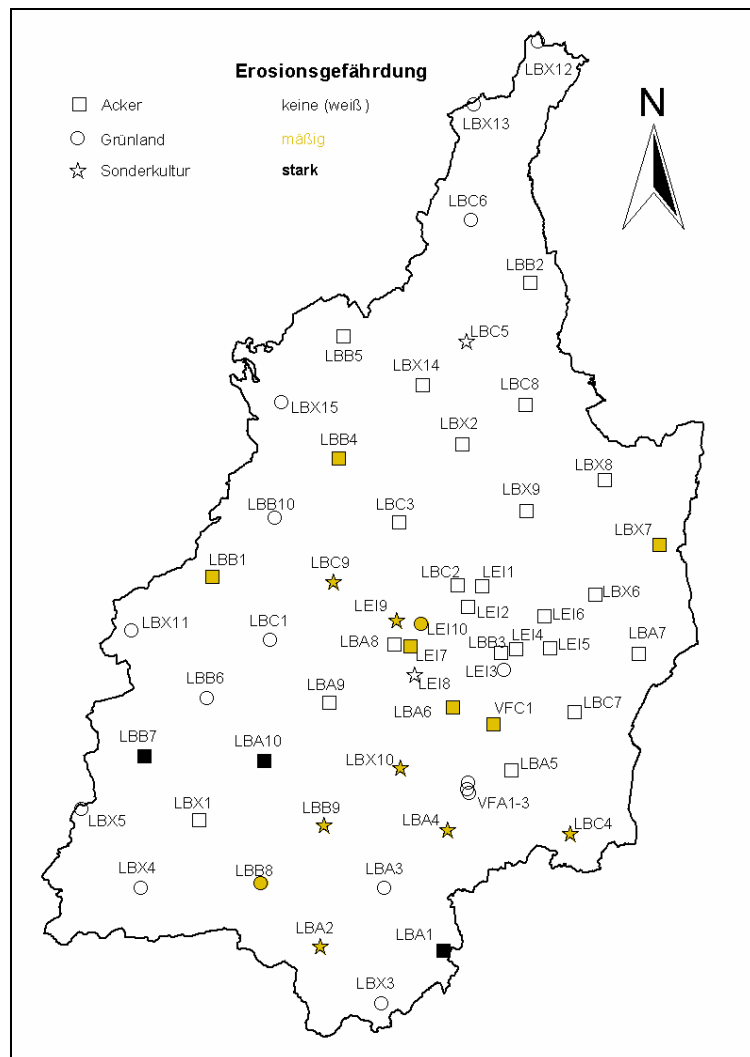
Erosionsgefährdung:	stark	mäßig	keine
Acker	> 10°	5 - 10°	0 - 4°
Grünland, Obstanlagen	---	≥ 20°	0 - 19°
Weinanlagen	---	≥ 10°	0 - 9°

Von den 58 Standorten des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Leibnitz sind folgende 3 Äcker **stark** erosionsgefährdet: **LBA 1 + 10** und **LBB 7**.

An 15 Untersuchungsstellen ist die Erosionsgefahr **mäßig** stark.

Und an 40 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Erosion.

Die Erosionsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Leibnitz:



Da die Bodenerosion auf lange Sicht die Bodenfruchtbarkeit zerstört und dadurch wertvolles, humoses mit Nährstoffen angereichertes Pflanzenmaterial verloren geht, liegt die **Eindämmung der Erosion** im Interesse jedes verantwortungsvollen Landwirtes. Nach Mayer (1998) ist auch in den nächsten Jahren zu erwarten, dass in der Steiermark jene Kulturen überwiegen werden, die am kostengünstigsten bei guten Roterträgen produzierbar sind. Dies werden weiterhin Reihenfrüchte wie Mais oder Ölkürbis sein, die besonders erosionsanfällig sind.

Durch **pflanzenbauliche** (Untersaaten und Eingrünung zwischen zwei Maisvegetationsperioden) und **landtechnische Maßnahmen** (nicht-wendende Bodenbearbeitung und minimale Saatbettbereitung) können Reihenkulturen weniger erosionsanfällig angelegt werden.

Stillege- und Aufforstungsprogramme für extreme Hanglagen stellen einen weiteren Lösungsansatz dar.

Die finanzielle Förderung von **Fruchtfolgen** mit hohem Bedeckungsgrad ist ebenfalls zu befürworten.

7. Bodenverdichtung

Der ideale Zustand für unsere Kulturpflanzen ist ein garer Boden. Das Gegenteil von Bodengare ist die Bodenverdichtung. Dabei treten folgende Schadensbilder auf:

- Verlust der Krümelstruktur
- Verminderung des Porenvolumens, vor allem der Grobporen
- Gehemmte Wasserführung
- Gestörter Gasaustausch
- Beeinträchtigt Wurzelwachstum
- Reduziertes Bodenleben

Die **Ursachen der Bodenverdichtung** liegen einerseits in den natürlichen, geologisch-pedogenen Voraussetzungen (schluff- und tonreiche Sedimente), andererseits in anthropogenen Einwirkungen.

Zu den vom Menschen verursachten Einwirkungen zählen:

- Bodenbearbeitung (Einsatz von schweren Maschinen und Fahrzeugen, Bearbeiten und Befahren des Bodens im feuchten Zustand)
- Düngung (mineralische Düngung allein führt zu Humusabbau)
- Monokultur

Strukturschäden im Boden sind nicht irreparabel. Sie können durch gezielte standortsangepasste Bodenbewirtschaftung aufgehoben, oder von vornherein vermieden werden. Neben einer standortsangepassten Fruchtfolge sind vor allem der Bodenbearbeitung und der Wahl des optimalen Zeitpunktes der Bearbeitung große Beachtung zu schenken. Bei der Düngung ist darauf zu achten, dass die Kulturpflanzen einerseits ausreichend mit Nährstoffen versorgt werden, andererseits das Bodenleben gefördert wird und dadurch günstige Voraussetzungen zur Erhaltung der Bodengare geschaffen werden (z.B. Gründüngung oder Stallmist ergänzt durch mineralischen Dünger).

Eine grobe Abschätzung der Gefahr von Bodenverdichtung an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes erfolgte entsprechend der nachstehenden Tabelle nach **Nutzungsart** und **Bodenschwere** (abgeleitet aus dem Tongehalt des Bodens):

Gefahr von Bodenverdichtung:	stark	mäßig	keine
Acker	mittlere und schwere Böden	leichte Böden	---
Grünland	---	mittlere und schwere Böden	leichte Böden
Sonderkulturen	---	alle	---

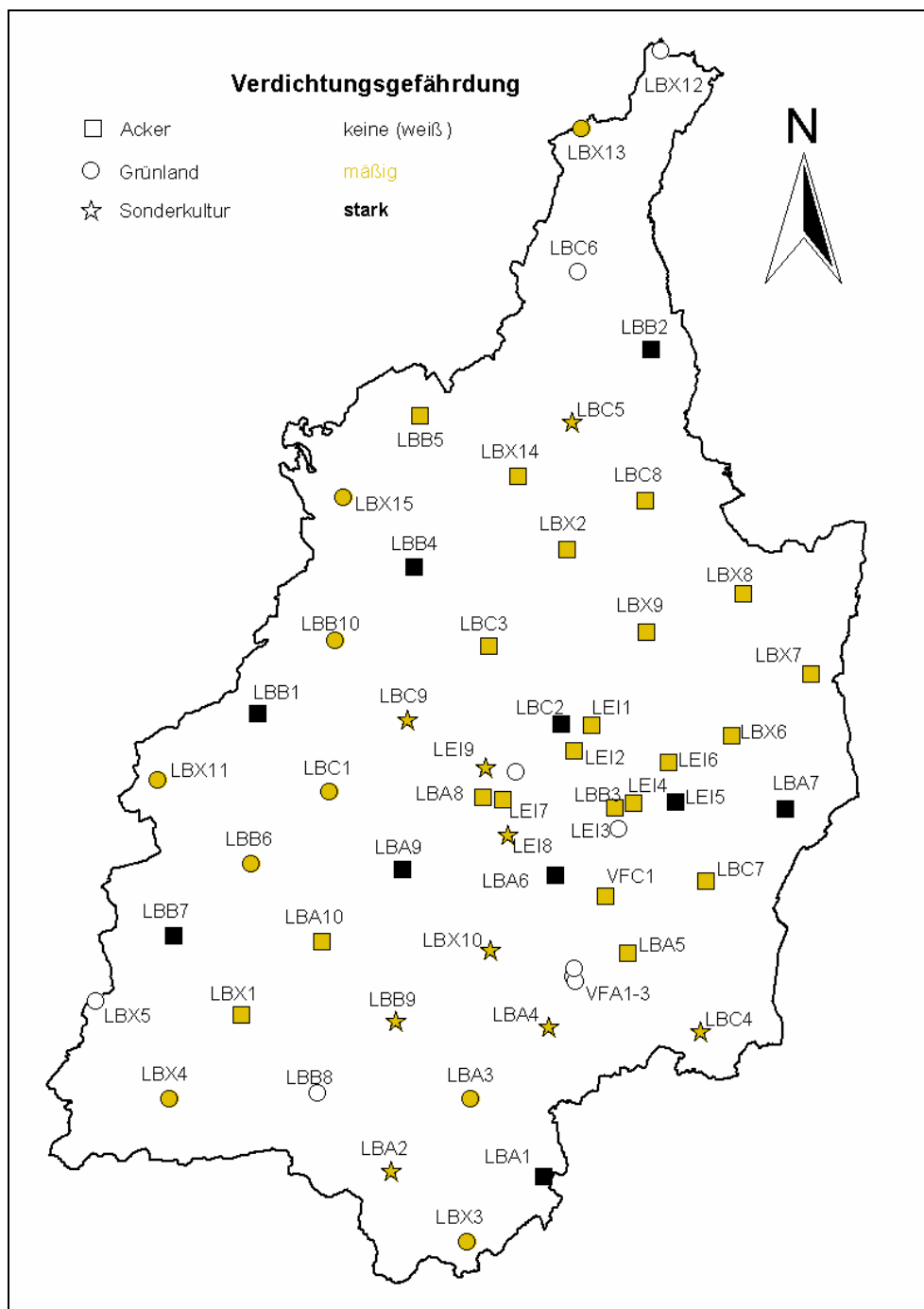
Von den 58 Standorten des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Leibnitz sind folgende 10 Ackerböden **stark** verdichtungsgefährdet:

LEI 5, LBA 1, 6, 7 + 9, LBB 1, 2, 4 + 7 und LBC 2.

An 39 Untersuchungsstellen ist die Verdichtungsgefahr **mäßig** stark.

Und an 9 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Bodenverdichtung.

Die Verdichtungsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Leibnitz:



8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes werden den betreffenden Grundstückseigentümern bzw. Pächtern schriftlich mitgeteilt.

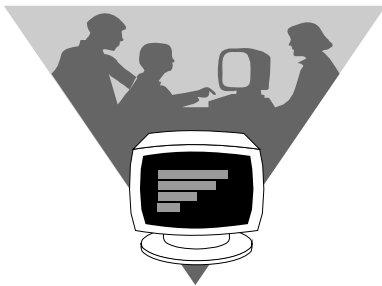
Das Informationspaket umfasst:

- Eine bodenkundliche Profilbeschreibung des Untersuchungsstandortes.
- Eine verbale Beurteilung der Untersuchungsergebnisse des Oberbodens.
- Die detaillierten Analysenwerte der untersuchten Bodenhorizonte aller Beprobungsjahre.
- Erläuterungen zu den Analysenwerten.

Die Präsentation der Untersuchungsergebnisse in der Öffentlichkeit erfolgt durch den jährlich erscheinenden Bodenschutzbericht und das Internet.

Die Internet - Adresse lautet:

www.stmk.gv.at/umwelt/luis/umweltschutz/bodenschutz/cd/



Das umfassende Informationsangebot beinhaltet unter anderem alle Untersuchungsdaten, welche ausgehend von Übersichtskarten oder direkt durch Eingabe der Kennung des Untersuchungsstandortes zugänglich sind. Auch verbale Beurteilungen der Analysendaten und die bodenkundlichen Profilbeschreibungen der Standorte sind dem Internetbenutzer zugänglich.

Die Übersichtskarten wurden so gestaltet, dass die **Anonymität** der Grundstücksbesitzer gewahrt bleibt.

Weitere Informationen über den Bodenzustand in Österreich bietet die Homepage des Umweltbundesamtes - Wien (UBA) mit dem Programm BORIS (BOden-Rechnergestütztes InformationsSystem).

Die Internetadresse lautet: www.ubavie.gv.at

Im Programm **BORIS-Expert** (kostenpflichtige Zugriffsberechtigung erforderlich) stehen dem Benutzer unter anderem die Untersuchungsergebnisse des Steiermärkischen Bodenschutzprogrammes der Untersuchungsjahre 1986 - 1997/98 (Raster- und Nichttrasterstandorte) in einem österreichweit standardisiertem Datenschlüssel zur Verfügung.

Allgemeines

Die Untersuchung der Parameter wird gemäß der Bodenschutzprogrammverordnung durchgeführt, wobei die Analyse der chlorierten und polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe prinzipiell nur im Oberboden erfolgt und der jeweilige Unterboden nur bei Auffälligkeiten im Gehalt der Krumme kontrolliert wird. Triazinherbizid-Rückstände werden nur an Ackerstandorten untersucht und die Bestimmung der Korngrößen (Sand-Schluff-Ton) erfolgt nur im Erstuntersuchungsjahr.

Sämtliche Bestimmungen beziehen sich auf den auf 2 mm Korngröße gesiebten, luft-trockenen Feinboden. Nur bei der Untersuchung auf Triazinrückstände wird das frische Probenmaterial verwendet und das Ergebnis nachträglich auf die Trockensubstanz (105°) bezogen.

Bei der Diskussion der Untersuchungsergebnisse werden in erster Linie die Mittelwerte der Oberböden herangezogen. Die Ergebnisse der Unterböden werden erst bei speziellen Fragestellungen bzw. Auffälligkeiten im betreffenden Oberboden näher betrachtet.

Die Ergebnisse gelten streng genommen nur an der beprobten Untersuchungsfläche, welche ein Ausmaß von ca. 0,1 ha hat und repräsentieren den Bodenzustand zum Zeitpunkt der Probennahme.

Genauigkeit der Messergebnisse:

Jedes Messergebnis ist fehlerbehaftet (Bodenschutzbericht 1998, Seiten 26 ff). Die Angabe der Untersuchungsergebnisse ist daher folgendermaßen zu verstehen:

Messwert ± Analysenfehler

Die folgende Tabelle listet die **Analysenfehler** der untersuchten Parameter auf.

Der **absolute** Analysenfehler (angegeben in der Messeinheit des betreffenden Parameters) gilt entsprechend seiner Bestimmungsmethodik nur für die Durchschnittsgehalte (Medianwerte des Steiermarkrasters) der Parameter. Bei höheren Werten ist er entsprechend größer. Hier empfiehlt sich zur Abschätzung der Sicherheit des Analysenergebnisses die Verwendung des **prozentuellen** Analysenfehlers. Bei niedrigen Gehalten würde der prozentuelle Analysenfehler kleinere Schwankungen ergeben, was aber nicht zutrifft, sodass hier auch der absolute Analysenfehler den wahren Verhältnissen am nächsten kommt.

In der Praxis hat sich zur Abschätzung der Sicherheit der Analysenergebnisse also folgende Vorgangsweise bewährt:

- Niedrige Gehalte bis Medianwerte: **Messwert ± absoluter Analysenfehler**
- Höhere Gehalte als der Medianwert: **Messwert ± prozentueller Analysenfehler**

→ Beim Vergleich zwischen zwei Messwerten muss - da ja beide fehlerbehaftet sind - die Differenz der Werte mindestens den **zweifachen Analysenfehler** betragen, damit ein Unterschied der Gehalte gesichert ist.

Beim Vergleich der Schwermetallgehalte mit ihrem Normalwert wurde der zweifache Analysenfehler bereits im Richtwert inkludiert, sodass ein unmittelbarer Vergleich möglich ist.

Analysenfehler (AF) der Untersuchungsparameter:

Parameter	Messeinheit	AF - absolut (in der Messeinheit)	AF - prozentuell (in % bez. Median)
Sand	%	4,24	13
Schluff	%	5,66	11
Ton	%	4,24	35
Humus	%	0,57	11
P2O5	mg/100g	2,83	51
K2O	mg/100g	4,24	24
pH-Wert	---	0,14	3
CaCO ₃ > 0	%	0,14	140
CaKat	mg/100g	22,63	9
MgKat	mg/100g	3,39	14
KKat	mg/100g	3,54	28
NaKat	mg/100g	0,28	24
Mg	mg/100g	1,41	9
Bor	mg/kg	0,14	47
EDTA-Cu	mg/kg	0,71	14
EDTA-Zn	mg/kg	1,56	24
EDTA-Mn	mg/kg	31,11	11
EDTA-Fe	mg/kg	103,24	20
Fluor	mg/kg	0,11	22
Cu	mg/kg	3,25	13
Zn	mg/kg	6,93	7
Pb	mg/kg	2,69	11
Cr	mg/kg	4,81	12
Ni	mg/kg	2,55	9
Co	mg/kg	1,27	10
Mo	mg/kg	0,08	10
Cd	mg/kg	0,03	13
Hg	mg/kg	0,03	25
As	mg/kg	1,27	11
PAH-Summe	µg/kg	15,56	34
DDT > 15	µg/kg	14,85	47

Für die beiden chlorierten Kohlenwasserstoffe **Lindan** und **HCB** konnte der Analysenfehler nicht errechnet werden, da die selten gefundenen Rückstände meist kleiner als die Bestimmungsgrenze waren. Der Analysenfehler dürfte aber in der Größenordnung desjenigen für DDT liegen.

Rückstände des Maisherbizids **Atrazin** weisen im Boden eine große örtliche und zeitliche Variabilität auf. Der Analysenfehler liegt in der Größenordnung von ± 20 µg/kg.

Die nachstehende Tabelle zeigt einen Vergleich der **Mediangehalte** der untersuchten Parameter in den Oberböden der steirischen Rasterstandorte und der Untersuchungsstandorte im Bezirk Leibnitz.

Durchschnittsgehalte im Oberboden:

Parameter	Einheit	Mediangehalte (Bez. Leibnitz)	Mediangehalte (Raster Steiermark)
Sand	%	29,50	34,00
Schluff	%	50,00	48,00
Ton	%	14,00	17,00
Humus	%	2,95	5,40
P2O5	mg/100g	10,95	5,50
K2O	mg/100g	21,50	17,50
pH-Wert	---	5,78	5,35
CaCO ₃ > 0	%	0,20	0,10
CaKat	mg/100g	234,50	242,75
MgKat	mg/100g	20,45	24,08
KKat	mg/100g	20,25	12,65
NaKat	mg/100g	0,84	1,15
Mg	mg/100g	13,00	16,00
Bor	mg/kg	0,35	0,30
EDTA-Cu	mg/kg	6,10	5,00
EDTA-Zn	mg/kg	5,60	6,57
EDTA-Mn	mg/kg	241,75	282,75
EDTA-Fe	mg/kg	344,50	516,00
Fluor	mg/kg	1,10	0,51
Cu	mg/kg	25,48	25,40
Zn	mg/kg	95,43	94,88
Pb	mg/kg	21,73	24,15
Cr	mg/kg	43,72	40,92
Ni	mg/kg	29,08	27,33
Co	mg/kg	13,00	12,95
Mo	mg/kg	0,85	0,80
Cd	mg/kg	0,20	0,24
Hg	mg/kg	0,10	0,12
As	mg/kg	11,27	11,45
PAH-Summe	µg/kg	52,75	45,50
DDT > 15	µg/kg	48,50	31,50

Aus dem **Vergleich der Durchschnittsgehalte** der Steiermark mit jenen der Böden im Bezirk Leibnitz läßt sich grob gesehen folgendes erkennen:

- Der vergleichsweise hohe Anteil an ackerbaulich genutzten Flächen im Bezirk Leibnitz bedingt einen niedrigeren Durchschnittsgehalt an Humus und erhöhte Werte der durch Düngungsmaßnahmen beeinflussten Parameter Phosphor, Kalium und Fluor.

Allgemeine Bodenparameter und Nährstoffe:

Zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse werden in erster Linie die " Richtlinien für sachgerechte Düngung" - 5. Auflage des Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft von 1999 herangezogen.

Sand, Schluff, Ton:

Die Bestimmung dieser drei Korngrößenfraktionen erfolgt laut Bodenschutzprogramm-Verordnung nur im Erstbeprobungsjahr und kann aus analytischen Gründen nur bis zu einem Humusgehalt von maximal 15 % durchgeführt werden.

Allgemeines:

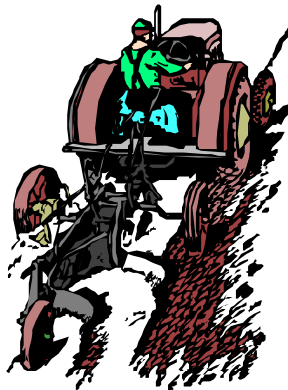
Die Korngrößenverteilung im Boden hat einen großen Einfluss auf Ertragsfähigkeit, Bearbeitbarkeit und Filtervermögen des Bodens. Die grobe Einteilung des mineralischen Bodenmaterials in Sand (63 - 2000 μm), Schluff (2 - 63 μm) und Ton (< 2 μm) ermöglicht eine Beurteilung von wichtigen Bodeneigenschaften, wie zum Beispiel der Bodenschwere:

- „Schwerer“ Boden: Tongehalt: > 25%
- „Mittlerer“ Boden: Tongehalt: 15 - 25 %
- „Leichter“ Boden: Tongehalt: < 15%

Böden mit einem hohen Tonanteil besitzen eine große Filterkapazität, was für das Bindevermögen von Schadstoffen günstig ist, andererseits aber die Bearbeitbarkeit erschwert. Umgekehrtes gilt für Böden mit einem hohen Sandanteil, sodass Schluff- und Lehmböden mittleren Tongehaltes bei gutem Gefüge die günstigste Konstellation chemischer und physikalischer Eigenschaften darstellen.

Die Bodenschwere ist auch ein wichtiger Einflussfaktor bei der Beurteilung der Nährstoffversorgung mit Kalium, Magnesium und Bor, sowie zur Charakterisierung des anzustrebenden Mindesthumusgehaltes und Säuregrades im Boden.

Die Bestimmung der Korngrößen erfolgt nach ÖNORM L1061.



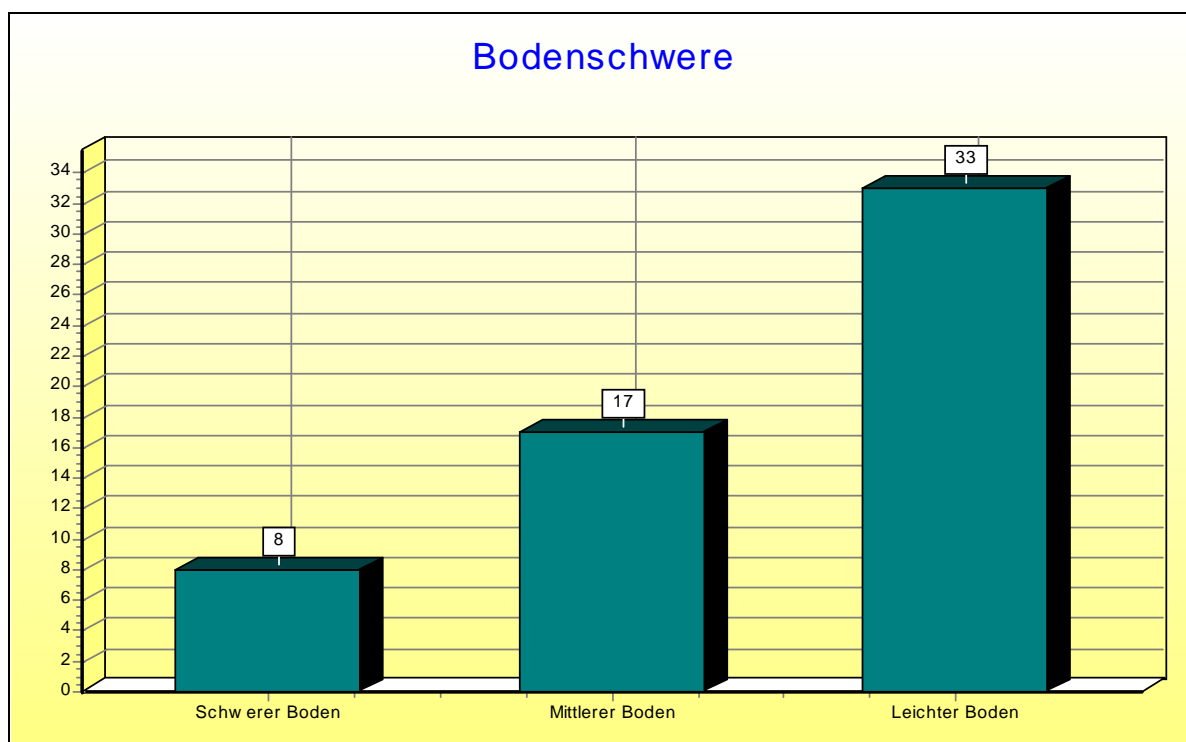
Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen der **Bodenschwere** im Bezirk Leibnitz lauten:

Bodenschwere	Anzahl Standorte		
	„schwer“	„mittel“	„leicht“
Grünland	4	5	9
Acker	2	8	21
Sonderkultur	2	4	3
Alle Standorte in LB in %	14 %	29 %	57 %
Steiermark - Raster in %	15 %	49 %	36 %

→ Im Vergleich zu den landesweiten Erhebungen wurden im Bezirk Leibnitz deutlich mehr leichte und weniger mittelschwere Böden erfasst. Der Anteil an schweren Böden (**LEI 8, LBA 3, 6 + 7, LBC 4, LBX 11, 13 + 15**) ist etwa gleich.

Acht Standorte (**LEI 4, 5 + 6, LBC 8, LBX 6, 7, 8 + 14**) sind sogenannte "Schluffböden" mit mehr als 75 % Schluffanteil. Es sind bis auf eine Ausnahme (LEI 5) leichte Böden, welche bis auf den Grünlandstandort LEI 4 ackerbaulich genutzt werden.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen der Bodenschwere

Humus:

Allgemeines:

Der Humusgehalt bzw. die organische Substanz eines Bodens ist definiert als die Gesamtheit der abgestorbenen pflanzlichen und tierischen Stoffe sowie deren Umwandlungsprodukte in und auf dem Boden.

Humus zählt zu den wichtigsten Bestandteilen eines Bodens. Er beeinflusst das Wasser- Nährstoff- und auch Schadstoffspeichervermögen ebenso, wie die Pufferkapazität oder die Strukturstabilität in positivem Sinne. Humus ist deshalb nicht nur ein wesentlicher Faktor der Bodenfruchtbarkeit, sondern er hat auch einen bedeutenden Anteil an der Schutzfunktion des Bodens für die Nahrungskette und das Grundwasser.

Der Humusanteil des Bodens ist ständigen Um-, Auf- und Abbauprozessen unterworfen und daher eine veränderliche und beeinflussbare Größe. Huminstoffe können mit Tonteilchen relativ starke Bindungen eingehen. Dadurch entsteht im Boden ein stabiles Aggregatgefüge. Die Bindung an die Tonminerale macht die organischen Stoffe resistenter gegen mikrobiellen Abbau.

Die Fähigkeit der Huminstoffe Metall-organische Komplexe bilden zu können ist von größter Wichtigkeit für die komplizierten Vorgänge der Pflanzenverfügbarkeit von Nähr- und Schadstoffen.

Ein ausführlicher, vertiefender Beitrag zur Bedeutung des Humusgehaltes im Boden wurde im Bodenschutzbericht 1992 und auf der dem Bodenschutzbericht 2000 beigelegten CD-ROM veröffentlicht ("Humus in steirischen Böden" von Dr. Max Eisenhut †, ehem. Bundesanstalt für Bodenvirtschaft - Außenstelle Graz).

Der anzustrebende Mindesthumusgehalt im Boden ist in Abhängigkeit zur Bodenschwere unterschiedlich. Während auf leichten Böden ein entsprechender Humusgehalt eine niedrige Sorptionsleistung teilweise ausgleicht bzw. diese erhöht, erfüllt er in schweren Böden in erster Linie die Aufgabe den Boden zu lockern und die Krümelbildung zu fördern.

Anzustrebender Mindesthumusgehalt in Ackerböden in Abhängigkeit zum Tongehalt (Bodenschwere):

Tongehalt	Anzustrebender Mindesthumusgehalt
unter 15 %	1,5 %
von 15 - 25 %	2,0 %
über 25 %	2,5 %

Im Grünland besteht keine Gefahr der Unterschreitung der Mindestgehalte.

Die Bestimmung des Humusgehaltes erfolgt nach ÖNORM L1081 (Bestimmung durch Nassoxydation).

Untersuchungsergebnisse:

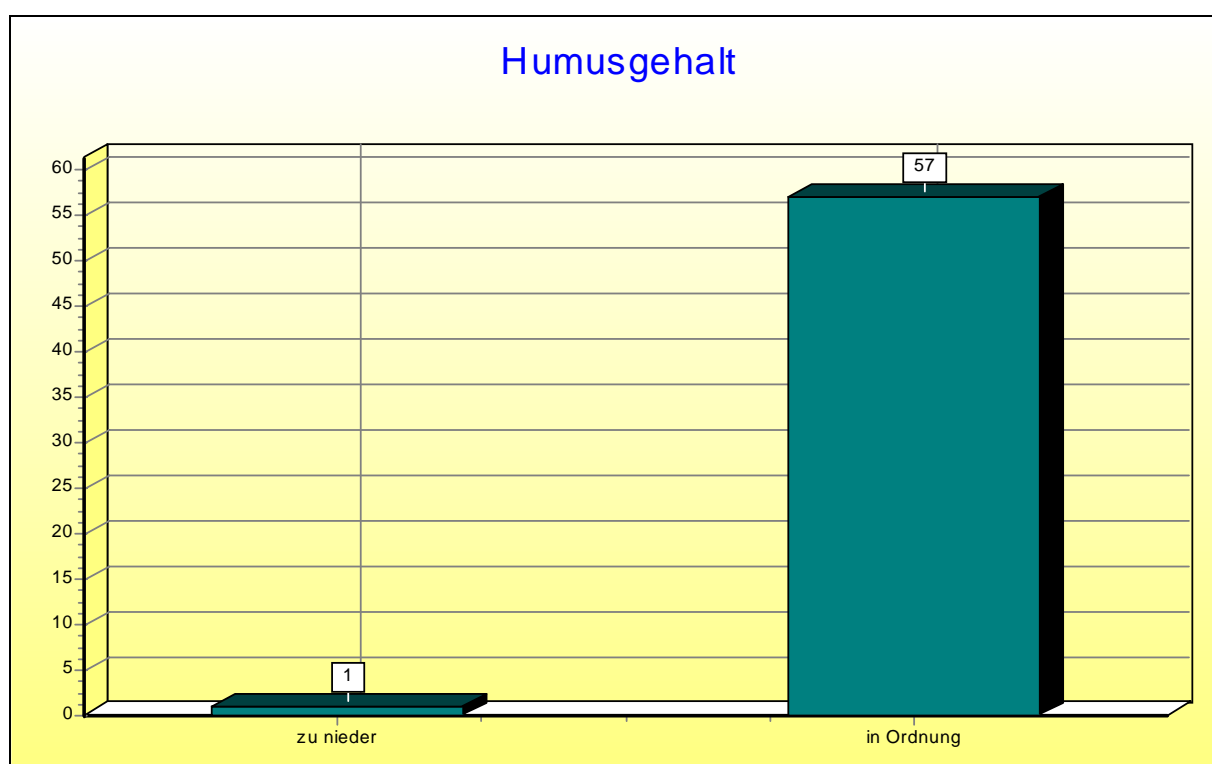
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Humusgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

Humusgehalt	Anzahl Standorte	
	„zu nieder“	„in Ordnung“
Grünland	0	18
Acker	1	30
Sonderkultur	0	9
Alle Standorte in LB in %	2 %	98 %
Steiermark - Raster in %	3 %	97 %

➔ Im Bezirk Leibnitz wurde vergleichbar mit den bisherigen landesweiten Untersuchungsergebnissen nur ausnahmsweise ein zu geringer Humusgehalt im Boden festgestellt.

Es handelt sich um den schweren, tonreichen Ackerboden des Standortes **LBA 6**, der im Mittel der beiden Untersuchungsjahre 1992/93 geringfügig unter dem anzustrebenden Mindesthumusgehalt von 2,5 % liegt.

Um den Gehalt an organischer Substanz im Boden zu heben sind landwirtschaftliche Maßnahmen zur Humusvermehrung anzuraten.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Humusgehaltes

pH-Wert:

Allgemeines:

Der pH-Wert des Bodens wird auch Acidität oder Säuregrad genannt und hat maßgeblichen Einfluss auf die Mobilisierbarkeit von Metallen (Nährstoffhaushalt und Verfügbarkeit von Schadstoffen).

Im Zuge von Umweltdiskussionen hat die Befürchtung einer zunehmenden Bodenversauerung in den letzten beiden Jahrzehnten immer wieder zu Bedenken gegeben. Dazu kann allgemein gesagt werden, dass der Boden am besten vor Versauerung geschützt ist, wenn seine Austauschkapazität hoch und diese mit Erdalkali-Ionen (Kalzium, Magnesium) gut abgesättigt ist, oder wenn freies Karbonat im Boden vorliegt. Die natürlichen sowie die durch Bewirtschaftung bedingten, unvermeidlichen Basenverluste werden damit kompensiert. In humusarmen Sandböden kann die Versauerung allerdings innerhalb kurzer Zeit schwerwiegende Ausmaße erreichen. Die bisherigen Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung in der Steiermark ergaben keinen Hinweis auf eine zunehmende Versauerung der landwirtschaftlich genutzten Böden.

Durch die Abhängigkeit des pH-Wertes vom Humusgehalt sind bei vergleichbarem bodenbildenden Ausgangsmaterial ackerbaulich genutzte Böden nicht so sauer wie Grünlandstandorte.

In der landwirtschaftlichen Praxis kann ein zu niedriger pH-Wert durch eine Kalkung angehoben werden.

Anzustrebender Säuregrad in Abhängigkeit zur Bodenschwere:

Bodenschwere (Tongehalt)	Anzustrebender Säuregrad	
	Ackerland, Wein- und Obstgärten	Grünland
unter 15 %	um 5.5	um 5.0
15 - 25 %	um 6.5	um 5.5
über 25%	um 7.0	um 6.0

Die Bestimmung des pH-Wertes erfolgt nach ÖNORM L1083 durch Messung der Wasserstoffionenaktivität einer Suspension von Boden in einer CaCl₂ - Lösung.

Untersuchungsergebnisse:

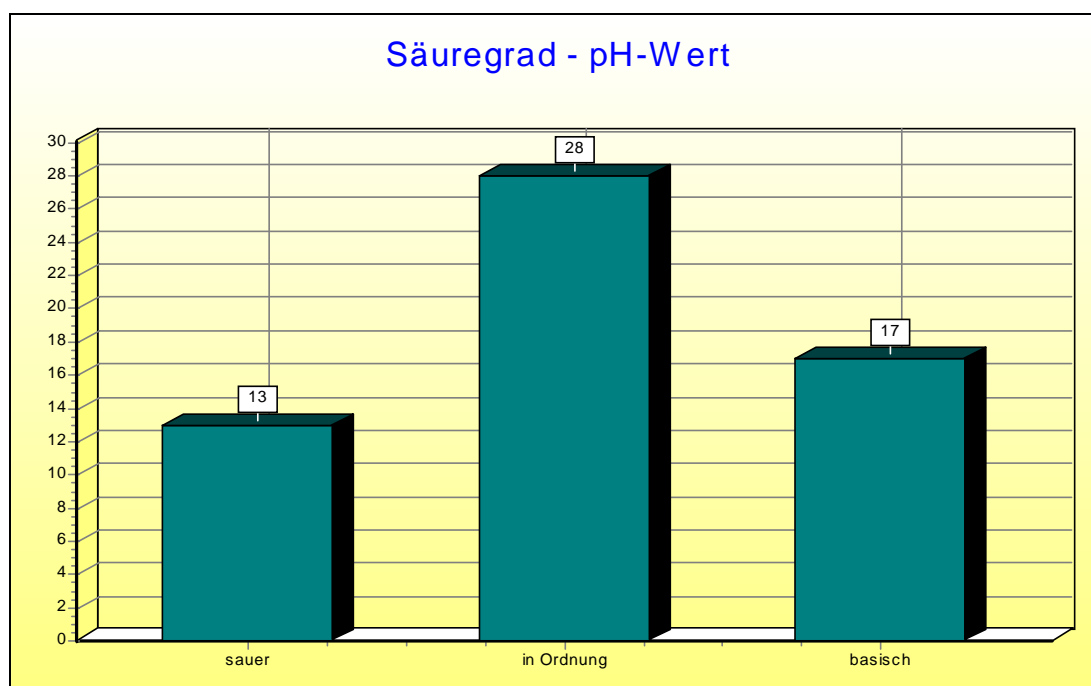
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Säuregrades** im Bezirk Leibnitz lauten:

Anzahl Standorte			
Säuregrad	„sauer“	„in Ordnung“	„basisch“
Grünland	3	9	6
Acker	7	16	8
Sonderkultur	3	3	3
Alle Standorte in LB in %	22 %	48 %	29 %
Steiermark - Raster in %	38 %	49 %	13 %

→ Im Bezirk Leibnitz ist vergleichbar mit den landesweiten Untersuchungsergebnissen der Säuregrad etwa an der Hälfte der Untersuchungsstandorte in Ordnung. Der Prozentanteil der basischen Böden ist sogar mehr als doppelt so hoch als der Landeschnitt. Der Anteil der sauren Böden in Leibnitz ist deutlich niedriger.

Die Ursache dieser erfreulichen Tendenz - sie ist auf Grund des vorherrschenden kalkarmen Ausgangsmaterials der Böden unerwartet - dürften regelmäßige Kalkungen der landwirtschaftlichen Flächen sein.

Dennoch ist an 13 Standorten (**LEI 5 + 8, LBA 4 + 9, LBB 1, 2 + 7, LBC 1, 2 + 5, LBX 2, 3 + 15**) noch der pH-Wert zu nieder, sodass an diesen Flächen als bodenverbessernde Maßnahme eine Kalkung angebracht ist.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des pH-Wertes

Kalk (CaCO₃):

Allgemeines:

Etwa 90 % der untersuchten steirischen Böden weisen einen Kalkgehalt von 0-0,5 % auf - sind also weitestgehend kalkfrei. Einige wenige Böden im Bereich der nördlichen Kalkalpen erreichen extrem hohe Gehalte über 30 % Kalk.

Da der Kalkgehalt der wesentlichste Einflussfaktor der Bodenacidität ist, ist ihm besondere Bedeutung beizumessen.

Verbunden mit dem naturgegeben niedrigen Kalkgehalt der steirischen Böden ergibt sich im Zusammenspiel mit anderen Faktoren (hoher Humusgehalt, leichter sandiger Boden, anhaltende saure Depositionen u. a.) an vielen Standorten zwangsläufig das Problem der Bodenversauerung. Um dem zu entgegen ist die Verhinderung von Umwelteinflüssen zwar ein wichtiges Ziel, sie ist aber letztlich nur eine Einflussgröße von vielen.

Für eine effiziente Bodenverbesserung ist es notwendig dem Boden den fehlenden Kalk im Zuge der landwirtschaftlichen Bearbeitung zuzuführen. Bei Böden deren pH-Wert unter dem optimalen Bereich liegt, bedarf es einer **Gesundungskalkung**, zur Aufrechterhaltung des optimalen pH-Bereiches müssen **Erhaltungskalkungen** durchgeführt werden.

Bewertungsklassen des Kalkgehaltes:

Kalkgehalt in %	Kalkgehalt
0	kein
0 - 0.5	niedrig
0.6 - 1.5	mittel
1.6 - 5.0	hoch
über 5.0	sehr hoch

Bemerkung: Wie bereits im Bodenschutzbericht 2000 erwähnt, erscheint eine Unterteilung in fünf Bewertungsklassen unsinnig, da eine Differenzierung zwischen "keinem" und "niedrigem" Kalkgehalt auf Grund des Analysenfehlers nicht möglich ist. Eine Differenzierung in drei Bewertungsklassen (0-0,5 / 0,6-5 / >5) erscheint ausreichend.

Die Bestimmung des Kalksgehaltes erfolgt nach ÖNORM L1084 (Methode nach Scheibler).

Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Kalkgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

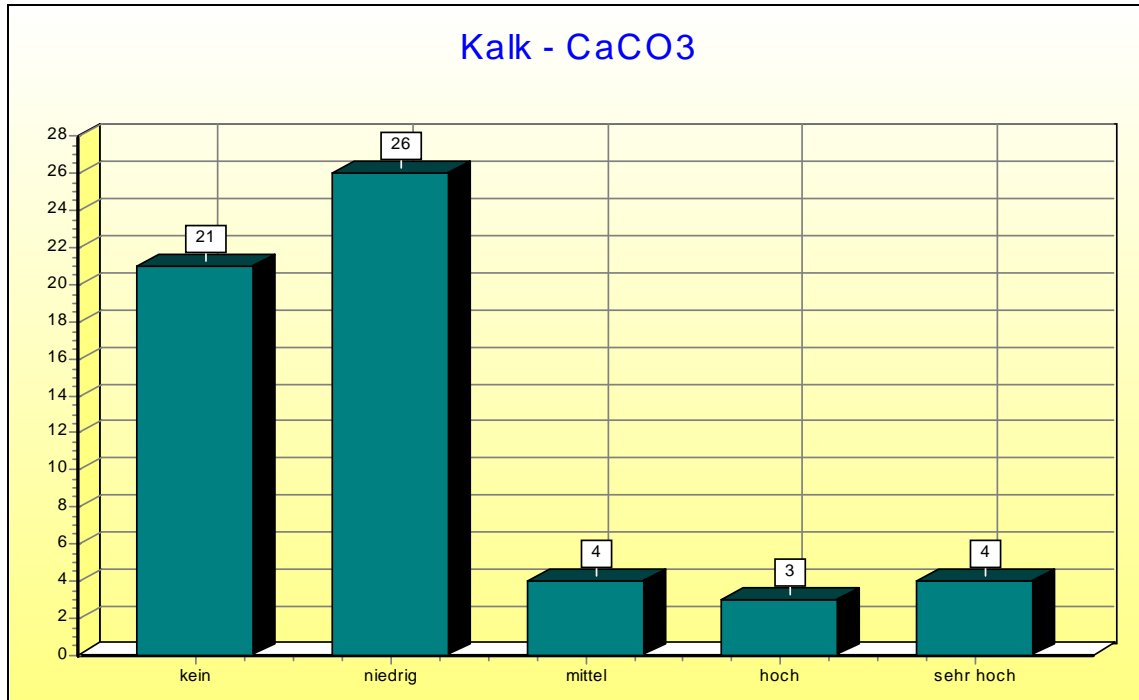
Anzahl Standorte

Kalkgehalt	„kein“	„niedrig“	„mittel“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	4	9	2	2	1
Acker	14	14	1	0	2
Sonderkultur	3	3	1	1	1
Alle Standorte in LB in %	36 %	45 %	7 %	5 %	7 %
Steiermark - Raster in %	61 %	30 %	2 %	4 %	3 %

→ Wie auch bei den landesweiten Rasteruntersuchungen, liegt der überwiegende Anteil der Standorte des Bezirkes Leibnitz ebenfalls im weitestgehend kalkfreien Konzentrationsbereich von 0 - 0,5 % Kalk.

Nur 19 % der untersuchten Standorte haben einen natürlichen Kalkgehalt über 0,5 %.

Um einen ausreichend hohen Säuregrad im Boden zu erreichen bzw. zu erhalten sind daher gelegentliche Kalkungen notwendig.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Kalkgehaltes

Phosphor / Phosphat (P₂O₅):

Allgemeines:

Der natürliche Gesamtgehalt der Böden an Phosphor beträgt laut Scheffer / Schachtschabel (1984) 0,02 - 0,08 % Phosphor, was umgerechnet etwa 46 - 183 mg P₂O₅ pro 100 g Boden entspricht. Der Großteil des Phosphor ist in mineralischen Phosphaten gebunden, weiters gibt es auch organische Phosphorverbindungen. Nur ein geringer Teil dieses Gesamtphosphors befindet sich in der Bodenlösung und steht somit den Pflanzen als Nährstoff zur Verfügung.

Bei der zur Düngeberatung angewandten Gehaltsbestimmung im Boden wird ein Extraktionsverfahren durchgeführt, welches den pflanzenverfügbaren Anteil des im Boden enthaltenen Phosphats annähernd ermitteln soll. Dieser Gehalt wird dann für die Bemessung von Düngegaben herangezogen.

Bei den bisherigen Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes wurde festgestellt, dass der pflanzenverfügbare Phosphatgehalt in der Steiermark von Natur aus sehr niedrig ist und nur selten auf Grund von Düngegaben sehr hohe Gehalte erreicht.

Überdüngungen mit Phosphor sind insofern problematisch, als über Bodenerosion und Versickerung eine Nährstoffbelastung der Oberflächengewässer erfolgt, welche zu übermäßigem Algenwachstum und letztlich zum "Kippen" der Gewässer führen kann.

Als Hilfe für Düngegaben in der landwirtschaftlichen Praxis werden von der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft Aktionen zur Untersuchung der Böden und die Erstellung von Düngeplänen angeboten. Leider musste in den letzten Jahren festgestellt werden, dass von dieser Serviceleistung - obwohl sie zu vergünstigten Tarifen durchgeführt wird - immer weniger Gebrauch gemacht wird und Düngungen "nach Gefühl und Erfahrung" erfolgen.

Gehaltsstufen des Nährstoffes Phosphor (in mg P₂O₅/100g):

GEHALTSSTUFE	Ackerland, Wein- und Obstgärten, Feldgemüse	Grünland
sehr niedrig	unter 6	unter 6
niedrig	6 - 10	6 - 10
ausreichend	11 - 25	11 - 15
hoch	26 - 40	16 - 40
sehr hoch	über 40	über 40

Die Bestimmung des Phosphatgehaltes erfolgt in Böden mit einem pH-Wert unter 6 nach ÖNORM L1088 (DL-Methode), bei höheren pH-Werten (≥ 6) nach ÖNORM L1087 (CAL-Methode).

Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Phosphorgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

Anzahl Standorte

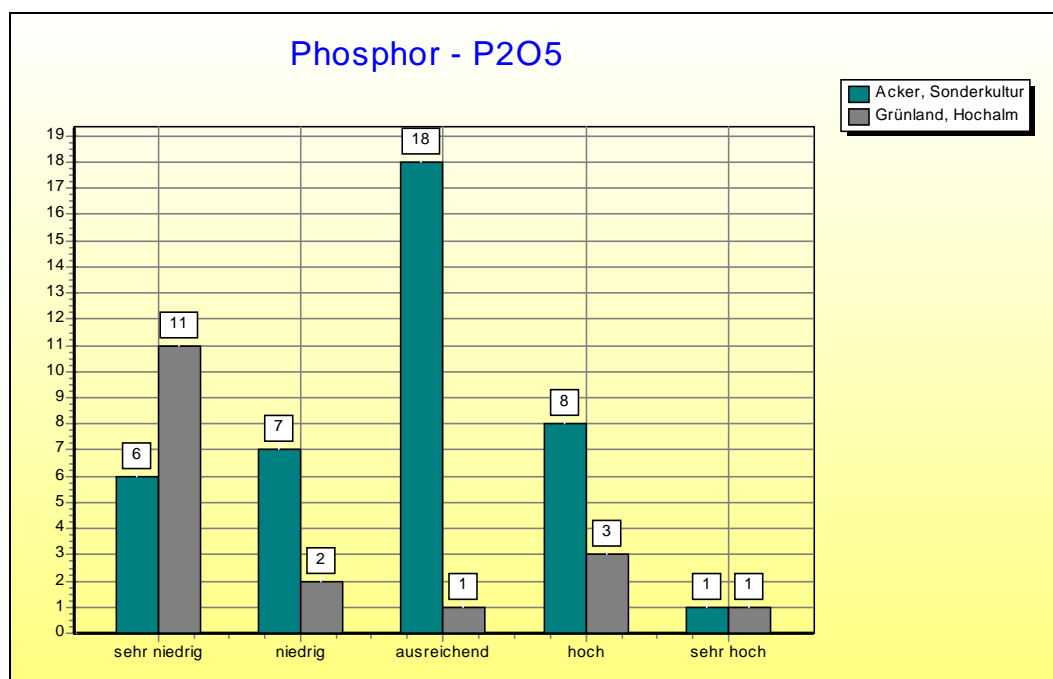
Phosphorgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	11	2	1	3	1
Acker	5	6	13	7	0
Sonderkultur	1	1	5	1	1
Alle Standorte in LB in %	29 %	16 %	33 %	19 %	3 %
Steiermark - Raster in %	48 %	21 %	20 %	9 %	2 %

→ Im prozentuellen Vergleich zu den landesweiten Rasteruntersuchungen sind im landwirtschaftlich intensiv genutzten Bezirk Leibnitz weniger Standorte in den beiden unteren Versorgungsklassen - dafür mehr in den Klassen ausreichender bzw. hoher Phosphorversorgung.

Der Anteil der Standorte mit hoher bzw. sehr hoher Phosphorversorgung liegt bei 22 % und ist somit doppelt so hoch wie der Landesdurchschnitt !

Die Standorte mit sehr hoher Phosphorversorgung sind die Weinanlage **LBC 9** und das Grünland **LBX 4**. Den betreffenden Bauern wird empfohlen sich mit der zuständigen Düngeberatungsstelle der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in Verbindung zu setzen und ihre Bewirtschaftungsweise dahingehend zu ändern, dass künftig Überdüngungen vermieden werden.

Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit Phosphormangel (45 % der untersuchten Standorte) ist entsprechend einer fachkundigen Bodenuntersuchung eine Düngung sinnvoll.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Phosphorgehaltes

Kalium (K₂O):

Allgemeines:

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) weist Kalium von allen Nährstoffen in der Regel den höchsten Gehalt in den Pflanzen auf und ist auch in Gesteinen häufig zu einem hohen Anteil vertreten. Der Gehalt der Böden an Gesamtkalium liegt meist zwischen 0,2 und 3,3 % Kalium, was umgerechnet etwa 240 - 4000 mg K₂O/100 g Boden entspricht. Der pflanzenverfügbare Anteil davon ist viel geringer.

Bei der zur Düngeberatung angewandten Gehaltsbestimmung im Boden wird wie beim Phosphor ein Extraktionsverfahren durchgeführt, welches den pflanzenverfügbaren Anteil des im Boden enthaltenen Kaliums annähernd ermitteln soll. Dieser Gehalt wird dann für die Bemessung von Düngegaben herangezogen. Die Untersuchung der landwirtschaftlich genutzten Böden und Erstellung von Düngeplänen erfolgt im Zuge von Aktionen der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft.

Bei den bisherigen Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes wurde festgestellt, dass der pflanzenverfügbare Kaliumgehalt steirischer Böden vor allem in Sonderkulturen häufig zu hohe Werte aufweist. Aber auch bei Acker- und Grünlandflächen kommt es in den landwirtschaftlich intensiv genutzten Gebieten der Steiermark häufiger als beim Phosphor zu Überdüngungen. An derartigen Standorten ist bis zur Normalisierung der Bodengehalte von weiteren Düngegaben abzusehen.

Gehaltsstufen des Nährstoffes Kalium (in mg/100g):

	Ackerland, Wein- und Obstgärten, Feldgemüse			
Gehaltsstufe	Ton unter 15 %	Ton 15 - 25 %	Ton über 25 %	Dauer- grünland
sehr niedrig	unter 6	unter 8	unter 10	unter 6
niedrig	6 - 10	8 - 13	10 - 16	6 - 10
ausreichend	11 - 21	14 - 25	17 - 29	11 - 20
hoch	22 - 35	26 - 40	30 - 45	21 - 40
sehr hoch	über 35	über 40	über 45	über 40

Die Bestimmung des Kaliumgehaltes erfolgt in Böden mit einem pH-Wert unter 6 nach ÖNORM L1088 (DL-Methode), bei höheren pH-Werten (≥ 6) nach ÖNORM L1087 (CAL-Methode).

Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Kaliumgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

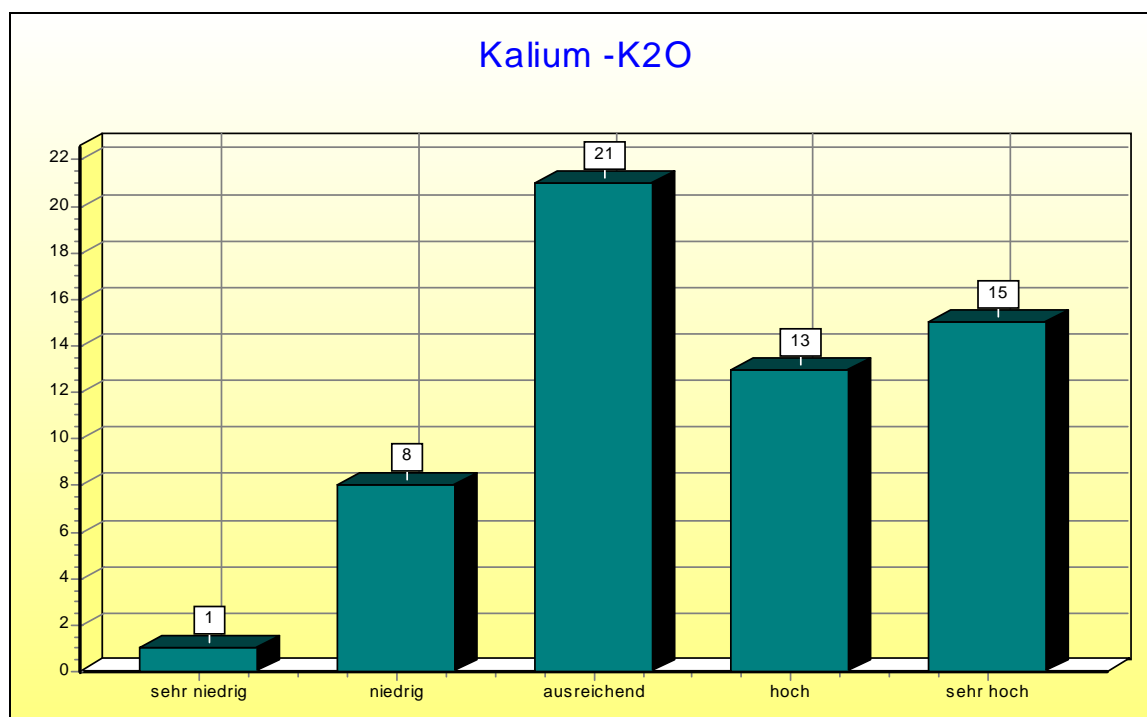
Kaliumgehalt	Anzahl Standorte				
	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	3	7	4	4
Acker	1	5	11	8	6
Sonderkultur	0	0	3	1	5
Alle Standorte in LB in %	2 %	14 %	36 %	22 %	26 %
Steiermark - Raster in %	2 %	17 %	48 %	25 %	8 %

→ Im Vergleich mit den landesweiten Rasteruntersuchungen fällt im Bezirk Leibnitz vor allem der deutlich höhere Anteil der Standorte mit sehr hoher Kaliumversorgung auf. Kaliummangel ist wie generell in der Steiermark selten.

Beinahe die Hälfte der untersuchten Standorte im Bezirk Leibnitz weist bei der Versorgung mit dem Nährstoff Kalium Überdüngungen auf !

Folgende Standorte liegen bei der Kaliumversorgung in der Gehaltsklasse "sehr hoch": **LEI 1, 6 + 9, LBA 4, LBB 2, 5 + 9, LBC 4, 7 + 9, VFA 3, LBX 4, 6, 11 + 13.**

Es wird empfohlen Düngungen nur entsprechend einer fachkundigen Bodenuntersuchung und Empfehlung durch die Düngeberatungsstelle der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft durchzuführen, um künftig Überdüngungen zu vermeiden.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Kaliumgehaltes

Magnesium (Mg):

Allgemeines:

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) liegt der Gesamtgehalt an Magnesium in MgCO_3 - freien Böden im Bereich von 0,05 - 0,5 %, was umgerechnet etwa 50 - 500 mg Mg /100 g Boden entspricht. Für die Magnesiumversorgung der Pflanzen ist vor allem das austauschbare Magnesium von Bedeutung, da dieses mit der Bodenlösung in einem sich schnell einstellenden Gleichgewicht steht.

Für Routineuntersuchungen zur Erfassung des mehr oder weniger hohen Anteils an austauschbarem Magnesium wird üblicherweise das Extraktionsverfahren nach Schachtschabel angewandt. Als Extraktionslösung wird eine CaCl_2 - Lösung verwendet. Bei der Bestimmung der austauschbaren Kationen (Ca, Mg, K, Na) im Zuge der Abschätzung der Kationenaustauschkapazität wird als Extraktionslösung eine BaCl_2 - Lösung verwendet.

Es besteht eine enge Beziehung zwischen den Magnesiumgehalten aus den beiden Extraktionsverfahren. Dabei beträgt der nach Schachtschabel ermittelte Magnesiumgehalt im Mittel 65 % des BaCl_2 - Extraktes und wird üblicherweise als "pflanzenverfügbarer" Anteil definiert.

Eine hohe Kaliumkonzentration in der Bodenlösung hat auf die Pflanzenaufnehmbarkeit von Magnesium einen negativen Einfluss (Ionenkonkurrenz).

Die bisherigen Untersuchungen in der Steiermark zeigten dass über drei Viertel der Böden hohe bzw. sehr hohe Magnesiumgehalte aufweisen. Ob die Werte rein geologisch bedingt sind, oder fallweise auch aus Düngegaben (magnesiumhaltige Düngekalke, Patentkali) resultieren, ist unbekannt.

Generell kann gesagt werden, dass eine gezielte Magnesiumdüngung nur in Ausnahmefällen wirklich sinnvoll ist. An ackerbaulich genutzten Standorten mit niedrigem pH-Wert, wo auch die prozentuellen Gehalte der austauschbaren Kationen Magnesium und Kalium auf einen Magnesiummangel schließen lassen, wäre die Verwendung eines magnesiumhaltigen Düngekalkes möglich.

Gehaltsstufen des Nährstoffes Magnesium (in mg/100g):

Gehaltsstufe	Ton unter 15 %	Ton 15 - 25 %	Ton über 25 %
sehr niedrig	-	unter 3	unter 4
niedrig	unter 5	3 - 5	4 - 7
ausreichend	5 - 7	6 - 10	8 - 13
hoch	8 - 15	11 - 19	14 - 22
sehr hoch	über 15	über 19	über 22

Die Bestimmung des Magnesiumgehaltes erfolgt nach ÖNORM L1093 (Methode nach Schachtschabel).

Untersuchungsergebnisse:

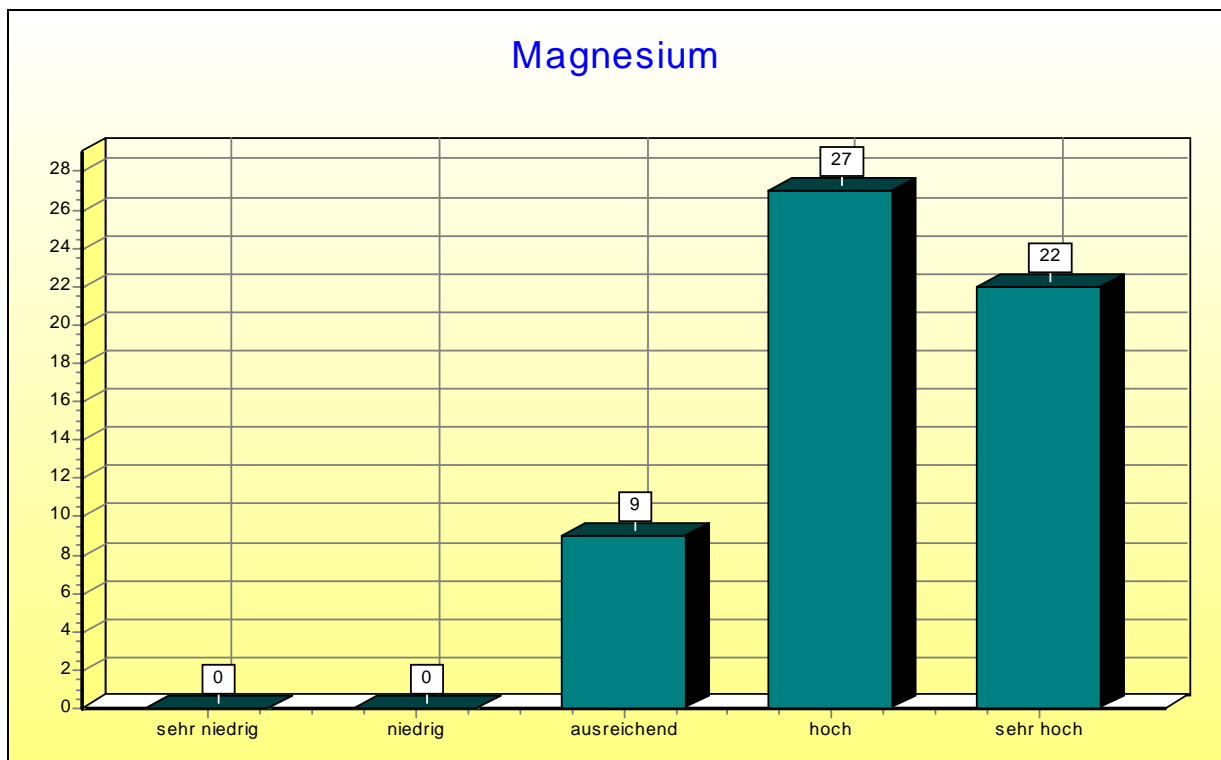
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Magnesiumgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

Anzahl Standorte

Magnesiumgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	1	7	10
Acker	0	0	7	17	7
Sonderkultur	0	0	1	3	5
Alle Standorte in LB in %	0 %	0 %	16 %	47 %	38 %
Steiermark - Raster in %	0 %	8 %	15 %	34 %	43 %

→ Vergleichbar mit den landesweiten Rasteruntersuchungen liegt der Großteil der im Bezirk Leibnitz untersuchten Standorte in den beiden höchsten Gehaltsklassen der Magnesiumversorgung.

Negative Auswirkungen einer Magnesium-Übersversorgung der Böden sind nicht bekannt. Die Fachliteratur nennt nur Mangelerscheinungen bei Pflanzen. Magnesiummangel ist am ehesten auf Grund von Auswaschung auf sorptionsschwachen (sandigen) Böden möglich.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Magnesiumgehaltes

Bor (B):

Allgemeines:

Das Nichtmetall Bor ist ein für die Pflanzenernährung essentieller Mikronährstoff. Besondere Bedeutung hat seine Bestimmung im Boden bei Sonderkulturen und Rüben, da sich hier Mangelercheinungen am ehesten negativ bemerkbar machen.

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) tritt **Bormangel** vor allem in trockenen und warmen Jahren auf Sandböden sowie auf trockenen Standorten tonreicher Böden auf. Dort bewirkt er zum Beispiel bei Zuckerrüben die Herz- und Trockenfäule, bei Äpfeln die Korkbildung und bei anderen Kulturen ein Absterben der jüngsten Blätter. Stark Bor - bedürftige Pflanzen sind außerdem Mais, Wein, Blumenkohl, Sellerie, Kohlrabi und andere.

Bor-Toxizität wird im humiden Klimabereich nur sehr selten beobachtet und beruht dann auf einen zu hohen Borgehalt in der Bodenlösung infolge zu hoher Bor-Düngung. Im ariden Klimabereich führt häufig die Anwendung von Beregnungswasser hoher Borkonzentration zu Ertragsdepressionen. Auch durch die Aufbringung von Klärschlamm (enthält oft hohe Konzentrationen an Boraten aus den Haushaltsabwässern) können im Boden hohe Gehalte an Bor angereichert werden. Ein Borüberschuß ist an Nekroseflecken auf den Blättern von Bor - empfindlichen Pflanzen, wie Kartoffeln, Bohnen und Getreide zu erkennen.

Zur Bestimmung der Bor-Verfügbarkeit haben sich die Extraktion des Bodens mit siedendem Wasser oder die Acetatextraktion nach Baron, welche neben dem löslichen und den Pflanzen direkt zur Verfügung stehenden Anteil auch das etwas stärker gebundene Bor erfasst, bewährt.

Gehaltsstufen des Spurenelementes Bor (in mg/kg):

Gehaltsstufe Bor	Ton unter 15 %	Ton über 15 %
sehr niedrig	< 0.2	< 0.3
mittel	um 0.6	um 0.8
sehr hoch	> 2.0	> 2.5

Die Bestimmung des Borgehaltes erfolgt nach ÖNORM L1090 (Acetatextraktion nach Baron).

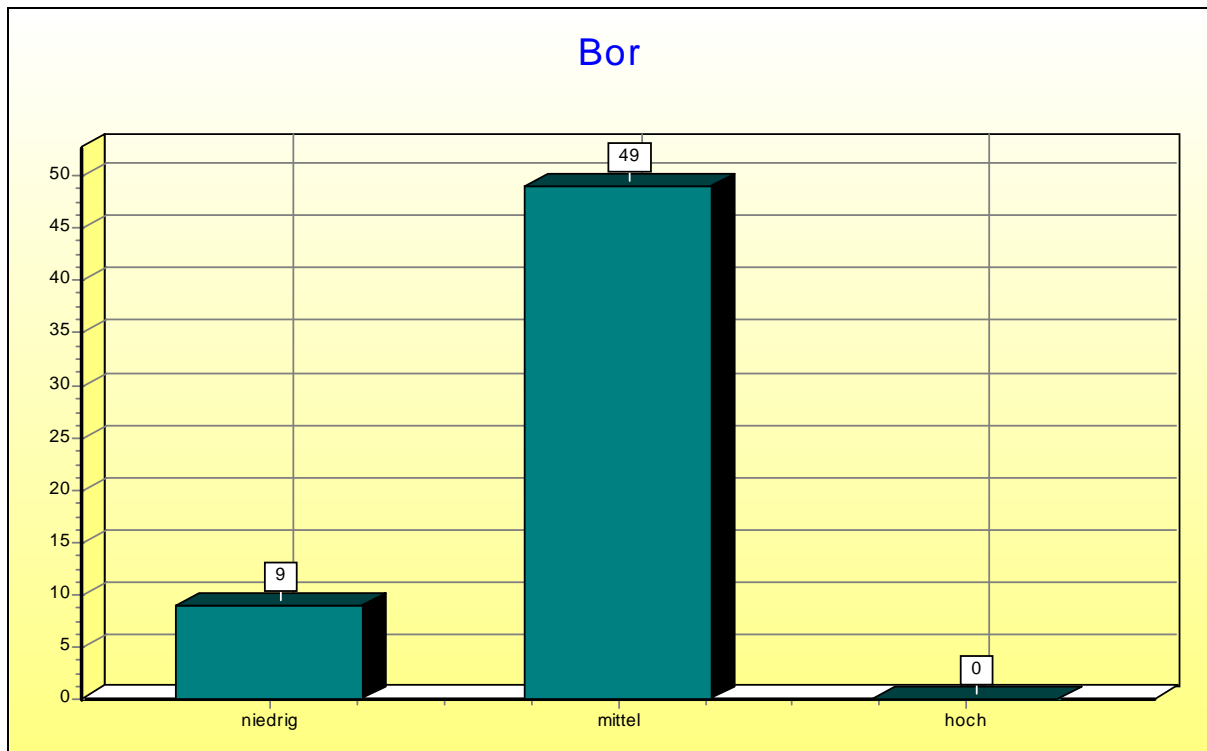
Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Borgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

Borgehalt	Anzahl Standorte		
	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	4	14	0
Acker	5	26	0
Sonderkultur	0	9	0
Alle Standorte in LB in %	16 %	84 %	0 %
Steiermark - Raster in %	21 %	78 %	1 %

→ Die im Bezirk Leibnitz untersuchten Standorte liegen alle in den Gehaltsklassen "sehr niedriger" und "mittlerer" Borversorgung und sind somit mit dem landesweiten Bodenzustand vergleichbar.

An den fünf Ackerstandorten mit sehr niedrigen Borgehalten (**LEI 5, LBB 1, 2 + 3, LBX 2**) ist im Falle einer Kultivierung von Bor - bedürftigen Pflanzen eine entsprechende Düngung sinnvoll.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Borgehaltes

Die EDTA-extrahierbaren Spurenelemente Kupfer, Zink, Mangan und Eisen:

Allgemeines:

Die Gehaltsbestimmung aus dem EDTA (Ethylendiamintetraessigsäure) - Extrakt wird dazu verwendet, um die Versorgung des Bodens mit diesen Spurenelementen abzuschätzen. Sie erfasst die für Pflanzen leicht verfügbare Schwermetallfraktion der komplexgebundenen und an der Oberfläche der Bodenpartikel angelagerten Bindungsformen der Elemente.

Man versucht so aus den Ergebnissen der EDTA-Extraktion Unterversorgungen mit den untersuchten Spurenelementen festzustellen und für Kupfer oder Zink auch Intoxikationen durch zu hohe Gehalte abzuleiten.

Eine hohe Konzentrationen an Phosphat in der Bodenlösung kann die Aufnahme der Spurenelemente in die Pflanzen vermindern.

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) tritt **Manganmangel** aber nur sehr selten auf. Eine **Unterversorgung mit Eisen** ist trotz häufig hoher Gehalte der Böden an Eisenoxiden weltweit sehr verbreitet und tritt vor allem in stark kalkhaltigen Böden auf. Die Bestimmung der Eisenverfügbarkeit durch eine Bodenuntersuchung führt nicht zu befriedigenden Ergebnissen.

Kupfermangel tritt besonders bei Podsol - Sandböden und frisch kultivierten Moorböden auf, sonst selten. Eine **hohe Kupferkonzentration** in der Bodenlösung hemmt die Aufnahme von Zink und Molybdän durch die Pflanzen und kann auf Mikroorganismen toxisch wirken.

Zinkmangel ist weltweit verbreitet und tritt besonders in karbonatreichen Böden mit hohem pH-Wert und viel organischer Substanz auf. Bei sehr hohen Gehalten in Böden wirkt **Zink toxisch** auf Pflanzen und Mikroorganismen.

Gehaltsstufen der Spurenelemente Cu, Zn, Mn und Fe (in mg/kg) im EDTA-Extrakt:

Gehaltsstufe	Kupfer (EDTA-Cu)	Zink (EDTA-Zn)	Mangan (EDTA-Mn)	Eisen (EDTA-Fe)
sehr niedrig	< 2	< 2	< 20	< 20
mittel	um 8	um 8	um 70	um 100
sehr hoch	> 20	> 20	> 200	> 300

Die Bestimmung erfolgt nach ÖNORM L1089 (EDTA-Extraktion).

Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen der **EDTA - extrahierbaren Spurenelemente Cu, Zn, Mn und Fe** im Bezirk Leibnitz lauten:

Anzahl Standorte

EDTA-Cu	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	17	1
Acker	0	30	1
Sonderkultur	0	5	4
Alle Standorte in LB in %	0 %	90 %	10 %
Steiermark - Raster in %	4 %	92 %	4 %

Anzahl Standorte

EDTA-Zn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	17	1
Acker	0	30	1
Sonderkultur	0	8	1
Alle Standorte in LB in %	0 %	95 %	5 %
Steiermark - Raster in %	0 %	94 %	6 %

Anzahl Standorte

EDTA-Mn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	6	12
Acker	0	11	20
Sonderkultur	0	4	5
Alle Standorte in LB in %	0 %	36 %	64 %
Steiermark - Raster in %	6 %	22 %	72 %

Anzahl Standorte

EDTA-Fe	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	5	13
Acker	0	11	20
Sonderkultur	0	3	6
Alle Standorte in LB in %	0 %	33 %	67 %
Steiermark - Raster in %	0 %	12 %	88 %

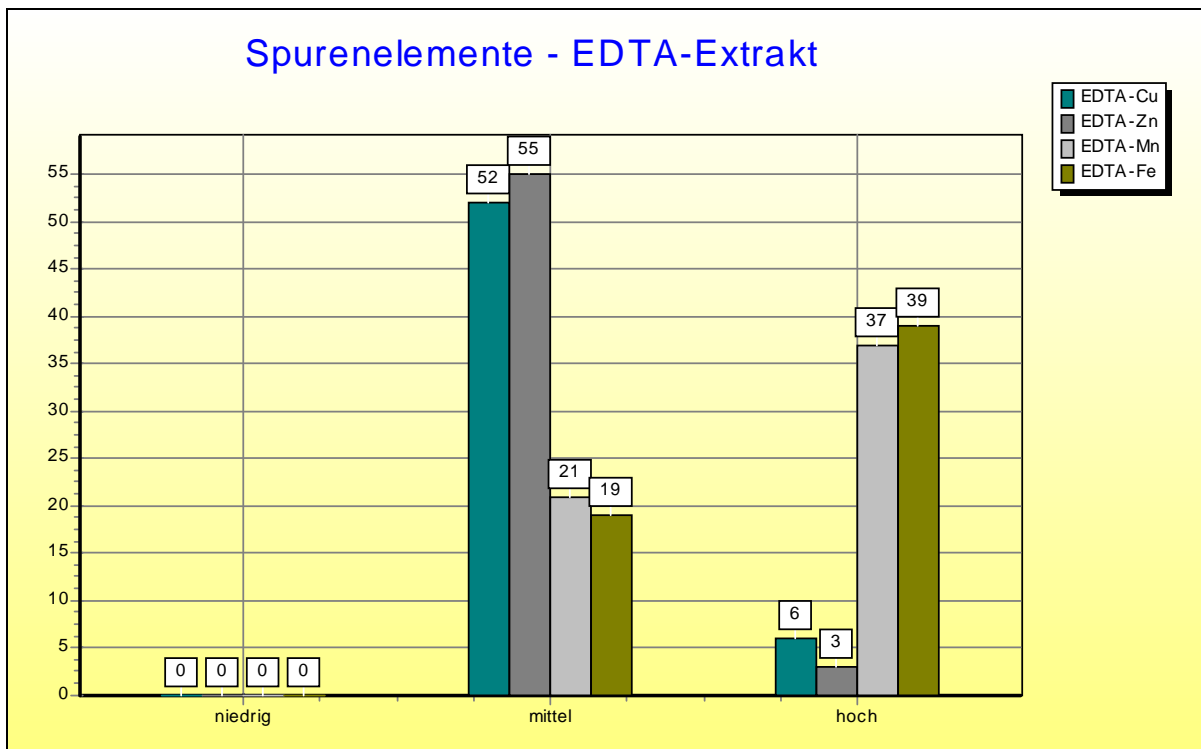
→ Die Spurenelementgehalte der im Bezirk Leibnitz untersuchten Standorte stimmen insofern mit den Ergebnissen der landesweiten Bodenzustandsinventur überein, als der überwiegende Anteil des EDTA-extrahierbaren Kupfer und Zink im mittleren - und jener des Mangan und Eisen - im sehr hohen Gehaltsbereich liegen. Keiner der Leibnitzer Standorte weist Gehalte im sehr niedrigen Bereich auf, sodass im Normalfall keine Mangelerscheinungen zu erwarten sind.

Beim Spurenelement **Kupfer** ist der Anteil der Standorte im sehr hohen Gehaltsbereich höher als im Landesdurchschnitt, was durch den höheren Anteil an Sonderkulturen im Bezirk Leibnitz erklärbar ist (**LEI 9, LBA 2, LBC 4 +9**). Ursache der erhöhten

Kupfergehalte im Boden ist die jahrzehntelange Verwendung von Cu-hältigen Spritzmitteln im Pflanzenschutz.

Beim **Zink** gibt es keine Auffälligkeiten im Vergleich mit den landesweiten Rasteruntersuchungen. 95 % der in Leibnitz untersuchten Standorte liegt im mittleren Gehaltsbereich. Erhöhte Gehalte an pflanzenverfügbarem Zink gibt es nur in Ausnahmefällen (**LEI 3 + 4, LBC 9**). Die Herkunft dürfte hauptsächlich geogener Natur sein; anthropogene Einträge aus der industriellen Fernverfrachtung von Stäuben und Anteile aus landwirtschaftlichen Tätigkeiten (Düngung, Spritzmitteleinsatz) sind jedoch nicht auszuschließen.

Die Gehalte der beiden Spurenelemente **Mangan** und **Eisen** sind im Bezirk Leibnitz verglichen mit dem Landesdurchschnitt vom sehr hohen zum mittleren Bereich hin verschoben, was vermutlich überwiegend geogene Ursachen haben dürfte.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen der Spurenelementgehalte

Die austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium:

Allgemeines:

Eine wichtige Eigenschaft des Bodens ist es Kationen so binden zu können, dass sie weitgehend vor der Auswaschung geschützt, aber trotzdem pflanzenverfügbar sind. Diese Fähigkeit wird Kationenaustausch genannt und gewährleistet die Mineralversorgung der Pflanzen.

Die Summe der austauschbaren Kationen wird **Kationenaustauschkapazität (KAK)** genannt und inkludiert folgende Ionen: Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ , Al^{+++} , Fe^{++} , Mn^{++} und H^+ . Die Höhe der KAK wird hauptsächlich vom Humus- und Tongehalt, sowie dem pH-Wert des Bodens beeinflusst.

Den mengenmäßig größten Anteil an der KAK hat normalerweise das Ca^{++} -Ion. In Böden mit annähernd neutralem pH-Wert findet man fast ausschließlich die Kationen Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ und Na^+ . Ihre Summe bezeichnet man als **austauschbare Basen** (früher S-Wert).

Als Einheit zur Mengenangabe verwendet man üblicherweise *mmol-Ionenäquivalent* oder *mval*, bzw. *mg* pro 100 oder neuerdings auch 1000 g Boden. Der prozentuelle Anteil der austauschbaren Basen an der KAK wird **Basensättigung** (früher V-Wert) bezeichnet.

Bei niedrigen pH-Werten (etwa $< 6,5$) steigt definitionsgemäß der Anteil an H^+ -Ionen und auch jener von Al^{+++} , Fe^{++} und Mn^{++} . Der Anteil an Fe^{++} - und Mn^{++} -Ionen ist nur bei extrem sauren Böden nennenswert und bleibt daher analytisch meist unberücksichtigt.

Die Ermittlung der KAK kann daher aus der Einzelbestimmung der Ionen Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ , Na^+ und Al^{+++} unter Berücksichtigung des pH-Wertes (Anteil H^+) erfolgen, oder durch eine Summenbestimmung über den sogenannten Barium-Rücktausch.

Um ein ausgeglichenes Nährstoffangebot und eine günstige Bodenstruktur zu erzielen, sollte der Sorptionskomplex des Bodens etwa folgendermaßen belegt sein (die Angaben beziehen sich auf den Kationenanteil in mval bezogen auf die KAK):

60 - 90 %	Kalzium (Ca)
5 - 15 %	Magnesium (Mg)
2 - 5 %	Kalium (K)
0 - 1 %	Natrium (Na)

Starke Abweichungen von diesen Werten können zu einer Beeinträchtigung der Bodenfruchtbarkeit führen.

Kalziumwerte unter 50 % sind häufig die Ursache für eine schlechte Bodenstruktur. Steigt der Natriumwert auf über 5 %, kann es zu einem „Zerfließen“ des Bodens kommen. Magnesiumwerte von weniger als 10 % sind in Verbindung mit hohen Kaliumwerten ein Hinweis auf einen möglichen Magnesiummangel.

Da der Ca-Gehalt im Obst großen Einfluss auf die Lagerfähigkeit hat, wird in Böden von Obstanlagen auch der absolute Gehalt an austauschbarem Kalzium bewertet. Für Äpfel und Birnen ist ein Richtwert von mehr als 300 mg Ca / 100g Boden erstrebenswert, für andere Obstarten ein Wert von mehr als 250 mg Ca / 100g Boden.

Die Bestimmung der austauschbaren Kationen erfolgt nach ÖNORM L1086.

Untersuchungsergebnisse:

Da bei den Proben des Bodenschutzprogrammes laut Gesetzesvorlage nur die Bestimmung der austauschbaren Kationen Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ und Na^+ erfolgte, können korrekterweise nur Böden mit annähernd neutralem pH-Wert beurteilt werden.

Um aber trotzdem alle Böden zumindest annähernd bewerten zu können, wird versucht rechnerisch die Basensättigung über den pH-Wert abzuschätzen. Als Grundlage dafür wird die bei der oberösterreichischen Bodenzustandsinventur in Ackerböden ermittelte lineare Beziehung

$$\text{Basensättigung (\%)} = 21,4 \times \text{pH-Wert} - 52,6 \quad \text{verwendet.}$$

Die so errechneten Werte der Basensättigung in % sind im Anhang dieses Berichtes bei der verbalen Beurteilung der Standorte angeführt.

Der Hinweis auf eine mögliche schlechte **Bodenstruktur** nur auf Grund eines **Kalziumwertes** unter 50 % ist mit Skepsis zu betrachten, da zur genaueren Beurteilung auch der Salzgehalt der Bodenlösung betrachtet werden muss. Im Bezirk Leibnitz weisen 22 % der untersuchten Standorte Kalziumwerte unter 50 % auf. Die korrekte Beschreibung ihrer Bodenstruktur ist der bodenkundliche Profilbeschreibung im Anhang zu entnehmen.

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) ist die Bodenstruktur auch jahreszeitlichen Schwankungen unterworfen. Dabei ist die Gefügestabilität im Spätsommer und Herbst meist relativ hoch, da hier durch die Austrocknung während des Sommers die Stabilisierung der Aggregate nachwirkt und durch die Vegetationsrückstände die biologische Aktivität gefördert wird. Generell betrachtet ist die optimale Bodenstruktur nicht nur vom Pflanzenbewuchs sondern auch vom Klima abhängig. Bei großem Wasserüberschuss muss das Volumen der Grobporen und die Aggregatstabilität tonreicher Böden höher sein. Unter trockenen Bedingungen ist dagegen ein hohes Volumen an Mittelporen zur Speicherung eines hohen Anteils an pflanzenverfügbarem Wasser wichtiger. Im Durchschnitt der Jahre werden daher nicht bei extrem hoher, sondern bei mittlerer Aggregatstabilität die höchsten Erträge erzielt.

Beim **Natrium** konnten keine Werte über 5 % („Zerfließen“ des Bodens) gefunden werden.

Beim Zusammenspiel der **Magnesium- und Kaliumwerte** ergibt sich bei 8 Ackerstandorten (**LEI 1, 5 + 6, LBB 2 + 5, LBC 2, LBX 6 + 8**), dem Grünlandstandort **LBX 4** und in der Weinanlage **LBX 10** ein Hinweis auf einen möglichen Magnesiummangel (Magnesiumwerte unter 10 % und gleichzeitig Kaliumwerte über 5 %). Eine Düngung sollte jedoch nur in berechtigten Ausnahmefällen durchgeführt werden, da meist eine Überdüngung mit Kalium die Verfügbarkeit des Magnesium blockiert.

An den Ackerstandorten **LEI 5, LBB 2** und **LBC 2**, wo auch der pH-Wert im sauren Bereich liegt, wäre die Verwendung eines magnesiumhaltigen Düngekalkes sinnvoll. Gleichzeitig ist eine Reduzierung der Kalidüngung notwendig.

Der Obstbaustandort **LBC 5** weist einen **Ca-Gehalt unter 300 mg/100g** auf. Hier könnte bei Problemen mit der Lagerfähigkeit des Obstes eine Ca - Düngung in Erwägung gezogen werden.

Um auch eine **Klassifizierung der Absolutgehalte** der austauschbaren Kationen durchführen zu können, wurden die Gehalte des austauschbaren Ca, Mg, K und Na in mval/100g umgerechnet und aufsummiert.

Summe Ca, Mg, K und Na	< 10	mval/100 g:	Gehalt niedrig
Summe Ca, Mg, K und Na	10 - 25	mval/100 g:	Gehalt mittel
Summe Ca, Mg, K und Na	> 25	mval/100 g:	Gehalt hoch

Berechnung: AKat-Summe (mval/100g) = 0,0499 x CaKat (mg/100g) + 0,0823 x MgKat (mg/100g) + 0,0256 x KKat (mg/100g) + 0,0435 x NaKat (mg/100g)

Die Verteilung der **Summe aus Ca, Mg, K und Na (AKat-Summe)** in den drei Gehaltsklassen im Bezirk Leibnitz lautet:

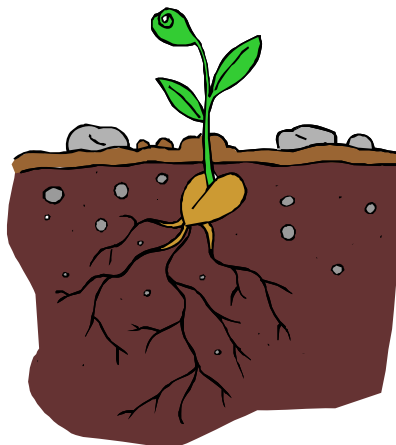
Anzahl der Standorte

Gehaltsklasse AKAT	< 10 mval/100 g	10 - 25 mval/100 g	> 25 mval/100 g
Grünland	2	14	2
Acker	6	25	0
Sonderkultur	1	8	0
Alle Standorte in LB in %	16 %	81 %	3 %
Steiermark - Raster in %	24 %	65 %	11 %

Neun Standorte (**LEI 1, 5, 6 + 9, LBB 3, LBC 1 + 3, LBX 2 + 3**) liegen in der für die Nährstoffversorgung ungünstigen Bewertungsklasse einer Kationensumme unter 10 mval/100 g. Hier könnte versucht werden über eine Kalkung des Bodens den pH-Wert anzuheben und so eventuell die Basensättigung zu erhöhen.

Die beiden Grünlandstandorte **LEI 4** und **LBA 3** sind in der sehr guten Bewertungsklasse über 25 mval/100 g.

Alle anderen untersuchten Böden liegen im guten Mittelbereich.



Das wasserextrahierbare Fluor (F):

Allgemeines:

Der Fluorgehalt von Futterpflanzen ist einerseits wichtig für den Aufbau von Knochen und Zähnen der Tiere, andererseits gilt ein Fluorgesamtgehalt von mehr als 30 mg/kg in der Trockensubstanz von Weidegräsern bereits als bedenklich für die Gesundheit der Tiere (Fluorose). Der normale Pflanzengesamtgehalt an Fluor liegt meist unter 10 mg/kg in der Trockensubstanz.

Der Fluorgehalt von Pflanzen steht in keiner Beziehung zum Fluorgesamtgehalt des Bodens, sodass eine Abschätzung der Pflanzenverfügbarkeit des Fluor nur über den wasserextrahierbaren Fluoranteil des Bodens durchgeführt werden kann. Für dieses wasserextrahierbare Fluor bestehen auch gute Korrelationen zur Entfernung von potentiellen Emittenten (z. B.: Zementfabriken, Ziegeleien, Aluminiumindustrie, Müllverbrennung, Eisenverhüttung).

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) kann der jährliche Fluoreintrag in Form von Fluorwasserstoff, Fluoriden oder an Staubpartikel gebundenem Fluor in der Nähe von Industriebetrieben bis 20 kg Fluor / ha betragen.

Mit der Ausbringung von Phosphatdüngern, deren Fluorgehalt meist 1,5 - 4 % beträgt (Thomasphosphat < 0,15 %), gelangen bei einer Düngung von 500 kg/ha 7,5 - 20 kg Fluor / ha auf den Boden.

Im Boden wird eingetragenes Fluor normalerweise relativ rasch in Form unlöslicher Verbindungen fixiert. Ausnahmen bilden kalkhaltige Böden, in denen Fluoride eine längere Zeit in mobiler und pflanzenverfügbarer Form erhalten bleiben als in sauren Böden.

Die Bindungskapazität für Fluoride ist bei sandigen Böden niedrig und bei tonigen hoch.

Derzeit existiert kein offizieller Richtwert und auch keine standardisierte Untersuchungsmethode für die Bestimmung des wasserlöslichen Fluor in Böden, sodass zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse des Bodenschutzprogrammes ein aus den landesweiten Rasteruntersuchungen errechneter Normalgehalt für Fluor von maximal 1,2 mg/kg im Boden herangezogen wird. Bodengehalte von mehr als 1,2 mg/kg weisen auf Einträge aus Düngemitteln und/oder Industrieemissionen hin. Schädigungen an Pflanzen sind derzeit in der Steiermark auch bei Standorten mit sehr hohem Anteil an wasserlöslichem Fluor nicht bekannt.

Die Bestimmung des wasserlöslichen Fluor im Boden erfolgt nach einer Hausmethode (Wasser-Extraktion und Messung mit ionenselektiver Elektrode).

Untersuchungsergebnisse:

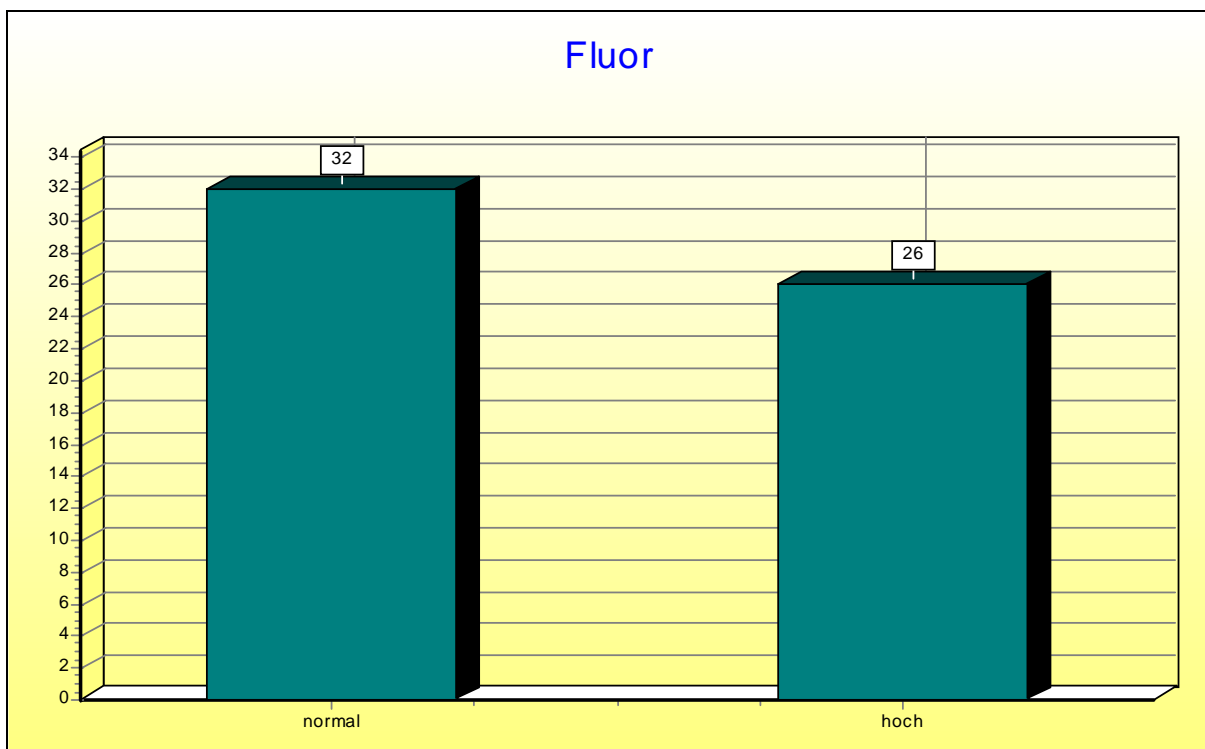
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Fluorgehaltes** im Bezirk Leibnitz lauten:

Fluor	Anzahl Standorte	
	„normal“	„über 1,2 ppm“
Grünland	13	5
Acker	14	17
Sonderkultur	5	4
Alle Standorte in LB in %	55 %	45 %
Steiermark - Raster in %	77 %	23 %

→ Im Bezirk Leibnitz findet man im Vergleich zu den bisherigen landesweiten Untersuchungsergebnissen auf Grund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung etwa doppelt so häufig erhöhte Fluorgehalte im Boden.

Etwa die Hälfte der untersuchten Ackerstandorte und Sonderkulturen weist erhöhte Fluorwerte auf, welche mit erhöhten Gehalten an Kalium korrelieren und daher vermutlich größtenteils aus Düngemitteln stammen.

Am Ackerstandort **VFC 1** in der Nähe des Zementwerkes Retznei ist die Herkunft des Fluor sowohl über einen Eintrag durch Düngemittel, als auch durch den Industriestaub erklärbar (Vergleiche Bodenschutzbericht 1999, Seite 79).



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Fluorgehaltes

Schwermetalle:

Allgemeines:

Der Bestimmung dieser Elementgruppe ist besondere Bedeutung beizumessen, da hier die Möglichkeit einer **Gefährdung** von Menschen, Tieren und Pflanzen besteht.

Schwermetalle sind einerseits allgegenwärtige, naturgegebene Elemente, welche sowohl nützliche als auch schädigende Eigenschaften besitzen - andererseits findet spätestens seit Beginn der industriellen Revolution auch eine Verbreitung durch den Menschen in seine Umwelt statt. Diesen fallweise hoch toxischen Schadstoffen - ihre schädigenden Wirkungen reichen von Ertragseinbusen bis zum Auslösen von Krebserkrankungen - ist höchstes Augenmerk zu widmen. Erkannten Belastungen muss durch entsprechende Maßnahmen entgegnet werden.

Der Knackpunkt dabei ist eine der Problemstellung angemessene Abschätzung des jeweiligen Gefährdungspotentials.

Dies ist durch einen alleinigen Vergleich mit Bodenrichtwerten unmöglich!

Der aus dem Königswasserextrakt bestimmte Schwermetallgehalt repräsentiert nahezu den Gesamtanteil der Elemente im Boden und ist viel größer als der für eine Gefährdungsabschätzung maßgebliche pflanzenverfügbare Anteil. Auch Versuche mit schonenderen Extraktionsverfahren führen zu keiner universell einsetzbaren Bestimmungsmethode, welche in der Lage wäre für verschiedene Bodentypen den mobilen Schwermetallanteil und dessen Aufnahme in diverse Pflanzenarten zu ermitteln.

Nur durch eine kombinierte Interpretation der Ergebnisse von Boden-, Pflanzen-, Lebensmittel-, Wasser- und Luftuntersuchungen können schädigende Auswirkungen von Schadstoffbelastungen (nicht nur Schwermetalle!) richtig eingeschätzt werden. Besonders schwierig ist eine Einschätzung von Wechselwirkungen (Abschwächung und Potenzierung) mehrerer Substanzen. Hier gibt es noch großen Forschungsbedarf.

Die Bestimmung der Schwermetalle im Boden erfolgt nach ÖNORM L1085 (Königswasser-Aufschluß) und anschließender AAS - Messung mit Flammen- bzw. Graphitrohrtechnik (Mo, Cd und As); Hg wird mit Kaltdampftechnik (FIMS) bestimmt.

Richtwerte für die Beurteilung von Schwermetallbelastungen:

Grenzwert: Per Gesetz oder Verordnung festgelegter Maximalgehalt, welcher bei Überschreitung Folgemaßnahmen nach sich zieht. In der Steiermark müssen an Standorten mit einer Grenzwertüberschreitung Pflanzenproben untersucht werden und per Gutachten die Herkunft und flächenhafte Verbreitung des Schadstoffes abgeklärt werden (Steiermärkisches landwirtschaftliches Bodenschutzgesetz, Bodenschutzprogramm- und Klärschlammverordnung von 1987). Der Grenzwert für Quecksilber wurde durch eine Verordnungsänderung mit Wirkung vom 29. 7. 2000 von 2 auf 1 mg/kg herabgesetzt.

Beim Arsen wird bisher, da in der Gesetzgebung kein Grenzwert angegeben ist, der international übliche Gehalt von 20 mg/kg als Richtwert verwendet.

Dazu sei angemerkt, dass diese Grenzwerte „de jure“ nur für den Oberboden (Acker 0 - 20 cm, alle anderen Flächen 0 - 10 cm) Geltung haben und damit im Dauergrünland eine entsprechende Berücksichtigung des zweiten Horizontes notwendig ist. Böden mit erhöhten Werten im Unterboden können jedoch trotzdem als belastete Standorte angesehen werden, sodass die gesetzlich vorgeschriebene Pflanzenprobenuntersuchung für Böden mit Grenzwertüberschreitungen auch dort erfolgte.

Der „Vater“ dieser Grenzwerte für die Bewertung von Schadstoffen in Böden („Richtwerte 1980“) ist Prof. Dr. Adolf Kloke vom Institut für wassergefährdende Stoffe an der Technischen Universität Berlin. Die „Richtwerte 1980“ repräsentieren in erster Linie die Bodensituation jener Region in der die ihrer Berechnung zu Grunde liegenden Untersuchungen durchgeführt wurden, die dortige Fragestellung, welcher die Richtwerte gerecht sein sollten und vermutlich auch die damaligen analytischen Möglichkeiten (Mo, Cd, Hg).

1986 waren diese Richtwerte für die Steiermark der wichtigste Anhaltspunkt einer Beurteilung der Untersuchungsergebnisse des Bodenschutzprogrammes. Nebenbei wurde auch mit aus der Literatur bekannten üblichen Bodengehalten verglichen.

1988 hat Prof. Kloke sein Beurteilungskonzept verfeinert und ein sogenanntes „Drei-Bereiche-System“ vorgeschlagen. Darin werden kurz gesagt drei Gehaltsbereiche (Unbedenklichkeitsbereich - Toleranzbereich - Toxizitätsbereich), je nach Bodennutzung noch weiter durch drei Bodenwerte (Unbedenklichkeitswert - Toleranzwert - Toxizitätswert) näher definiert.

Mit Abschluss der Untersuchungen im 4x4 km - Rastersystem in der Steiermark war es erstmals möglich die hiesige Bodenbelastung richtig einzuschätzen (Bodenschutzbericht 1998). "Bodenbelastungen" mit Arsen erwiesen sich als naturgegeben und unbedenklich - Cadmiumgehalte unter dem Grenzwert wurden als Umweltbelastung erkannt. Die wichtigsten Folgerungen aus diesen Untersuchungen waren:

- Bei der Erstellung von Richtwerten muss in erster Linie die gewünschte Aussage exakt definiert werden (in der Steiermark das Erkennen von Umwelteinflüssen) und dementsprechend ein passendes mathematisches Berechnungsverfahren gewählt werden.
- Bodenrichtwerte gelten streng genommen nur für eine begrenzte Region mit vergleichbarer Geologie und Umweltbelastung. Das heißt, dass Extremwerte von der Berechnung ausgenommen werden müssen. Wünschenswert wäre natürlich eine möglichst genaue Differenzierung geologischer Einheiten, doch dafür ist ein 4x4 km - Raster zu grob.

Entsprechend dieser Überlegungen wurden aus den Ergebnissen der Bodenzustandsinventur der steirischen Rasterstandorte jene Richtwerte ermittelt, welche die durchschnittliche Obergrenze des noch als natürlich anzusehenden Gehaltsbereiches der Schwermetalle im Boden darstellen. Sie wurden als **Normalwerte** bezeichnet und ermöglichen das Erkennen von nennenswerten anthropogenen Schwermetalleinträgen oder geologischen Anomalien in den Böden der Steiermark.

Schwermetall - Richtwerte:

Richtwerte (mg/kg)	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Grenzwert	100	300	100	100	60	50	10	2	1	(20)
Normalwert	50	140	30	80	60	30	1,5	0,30	0,25	40

Herkunft der Schwermetalle:

Zur weiteren Differenzierung zwischen anthropogener oder geologischer Herkunft der Schwermetalle wurde rein rechnerisch die Differenz der Schwermetallgehalte aus Oberboden minus Unterboden gebildet. An Standorten, wo diese Differenz einen höheren Wert als den doppelten Analysenfehler ergibt, besteht der **Verdacht** auf eine anthropogene Beeinflussung.

Mit Hilfe dieses groben Rechenmodells erfolgte auch eine Abschätzung der ubiquitären Anreicherungen im Oberboden welche möglicherweise auf Umwelteinflüsse zurückzuführen sind. Es sei dazu angemerkt, dass auch natürliche biologische und physikalisch-chemische Transportvorgänge im Boden Anteil an derartigen Anreicherungen haben können.

Abschätzung des vermutlich anthropogenen Schwermetallanteils im Oberboden:

Schwermetalle	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
in mg/kg:	10	26	12	17	8	5	0,3	0,15	0,10	5

Im Zuge der Auswertungen zeigte es sich, dass vor allem die beiden Schwermetalle **Cadmium** und **Blei** zu den häufigsten Umweltbelastungen zählen. Mehr als 80 % der steirischen Böden weist Anreicherungen von Cadmium im Oberboden auf; beim Blei sind es etwa zwei Drittel der untersuchten Standorte.

Etwa 30 % der untersuchten steirischen Böden weist Cadmium- bzw. Bleigehalte über dem Normalwert auf, wobei hier die Summe aus der natürlichen geologischen Grundbelastung und den anthropogenen Einträgen maßgebend ist.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse im Bezirk Leibnitz:

Bei der Beurteilung der Ergebnisse der Schwermetalluntersuchungen wurden nicht nur der Mittelwert im Oberboden sondern alle Untersuchungsjahre und Bodenhorizonte berücksichtigt.

Richtwertüberschreitungen im Bezirk Leibnitz:

Standorte mit Schwermetallgehalten über den jeweiligen Richtwerten:

Standort	Normalwert-Überschreitungen	Grenzwert-Überschreitungen
LEI 1	Pb, Mo, Cd, Hg	Hg
LEI 2	Pb, Mo, Cd, Hg	Hg
LEI 3	Cu, Zn, Pb, Mo, Cd, Hg	As
LEI 4	Cu, Zn, Pb, Ni, Mo, Cd, Hg	Ni, As
LEI 6	Cd	As
LEI 7	Mo, Cd	---
LEI 9	Cu	Cu
LEI 10	Cu, Mo, Hg	---
LBA 1	Cu, Zn, Ni, Cd	Cu, Ni
LBA 2	Cu	As
LBA 5	Hg	---
LBB 1	Cr, Ni	Ni
LBB 2	---	As
LBB 3	Pb	---
LBB 6	Hg	---
LBB 10	Cu, Mo	As
LBC 2	Pb	---
LBC 4	Cu	Cu
LBC 9	Cu, Cd	As
VFA 1	Pb	---
LBX 1	Cd	---
LBX 2	Pb, Cd	---
LBX 3	Mo	---
LBX 9	Pb, Cd	---
LBX 10	Mo	---
LBX 14	Cd	---

Auffallend sind die Überschreitungen mehrerer Schwermetallgehalte an den Standorten **LEI 3 + 4**. Sie stammen in erster Linie aus dem bodenbildenden Schwemmmaterial der Mur und dürften somit sowohl geogenen als auch anthropogenen Ursprungs sein.

Weitere Details werden bei der folgenden Diskussion der Schwermetalle im Einzelnen besprochen.

Kupfer (Cu):

Allgemeines:

Kupfer ist ein für die Ernährung aller Lebewesen essentielles Element. Bei Kupferüberschuss können jedoch toxische Wirkungen bei Pflanzen und einigen Tieren (Schafe, Wiederkäuer) auftreten. Für viele Bakterien und Viren ist Kupfer nach Cadmium und Zink sogar das giftigste Element. Gräser und Algen hingegen sind relativ kupfertolerant. Außerdem sind Wechselwirkungen mit anderen Metallen bekannt. So kann ein Kupferüberschuss im Boden einen Eisen- bzw. Molybdänmangel bei Pflanzen auslösen.

Nach Arbeiten der WHO benötigt der erwachsene Mensch täglich Kupfermengen von 0,03 mg/kg Körpergewicht (Kinder mehr: bis zu 0,08 mg/kg); Kupfermangelerscheinungen sind gleich wie eine chronische Kupfertoxizität beim Menschen sehr selten.

Untersuchungsergebnisse:

Kupfer (Cu) Normalwert: 50 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	12,50	15,30	7,10
Maximum	187,80	186,30	95,70
Mittelwert	34,77	31,50	25,09
Median - Leibnitz	26,30	23,40	21,85
Median - Steiermark	25,40	24,70	26,10

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 50 ppm) findet man an den Weinbaustandorten **LEI 9**, **LBC 4 + 9** und in der Hopfenanlage **LBA 2**. Die erhöhten Cu-Gehalte sind auf die jahrelange Verwendung von kupferhaltigen Spritzmitteln, welche sich zum geogenen Grundgehalt addiert zurückzuführen. Selbiges dürfte für den Grünlandstandort **LEI 10** und den Acker **LBA 1** gelten, welche früher vermutlich ebenfalls zum Weinanbau genutzt wurden.

An den Standorten **LEI 9**, **LBA 1** und **LBC 4** wird auch der gesetzliche Grenzwert von 100 ppm überschritten. Aus diesem Grund erfolgte dort auch eine Untersuchung des Kupfergehaltes von Pflanzenproben, wobei keine Auffälligkeiten festgestellt werden konnten. Die Pflanzenverfügbarkeit des im Boden gefundenen Kupfers dürfte demnach gering sein.

Negative Auswirkungen derartiger Kupferbelastungen, wie sie in fast allen Sonderkulturen (Obst, Wein, Hopfen) vorkommen, sind derzeit nicht bekannt.

Das selten auftretende Problem von Kupfermangel ist, wie bereits bei der Diskussion der EDTA-extrahierbaren Spurenelemente erwähnt, im Bezirk Leibnitz nicht relevant.

Zink (Zn):

Allgemeines:

Zink ist ein für Pflanze, Tier und Mensch essentielles Spurenelement. Erst bei sehr hohen Gehalten im Boden wirkt es toxisch auf Pflanzen und Mikroorganismen. Auch für Tiere und Menschen ist Zink nicht sehr giftig. Viel häufiger gibt es Probleme durch Zinkmangel, sodass in der Futtermittelverordnung Minimalwerte für Zink vorgeschrieben werden.

Der anthropogen verursachte Eintrag von Zink in unsere Umwelt erfolgt hauptsächlich durch industrielle Emissionen, durch Reifenabrieb (Reifen enthalten Zinkoxid) und Motorölzusätze von Kraftfahrzeugen. Dabei wird das Element neben der Ablagerung in unmittelbarer Umgebung zum Emittenten auch gebunden an kleinste Partikel fernverfrachtet.

Untersuchungsergebnisse:

Zink (Zn) Normalwert: 140 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	54,80	48,60	33,90
Maximum	226,70	153,00	182,10
Mittelwert	98,67	88,67	82,33
Median - Leibnitz	93,64	85,50	76,90
Median - Steiermark	94,88	85,70	81,80

Im Bezirk Leibnitz stimmen die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein. Zink ist als umweltrelevantes Schwermetall im Oberboden meist leicht angereichert vorzufinden.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 140 ppm) finden wir an den Standorten **LEI 3 + 4** und **LBA 1**. Die Standorte LEI 3 + 4 sind Auböden der Mur und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft. Der erhöhte Zinkgehalt am Standort LBA 1 ist hauptsächlich auf den von Natur aus hohen geogenen Background zurückzuführen, zu welchem sich die ubiquitäre Umweltverschmutzung addiert.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 300 ppm Zink wurden nicht festgestellt.

Das selten auftretende Problem von Zinkmangel ist, wie bereits bei der Diskussion der EDTA-extrahierbaren Spurenelemente erwähnt, im Bezirk Leibnitz nicht relevant.

Blei (Pb):

Allgemeines:

Blei ist kein essentielles Spurenelement und besitzt ein hohes toxisches Gefährdungspotential. Das durch menschliche Aktivitäten in die Umwelt gebrachte Blei kann sich im Boden und in Organismen anreichern. Es besitzt eine hohe biologische Halbwertszeit, welche beim Menschen 5-20 Jahre beträgt, sodass mit zunehmendem Alter der Bleigehalt im menschlichen Körper ansteigt.

Die Bleiaufnahme in den Körper erfolgt über die Nahrung und die Atemluft. Laut FAO/WHO wird eine Bleiaufnahme bis zu 3 mg/Woche (für eine 70 kg schwere Person) als tolerierbar angesehen. Als Indikator für eine Bleibelastung wird der Bleigehalt im Blut herangezogen. Bei Blut - Bleigehalten von mehr als 0,5 mg/l für Erwachsene bzw. 0,25 mg/l für Kinder können chronische Vergiftungen auftreten.

Emissionsquellen für Blei sind der Kfz-Verkehr, die Industrie und die Kohleverbrennung. Obwohl durch das Verbot der Verwendung von Treibstoffen mit Bleizusatz in Österreich ein weiterer Bleieintrag in die Umwelt gebremst wird, werden uns die bisher eingebrachten Bleibelastungen noch weiterhin sehr lange erhalten bleiben. Abgesehen davon enthalten auch unverbleite Treibstoffe noch Spuren von Blei.

Untersuchungsergebnisse:

Blei (Pb) Normalwert: 30 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	8,80	10,20	5,50
Maximum	87,30	61,33	86,90
Mittelwert	24,43	19,04	15,96
Median - Leibnitz	21,70	16,20	13,40
Median - Steiermark	24,15	19,30	14,20

Im Bezirk Leibnitz stimmen die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein. Blei ist als umweltrelevantes Schwermetall im Oberboden meist angereichert vorzufinden.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 30 ppm) finden wir an den Standorten **LEI 1 - 4, LBB 3, LBC 2, VFA 1** und **LBX 2 + 9**. Die Standorte LEI 3 + 4 sind Aueböden der Mur und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft. Gleiches gilt in abgeschwächter Form für die Standorte LBB 3 und LBX 2 + 9. An den anderen Standorten ist der Bleigehalt nur geringfügig erhöht und der ubiquitären Umweltverschmutzung zuzuordnen, welche sich zum geogenen Background addiert. Die geringfügig erhöhten Gehalte am Schießplatz VFA 1 könnten zum Teil aus den zerschossenen Tontauben stammen.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 100 ppm Blei wurden nicht festgestellt.

Chrom (Cr):

Allgemeines:

Chrom ist ein für Pflanzen sehr wahrscheinlich entbehrliches, für Mensch und Tier dagegen essentielles Element. Seine toxischen Wirkungen sind stark von der Oxidationsstufe abhängig. So ist 6-wertiges Chrom 100 - 1000 mal giftiger als 3-wertiges. Bei arbeitsplatzbedingter Inhalation von Chrom (VI) - Verbindungen treten nach langen Latenzzeiten auch Krebserkrankungen der Atmungsorgane auf. Die Hauptmenge an Chrom wird normalerweise jedoch oral über die Nahrung und das Trinkwasser aufgenommen, wobei die Verweilzeit im Körper wesentlich kürzer ist, als beim Blei.

Untersuchungsergebnisse:

Chrom (Cr) Normalwert: 80 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	22,10	19,90	15,00
Maximum	89,30	72,80	74,40
Mittelwert	45,26	43,31	44,26
Median - Leibnitz	44,10	43,40	45,65
Median - Steiermark	40,92	41,55	42,20

Die Durchschnittsgehalte von Chrom in den untersuchten Leibnitzer Standorten liegen etwas höher als jene des landesweiten Ergebnisses. Die Verteilung der Chromgehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist sehr gleichmäßig, was für die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls spricht.

Eine leichte Überschreitung des Normalwertes (Gehalt > 80 ppm) am Standort **LBB 1** im Jahr 1993 konnte bei der Folgeuntersuchung im nächsten Jahr nicht mehr verifiziert werden und ist somit vernachlässigbar.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 100 ppm Chrom wurden daher ebenfalls nicht festgestellt.

Nickel (Ni):

Allgemeines:

Nickel ist für einige lebende Organismen ein essentielles Spurenelement. Seine Toxizität ist stark von der Art der Verbindung abhängig. So ist seine 2-wertige wasserlösliche Form wenig toxisch (gegebenenfalls treten Dermatitisfälle auf). Andere Nickelverbindungen (z. B.: Nickelstäube) erwiesen sich als krebserregend oder teratogen. Bekannt ist Nickel auch als Auslöser allergischer Reaktionen.

Untersuchungsergebnisse:

Nickel (Ni) Normalwert: 60 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	13,30	16,90	14,00
Maximum	63,00	66,60	59,40
Mittelwert	31,31	31,54	32,03
Median - Leibnitz	29,10	29,80	31,20
Median - Steiermark	27,33	29,35	31,90

Im Bezirk Leibnitz stimmen die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein. Die Verteilung der Nickelgehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist meist sehr gleichmäßig, was für die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls spricht.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 60 ppm) finden wir an den Standorten **LEI 4**, **LBA 1** und **LBB 1**. Der Standort LEI 4 ist ein Auboden der Mur und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft. Der Nickelgehalt im Boden des Standortes LBA 1 ist auf Grund der gleichmäßigen Horizontverteilung geogenen Ursprungs. Am Standort LBB 1 findet man eine derzeit noch unerklärliche Nickelanreicherung im Oberboden, welche mit den Chromgehalten korreliert. Die Normalwertüberschreitung ist jedoch minimal (60,5 und 60,6 ppm Ni).

Da beim Element Nickel Normal- und Grenzwert gleich sind (60 ppm), wurden an den Standorten mit erhöhten Gehalten auch Pflanzenproben analysiert.

Dabei zeigten die kontrollierten Grasproben keine Auffälligkeiten, bei einer **Kürbiskernprobe** am Standort **LBB 1** hingegen war der Nickelgehalt auffallend hoch (9,12 mg/kg in der TS.). Normale Pflanzengehalte von Nickel liegen normalerweise bei 0,1 bis 3 mg/kg in der TS. (laut "Lehrbuch der Bodenkunde" von Scheffer und Schachtschabel, 1984). Da keine weiteren Richtlinien für Nickelgehalte in Pflanzen existieren und es sich bei der hier durchgeführten Untersuchung um einen Einzelwert handelt, sind weitere Untersuchungen notwendig um das Ergebnis richtig bewerten zu können.

Kobalt (Co):

Allgemeines:

Kobalt ist für Mensch und Tier ein essentielles Spurenelement und ist im Vitamin B₁₂ für die Erhaltung der Gesundheit erforderlich. Der Bedarf an Vitamin B₁₂ ist gering und kann problemlos durch mäßige Fleisch- und Fischernährung gedeckt werden. Das toxische Potential von Kobalt ist bei oraler Aufnahme für den Menschen gering. Gefahren durch eine Kobaltbelastung bestehen im Bereich der metallverarbeitenden Industrie, wo es zu den als krebserzeugend ausgewiesenen Arbeitsstoffen zählt. Vereinzelt treten auch allergische Reaktionen durch den Kontakt mit kobalthaltigen Gegenständen auf.

Kobalt ist im Boden nur zu einem kleinen Anteil pflanzenverfügbar, wobei kobaltarme Böden meist nur einen Gehalt von 1-5 mg/kg aufweisen. Weidefutter sollte zur Vermeidung von Kobaltmangel mindestens 0,08 mg/kg Kobalt in der Trockensubstanz aufweisen.

Untersuchungsergebnisse:

Kobalt (Co) Normalwert: 30 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	5,80	5,70	5,20
Maximum	23,80	22,10	23,60
Mittelwert	13,26	13,15	13,48
Median - Leibnitz	13,00	12,80	12,90
Median - Steiermark	12,95	13,50	14,70

Die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte im Bezirk Leibnitz stimmen mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein. Die Verteilung der Kobaltgehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist sehr gleichmäßig, was für die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls spricht.

Da keine Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 30 ppm) festgestellt wurden, wird auch der gesetzliche Grenzwert von 50 ppm stets eingehalten.

Kobaltarme Böden mit einem Gehalt von weniger als 5 mg/kg im Oberboden wurden im Bezirk Leibnitz nicht festgestellt.

Molybdän (Mo):

Allgemeines:

Das für Pflanzen, Tiere und Menschen lebensnotwendige Schwermetall Molybdän ist weit verbreitet und wird im Boden als Molybdat-Anion freigesetzt. Seine Verfügbarkeit steigt mit höherem pH-Wert, sodass sich eine Kalkung saurer Böden bei Molybdänmangel positiv auswirkt. Der Molybdängehalt in Pflanzen liegt normalerweise zwischen 0,1 - 0,3 mg/kg bezogen auf die Trockensubstanz. Eine industrielle Verschmutzung kann deutlich höhere Gehalte verursachen, wobei auch schon Vergiftungserscheinungen bei Rindern beobachtet wurden.

Untersuchungsergebnisse:

Molybdän (Mo) Normalwert: 1,5 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,27	0,18	0,15
Maximum	2,88	2,15	2,14
Mittelwert	0,93	0,78	0,74
Median - Leibnitz	0,84	0,75	0,72
Median - Steiermark	0,80	0,69	0,62

Die Durchschnittsgehalte von Molybdän in den untersuchten Leibnitzer Standorten liegen etwas höher als jene des landesweiten Ergebnisses. Molybdän ist als umweltrelevantes Schwermetall im Oberboden meist leicht angereichert vorzufinden.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 1,5 ppm) finden wir an den Standorten **LEI 1 - 4, 7 + 10, LBB 10** und **LBX 3 + 10**. Die Standorte LEI 3 + 4 sind Auböden der Mur und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft. Der erhöhte Molybdängehalt am Standort LBB 10 ist auf Grund der gleichmäßigen Verteilung des Schwermetalls in den untersuchten Bodenhorizonten als geogene Besonderheit zu werten. Anders jedoch am Untersuchungsstandort LEI 7, wo eine deutliche Anreicherung im Oberboden festzustellen ist und daher ein anthropogen verursachter Eintrag zu vermuten ist, der sich zum geogenen Background addiert. Gleiches gilt in wesentlich geringem Ausmaß für den Standort LBX 10. Bei den erhöhten Gehalte der übrigen Standorte handelt es sich um vernachlässigbare Einzelwerte.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 10 ppm Molybdän wurden nicht festgestellt.

Cadmium (Cd):

Allgemeines:

Cadmium ist ein für Tier und Mensch bereits in geringen Konzentrationen toxisch wirkendes Element. Laut WHO - Empfehlung sollen dem menschlichen Körper täglich nicht mehr als 1 µg Cd pro kg Körpergewicht zugeführt werden. Erwähnenswert ist in diesem Zusammenhang auch die beträchtliche Cadmiumaufnahme durch Zigarettenrauch. Da die biologische Halbwertszeit von Cadmium beim Menschen sehr lang ist (19-38 Jahre), steigt der Cadmiumgehalt von Leber und Nieren mit zunehmendem Alter und die Gefahr einer Nierenfunktionsstörung nimmt zu. Zudem wurde im Tierversuch auch ein krebserregendes, mutagenes und teratogenes Potential beobachtet. In Kombination mit anderen Schwermetallen sind antagonistische und synergistische Effekte bekannt.

Toxische Wirkungen auf Pflanzen hängen stark von der Pflanzenart ab, treten aber meist erst bei höheren Konzentrationen im Boden auf. So wurden in Vegetationsversuchen erst ab 5 mg Cd / kg Boden und etwa 10 mg Cd / kg Pflanzen Ertragsminderungen festgestellt. Dabei ist aber die verstärkende Wirkung durch das Vorhandensein anderer Schwermetalle nicht berücksichtigt.

Der natürliche Cadmiumgehalt von Böden korreliert mit dem des Zink. Beide Elemente sind leicht mobilisierbar. Vor allem bei pH-Werten unter 6 steigt die Löslichkeit von Cadmium im Boden stark an, sodass bei belasteten sauren Böden eine Aufkalkung zu empfehlen ist.

Quellen für den vom Menschen verursachten Cadmumeintrag in Böden sind die metallverarbeitende Industrie, der Kfz-Verkehr, Feuerungs- und Müllverbrennungsanlagen, sowie die Aufbringung von Klärschlamm und Phosphatdüngern.

Untersuchungsergebnisse:

Cadmium (Cd) Normalwert: 0,30 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,08	0,00	0,00
Maximum	0,90	0,46	0,52
Mittelwert	0,23	0,15	0,11
Median - Leibnitz	0,20	0,14	0,09
Median - Steiermark	0,24	0,16	0,09

Im Bezirk Leibnitz stimmen die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein. Cadmium ist als umweltrelevantes Schwermetall im Oberboden meist angereichert vorzufinden.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 0,3 ppm) finden wir an den Standorten **LEI 1 - 7, LBA 1, LBC 9, VFA 1** und **LBX 1, 2, 9 + 14**. Die Standorte LEI 3 + 4 sind Auböden der Mur und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft. Gleiches gilt in abgeschwächter Form für die Standorte LBX 2 + 9. An den anderen Standorten ist die Herkunft des Schadstoffes der ubiquitären Umweltverschmutzung zuzuordnen, welche sich zum geogenen Background addiert.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 2 ppm Cadmium wurden nicht festgestellt.

Quecksilber (Hg):

Allgemeines:

Quecksilberverbindungen (vor allem organische wie Methylquecksilber) sind stark toxisch für Mensch und Tier. Auch mutagene und teratogene Wirkungen sind bekannt. Die WHO sieht für den Menschen eine wöchentliche Maximaldosis von 0,35 mg (für eine 70 kg schwere Person) als tolerierbar an. Die Hauptaufnahmequelle bei der Nahrung stellt der Verzehr von Meerestieren dar.

Die Quecksilberbelastung der Umwelt passiert wegen des hohen Dampfdruckes von Quecksilber etwa zu zwei Drittel aus natürlichen Quellen und zu einem Drittel durch menschliche Aktivitäten, wobei die Anwendung von quecksilberhaltigen Fungiziden und Beizmitteln heute verboten ist.

Im Boden wird Quecksilber sehr stark durch den Humus gebunden, sodass seine Mobilisierbarkeit außerordentlich gering ist und erhöhte Pflanzengehalte auch bei stark kontaminierten Böden selten sind. Quecksilberanreicherungen sind nur in wenigen Pflanzen wie Algen und Pilzen von Bedeutung.

Untersuchungsergebnisse:

Quecksilber (Hg) Normalwert: 0,25 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,04	0,04	0,03
Maximum	1,35	0,44	0,44
Mittelwert	0,16	0,11	0,09
Median - Leibnitz	0,09	0,08	0,06
Median - Steiermark	0,12	0,10	0,08

Im Bezirk Leibnitz stimmen die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 0,25 ppm) finden wir an den Standorten **LEI 1 - 4 + 10**, **LBA 5** und **LBB 6**. Die Standorte LEI 3 + 4 sind Auböden der Mur und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft. Die erhöhten Bodengehalte der anderen Standorte sind vermutlich hauptsächlich geogener Herkunft, wobei minimale Beiträge aus anthropogenen Quellen wegen der großen Flüchtigkeit des Schadstoffes nicht auszuschließen sind.

Die einmal festgestellten Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 1 ppm Quecksilber an den Standorten **LEI 1 + 2** konnten bei Wiederholungsanalysen nicht verifiziert werden. Trotzdem wurden am Standort LEI 2 Pflanzenproben untersucht, welche keine Auffälligkeiten zeigten. Der Standort LEI 1 wurde nach der Grunduntersuchung des Bodens verbaut und ist somit als Kontrollstelle verloren.

Arsen (As):

Allgemeines:

Bei einer Betrachtung der Toxikologie des Arsen müssen seine beiden Oxidationsstufen berücksichtigt werden. So ist dreiwertiges Arsen besonders giftig und verursacht Hautkrebs. Arsen ist vermutlich auch co-karzinogen, mutagen und teratogen. Seine gebietsweise häufige Verbreitung in oft beträchtlichen Konzentrationen ist zu meist geogener Natur. Anthropogen verursachte Einträge im Boden findet man vor allem in der Nähe von Schmelzereien. Weitere Arsenimmissionen erfolgen durch die Verbrennung von Kohle und Schieferöl. Auch die früher übliche landwirtschaftliche Anwendung von Arsen-hältigen Schädlingsbekämpfungsmitteln kann fallweise kleinräumig Probleme bereiten. Ein noch umstrittenes Thema ist die Verwendung von arsenhaltiger roter Asche auf Sportplätzen.

Die Hauptaufnahmekategorie des Menschen stellt der Verzehr von Meerestieren und Reis sowie Getreide dar. Man vermutet sogar, dass Arsen für Mensch und Tier innerhalb einer schmalen Wirkungsbreite ein essentielles Spurenelement ist. Erstaunlich ist auch der Antagonismus von Arsen und Selen, welche zusammen deutlich weniger giftig sind als einzeln. Die WHO/FAO empfiehlt, dass die tägliche Nahrungsaufnahme von Arsen 0,05 mg/kg Körpergewicht nicht übersteigt.

Untersuchungsergebnisse:

Arsen (As) Normalwert: 40 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	2,80	3,80	3,90
Maximum	35,40	27,40	25,30
Mittelwert	11,72	12,03	12,18
Median - Leibnitz	11,10	11,70	11,40
Median - Steiermark	11,45	11,65	12,00

Die durchschnittlichen Bodengehalte der untersuchten Standorte im Bezirk Leibnitz stimmen mit jenen der landesweiten Untersuchungen gut überein. Die Verteilung der Arsengehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist sehr gleichmäßig, was für die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls spricht.

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 40 ppm) wurden nicht festgestellt.

Der allgemein verwendete Richtwert für Arsen (Gehalte > 20 ppm) ist im ostalpinen Bereich zwar nicht sinnvoll, dennoch wurden an jenen Standorten, die diesen Gehalt überschreiten, Pflanzenproben kontrolliert (**LEI 3, 4 + 6, LBA 2, LBB 2 + 10, LBC 9**). Dabei wurden nur in zwei Grasproben am Standort LEI 4 im Untersuchungs-jahr 1989 leicht erhöhte Pflanzengehalte festgestellt. Eine Wiederholungsanalyse am Standort LEI 4 konnte die beim ersten Mal gemessenen erhöhten Werte nicht bestätigen, sodass eine Kontamination der Grasproben mit Bodestaub als Erklärung für das Ergebnis der Erstuntersuchung angenommen wird.

Zusammenfassung der Untersuchung von Pflanzenproben an Standorten mit Grenzwert-überschreitenden Schwermetallgehalten (§ 3 der Bodenschutzprogramm-Verordnung)

Um einen möglichen **Transfer der Schwermetalle** vom Boden in die Pflanzen zu kontrollieren, erfolgen an den Standorten mit Schwermetallgehalten über dem gesetzlichen Grenzwert Pflanzenuntersuchungen.

Zur Bewertung der Ergebnisse werden folgende als "normal" angesehenen **Orientierungswerte** für Schwermetallgehalte in Pflanzen (laut "Lehrbuch der Bodenkunde" von Scheffer und Schachtschabel, 1984) herangezogen (Angaben in mg/kg Trockensubstanz):

As 0,1 - 1	Cu 3 - 30
Pb 0,1 - 6	Cr 0,1 - 1
Ni 0,1 - 3	Cd 0,05 - 0,4
Zn 10 - 100	Hg 0,002 - 0,04

Weitere Beurteilungsgrundlagen:

Futtermittelverordnung 2000 (As, Pb, Cd, Hg)
Lebensmittel-Richtwerte (Pb, Cd, Hg)

Hier werden fallweise für konkrete pflanzliche Produkte zu speziellen Schwermetallen Höchstgehalte bzw. Richtwerte angeführt.

Für die beiden Elemente **Kobalt** und **Molybdän** sind keine Richtwerte bekannt, außer dass Weidefutter zur Vermeidung von Kobaltmangel mindestens 0,08 mg/kg Kobalt in der Trockensubstanz aufweisen sollte.

Durch Vergleich der Orientierungswerte mit den bisher im Zuge der Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes gefundenen Gehalten wurde festgestellt, dass es sowohl an Standorten mit erhöhten Schwermetallgehalten im Boden als auch bei unbelasteten Kontrollböden manchmal zu Schwermetallanreicherungen in den Pflanzen kommt.

Daraus erkennt man, dass es nicht möglich ist, von Bodengehalten auf Pflanzenbelastungen und somit auf eventuelle Gefährdungen zu schließen. Es wurde daher vereinbart ab dem Jahr 2000 im Zuge der Zehn-Jahreskontrolle der Rasterstandorte an allen Standorten Pflanzenproben auf alle Schwermetalle hin zu untersuchen.

Untersuchungsergebnisse im Bezirk Leibnitz: Schwermetallgehalte in mg/kg i. d. TS.

Kennung	Pflanze	Cu	Ni	Hg	As
LEI 2 - 2001	Gras			0,01	
	Kürbiskerne			< 0,01	
LEI 3 - 1989	Mais-Stengel				0,3
	Mais-Blatt				0,6
	Mais-Kolben				< 0,3
- 1996	Mais-Stengel				< 0,3
	Mais-Blatt				< 0,3
	Mais-Kolben				< 0,3
LEI 4 - 1989	Gras 1				1,4
	Gras 2				1,2
- 1996	Gras 1		0,81		< 0,3
	Gras 2		1,67		< 0,3
LEI 6 - 1989	Mais-Stengel				0,5
	Mais-Blatt				0,4
	Mais-Kolben				< 0,3
- 1996	Mais-Stengel				< 0,3
	Mais-Blatt				< 0,3
	Mais-Kolben				< 0,3
LEI 9 - 1989	Gras 1	15,3			
	Gras 2	19,7			
- 1996	Walnusskern	23,0			
	Weintrauben ungewaschen	4,5			
	Weintrauben gewaschen	4,2			
LBA 1 - 1995	Gras 1	8,7	0,59		
	Gras 2	8,2	0,77		
LBA 2 - 1995	Hopfen-Blatt				< 0,3
	Hopfen-Blüte				< 0,3
LBB 1 - 1995	Kürbiskerne		9,12		
	- 2001	Gras 1		2,07	
		Gras 2		2,47	
LBB 2 - 1995	Mais-Stengel				< 0,3
	Mais-Blatt				< 0,3
	Mais-Kolben				< 0,3
LBB 10 - 1995	Mostapfel				< 0,3
LBC 4 - 1995	Weintrauben ungewaschen	13,2			
LBC 9 - 1997	Weintrauben ungewaschen				< 0,3

Die erhöhten **Arsengehalte im Gras** des Standortes **LEI 4** waren nur in einem Jahr festzustellen und sind vermutlich auf eine Kontamination mit Bodestaub zurückzuführen.

Auffallend hoch waren auch die **Nickelgehalte in den Kürbiskernen** am Standort **LBB 1**. Da jedoch weder Richtwerte noch vergleichende Untersuchungen existieren, müssen zur Beurteilung des Befundes noch weitere Analysen durchgeführt werden.

Organische Schadstoffe:

Die chlorierten Kohlenwasserstoffe (HCB, Lindan und DDT):

Allgemeines:

Die landwirtschaftliche Anwendung dieser 3 Schadstoffe ist zwar schon lange verboten, doch bedingt durch ihre Langlebigkeit sind sie auch heute noch immer wieder im Boden nachweisbar. Auf Grund ihres lipophilen (fettliebenden) Charakters werden sie bevorzugt in fetthaltigen Pflanzenteilen angereichert und im Fettgewebe von Lebewesen gespeichert. Sie besitzen eine hohe biologische Halbwertszeit.

HCB (Hexachlorbenzol) war früher als Fungizid in Verwendung und kommt als Verunreinigung in diversen Chemikalien vor. Seine Verbreitung in die Umwelt findet daher auch heute noch statt (Müllverbrennung, Industrie).

Lindan war früher ein weit verbreitetes Insektizid, welches vor allem in der Forstwirtschaft bei der Borkenkäferbekämpfung eingesetzt wurde. Seine chemische Bezeichnung lautet γ -Hexachlorcyclohexan bzw. γ -HCH.

DDT (Dichlor-diphenyl-trichlorethan) war jahrzehntelang als universelles Insektizid (zum Beispiel: Kartoffelkäferbekämpfung) im Einsatz.

Die Bestimmung dieser 3 Schadstoffe erfolgt nach gemeinsamer Aufarbeitung zusammen mit den polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen nach einer Hausmethode und durch Messung mittels ECD - GC.

Ihre Bestimmung wird generell nur im Oberboden durchgeführt, Unterböden werden nur bei positiven Befunden des Oberbodens untersucht, um eine eventuelle Tiefenverlagerung erkennen zu können.

Die Bestimmungsgrenze der Substanzen beträgt 15 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Untersuchungsergebnisse:

Im Bezirk Leibnitz wurden an den untersuchten Standorten keine Rückstände von **HCB** oder **Lindan** gefunden.

DDT-Rückstände wurden an den Standorten **LEI 1, 6 + 9, LBB 3 + 5, LBC 5 + 8** und **LBX 3** festgestellt.

DDT in ppb (µg/kg)	Horizont 1 Erstjahr	Horizont 1 Zweitjahr	Horizont 2	Horizont 3
LEI 1	150	150	0	0
LEI 6	~ 10	~ 10	0	0
LEI 9	0	17	0	-
LBB 3	~ 10	16	0	0
LBB 5	~ 10	14	0	-
LBC 5	66	98	48	0
LBC 8	0	~ 10	0	0
LBX 3	31	31	22	0

Fallweise werden für ein und denselben Untersuchungsstandort in den beiden Untersuchungsjahren große Unterschiede in den Gehalten festgestellt. Ursache ist neben dem Analysenfehler auch die sehr inhomogene Verteilung der Rückstände im Boden. Die flächenhafte Verbreitung des Schadstoffes ist lokal stark begrenzt. Eine Tiefenverlagerung des Schadstoffes erfolgt offensichtlich nur durch ackerbauliche Maßnahmen.

Die hohen Gehalte am Standort **LEI 1** konnten im Zuge der Zehnjahreskontrollen 1996 leider nicht weiter verfolgt werden, da der Standort in der Zwischenzeit verbaut wurde.

Die ohnedies geringen Gehalte an den Standorten **LEI 6 + 9** waren 1996 nicht mehr im messbaren Bereich.

Die Zehnjahreskontrollen der übrigen Untersuchungsstellen sind noch ausständig.

Die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAH's):

Allgemeines:

Die Abkürzung „PAH's“ oder "PAH" für diese Substanzklasse entstammt der englischsprachigen Literatur („polycyclic aromatic hydrocarbons“); weiters üblich sind auch „PAK“ (von „polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen“) und „PCA“ (von „polycyclische Aromaten“) aus der deutschsprachigen Schreibweise.

PAH's entstehen bei diversen Verbrennungsvorgängen, egal ob es sich um eine Verbrennung von Kohle, Öl, Kraftstoffen, Holz oder Zigarettentabak handelt. Bei der alleinigen Verbrennung einer organischen Substanz (z. B.: Erdöl) entsteht zwar ein charakteristisches Verteilungsmuster der PAH - Einzelsubstanzen (PAH-Profil), dennoch ist eine Verursacherermittlung über den PAH - Gehalt einer Bodenprobe kaum möglich, da das gefundene PAH-Profil immer ein Mischprofil aus mehreren Quellen darstellt. Dennoch ist eine Bestimmung der PAH's im Boden von großem Wert, weil der PAH - Gehalt neben den Schwermetallgehalten ein universeller Indikator für die Umweltbelastung des untersuchten Standortes ist.

Bei den Vertretern dieser Schadstoffe handelt es sich meist um stark toxische, krebserzeugende, mutagene (erbgutverändernde) und teratogene (den Fötus schädigende) Substanzen. Die größten Emissionsquellen sind Industrie, Hausbrand, Kraftstoffverbrennungsmaschinen und natürliche Brände. Die Verbreitung der PAH's erfolgt über feine Rußpartikel, an welchen die Schadstoffe adsorbiert sind. Besonderes Augenmerk sollte daher der Rußpartikel - Emission aus den Dieselmotoren des ständig wachsenden Schwerverkehrs und der zunehmend großen Anzahl dieselbetriebener Pkw's gewidmet werden.

PAH's sind heute ubiquitär verbreitet und werden auch in den entlegendsten Almböden gefunden. Dass sie trotz ihres hohen Toxizitätspotentials nicht verbreitet großen Schaden anrichten, verdankt man dem Umstand, dass sie aufgrund ihrer geringen Wasserlöslichkeit für die Nahrungskette kaum verfügbar sind. Nur bei direkter Inhalation (z. B.: Zigarettenkonsum), oder bei oraler Aufnahme von Ruß-belasteten Nahrungsmitteln (angebrannte oder falsch geräucherte Lebensmittel) ist eine unmittelbare Gesundheitsgefährdung gegeben.

Die Schadstoffgruppe der PAH's besteht aus vielen Einzelsubstanzen, deren bekanntester Vertreter das als Leitsubstanz gebräuchliche Benzo(a) Pyren ist. Bei der steirischen Bodenzustandsinventur werden folgende PAH's bestimmt:

Phenanthren	Summe Benzo(b+k+j) Fluoranthen
Anthracen	Benzo(e) Pyren
Fluoranthen	Benzo(a) Pyren
Pyren	Perylen
Summe Triphenylen + Chrysen	Benzo(ghi) Perylen

Um die Ergebnisse besser überblicken und interpretieren zu können, werden die Einzelgehalte zu einer „PAH-Summe“ addiert - ausgenommen von dieser Summenbildung werden nur die Substanzen Phenanthren und Anthracen, da sie größere analytische Schwankungen aufweisen und so das Ergebnis verfälschen können. Ihre Bestimmung ist aber dennoch von Bedeutung, da Phenanthren und Anthracen, als die zwei niedermolekularsten untersuchten Verbindungen, auch die größte Tendenz zur Tiefenverlagerung verglichen mit den anderen PAH's aufweisen.

Zur leichteren Interpretierbarkeit der Untersuchungsergebnisse wird folgende grobe **Klasseneinteilung** getroffen (ppb = µg/kg):

PAH-Summe	0 - 200 ppb	„Ubiquitäre Belastung“
PAH-Summe	201 - 500 ppb	„Erhöhte Belastung“
PAH-Summe	> 500 ppb	„Starke Belastung“

Im Falle einer starken Belastung sollte über Zusatzuntersuchungen versucht werden die Herkunft und flächenhafte Verbreitung der Schadstoffe zu klären !

Die Bestimmung der PAH's erfolgt in gemeinsamer Aufarbeitung mit den chlorierten Kohlenwasserstoffen nach einer in internationalen Ringversuchen getesteten Hausmethode (Aceton-Extraktion und Messung mittels GC - MS).

Wie bei den chlorierten Kohlenwasserstoffen, wurde bei der Bodenzustandsinventur primär nur der Oberboden untersucht und erst ab einer PAH-Summe von mehr als 500 ppb auch die Unterböden kontrolliert.

Untersuchungsergebnisse:

Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen der **PAH-Summe** im Bezirk Leibnitz lauten:

Anzahl Standorte

PAH-Summe (Horizont 1)	Ubiquitäre Belastung	Erhöhte Belastung	Starke Belastung
Grünland	13	2	3
Acker	28	2	1
Sonderkultur	8	0	1
Alle Standorte in LB in %	84 %	7 %	9 %
Steiermark - Raster in %	93 %	5 %	2 %

Der prozentuelle Anteil der mit PAH's belasteten Böden ist im Bezirk Leibnitz höher als der Landesdurchschnitt - jener der ubiquitären Belastung dementsprechend niedriger.

Zu den Standorten mit starker Belastung zählen die beiden Auböden **LEI 3 + 4**, welche auch schon durch überhöhte Schwermetallgehalte aufgefallen sind. Als Ursache wurde das bodenbildende Schwemmmaterial genannt, das vermehrt Schadstoffe aus geogenen und anthropogenen Quellen beinhaltet. Die Belastung mit PAH's deutet darauf hin, dass Rußpartikel über den Wasserweg transportiert werden und sich letztlich in den Auböden kumulieren.

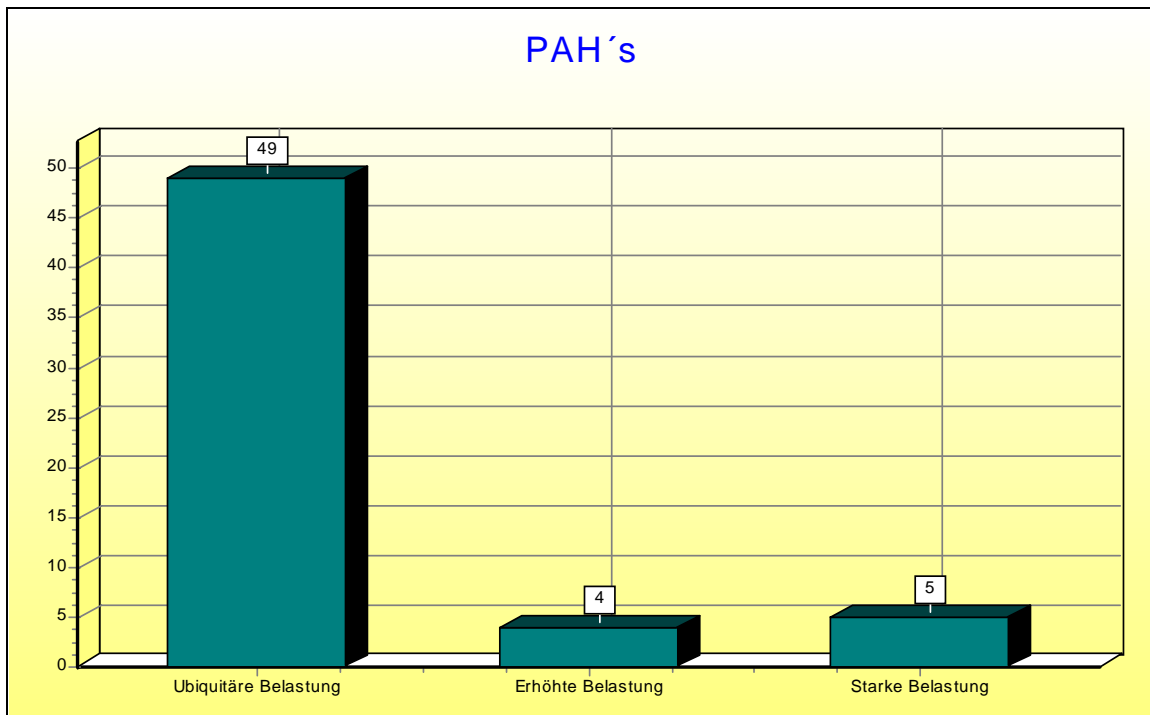
Die starke PAH-Belastung im Weingarten **LEI 9** ist nicht so einfach zu erklären, da hier mehrere Möglichkeiten des Eintrages denkbar sind: Rußpartikel aus der nahen Hausfeuerung, ehemalige Brandrodung, Aufbringung von Asche zu Düngungszwecken, etc...

Hingegen eindeutig ist die Herkunft der extremen PAH-Belastung an den Standorten **VFA 1+ 2**. Der Eintrag der Schadstoffe ist lokal eng begrenzt und erfolgte über die Tontauben des Schießplatzes (Vergleiche Beitrag Seite 84 ff.). Die gefundenen Schadstoffgehalte stellen die höchsten aller bisher im Bodenschutzprogramm festgestellten Werte dar.

Die statistischen Richtwerte der im Bezirk Leibnitz untersuchten Standorte lauten:

PAH-Summe in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1
Minimum	5,00
Maximum	58.014,00
Mittelwert	1.431,01
Median - Leibnitz	47,00
Median - Steiermark	45,50

Der Mediangehalt der Böden im Bezirk Leibnitz ist mit jenem der landesweiten Rasteruntersuchungen sehr gut vergleichbar; der Mittelwert wird durch einige Extremwerte nach oben hin stark verfälscht.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des PAH-Gehaltes

Triazin - Rückstände:

Allgemeines:

Die Untersuchung von Triazinrückständen erfolgt nur an Ackerstandorten und umfasst die Rückstände folgender 5 Triazine:

Atrazin, Simazin, Cyanazin, Terbutylazin und Propazin.

Die angeführten Substanzen sind Unkrautvernichtungsmittel (Herbizide), wovon vor allem das Mittel **Atrazin** in den vergangenen Jahren beim Maisanbau stark zum Einsatz kam. Als das Problem der Grundwasserkontamination auftrat, wurde die Anwendung von Atrazin, nach anfänglichen gesetzlichen Anwendungsbeschränkungen, mit 5. 5. 1995 gänzlich verboten.

Die Bestimmung der Rückstände im Boden erfolgt nach einer Hausmethode (Aceton/Wasser - Extraktion und Messung mittels NPD - GC).

Die Bestimmungsgrenze der einzelnen Parameter beträgt 10 µg/kg (=10ppb).

Die Schwankungsbreite der Atrazinrückstände im Boden kann auf Grund von inhomogener Aufbringung eine relativ hohe lokale Variabilität aufweisen!

Untersuchungsergebnisse:

An den Standorten, welche im Jahr 1993 und später eingerichtet wurden, waren Atrazinrückstände nur sporadisch und auch dann nur in Gehalten von maximal 30 ppb festgestellt, was für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen spricht. Atrazinrückstände unter 50 ppb wurden ab dem Atrazinverbot von 1995 als Altlasten früherer Anwendungen interpretiert, welche im Lauf der Jahre langsam abnehmen.

Bei den Nichttrasterstandorten von 1986 wurden die ersten Rückstandskontrollen 1990 durchgeführt. Aus der damals zulässigen Aufbringungsmenge von 1 kg Wirkstoff pro Hektar und Jahr wurde eine maximal tolerierbare Höchstmenge von 400 ppb Atrazin im Oberboden errechnet. Dieser Gehalt wurde an folgenden Standorten überschritten:

LEI 3 (1.070 ppb) und **LEI 5** (440 ppb).

Insbesondere am Maisacker **LEI 3**, der im weiteren Grundwasserschongebiet von Ehrenhausen liegt, waren die Atrazinrückstände so hoch, dass eine Überschreitung der zulässigen Höchstmenge um das zwei- bis dreifache angenommen werden musste. Es wurden die zuständigen Behörden informiert und eine mehrjährige Messserie am Standort begonnen, um den zeitlichen Verlauf der Abnahme der Rückstände zu verfolgen.

1991 war der Gehalt der Atrazinrückstände auf etwa die Hälfte gesunken. Der weitere Abbau erfolgte jedoch wesentlich langsamer. In den Jahren 1996 bis 1998 waren die Gehalte bei etwa 50 ppb und in den folgenden Jahren bei 20 - 30 ppb Atrazin im Oberboden.

Zusätzlich zum zeitlichen Verlauf der Schadstoffabnahme wurde 1998 auch die lokale Verbreitung der Atrazinrückstände am Acker untersucht, welche zwischen 26 -

52 ppb variierte. Die Details der Untersuchungen am Standort LEI 3 wurden bereits im Bodenschutzbericht 1998 (Seiten 137-138) präsentiert.

Die weitere Kontrolle aller ehemals mit Atrazinrückständen belasteten Standorte des Bodenschutzprogrammes ist durch die Zehn-Jahreskontrollen gewährleistet.



FACHBEITRÄGE

- **Die Landwirtschaft im Bezirk Leibnitz**
(Ing. Martin Rechberger, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Leibnitz)
- **Erfahrungen mit dem Biogetreideanbau**
(Dipl. Ing. Dr. Dagobert Eberdorfer, Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen)
- **Bodenbelastungen an Tontaubenschießplätzen**
(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)



Die Landwirtschaft im Bezirk Leibnitz

(Ing. Martin Rechberger, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Leibnitz)

1) Allgemeines, statistische Übersichten:

Anzahl der politischen Gemeinden:	48
Anzahl der Katastralgemeinden:	163
Anzahl der Gerichtsbezirke:	2

Der Bezirk Leibnitz mit einer Größe von ca. 681 km² liegt südlich des Alpenhauptkammes und steht stark unter dem Einfluss des Kontinentalklimas. Die jährliche Niederschlagsmenge liegt im langjährigen Schnitt über 850 mm, ist jedoch kleinräumig stark unterschiedlich. Erwähnenswert in diesem Zusammenhang ist das Gebiet um Leutschach mit einem ausgeprägten Kleinklima welches auch für den Hopfenanbau besonders geeignet ist.

Hohe Jahresmitteltemperaturen, zwischen 8,0 und 9,0° C begünstigen in diesem Bereich die landwirtschaftliche Bodennutzung (Maisbau).

Die höchste Erhebung des Bezirkes ist der Demmerkogel mit einer Höhe von 670 m, der tiefste Punkt liegt im Bereich der Gemeinde Straß mit etwa 250 m.

Der Ort Kitzack ist mit einer Höhenlage von 564 m der höchste Weinbauort Europas. Im Schloss Seggau befindet sich der größte Weinkeller der Steiermark.

Der Murfluss bildet im Süden des Bezirkes die natürliche Grenze nach Slowenien.

2) Landwirtschaftliche Flächenangaben - Nutzungsformen:

Gesamte landwirtschaftliche Nutzfläche:	ca. 32.640,00 ha
Waldfläche	ca. 21.920,00 ha
Ø Betriebsgröße	8,61 ha
Ø landwirtschaftliche Nutzfläche /Betr.	5,25 ha
Ø Waldfläche / Betr.	3,15 ha

Nutzung landwirtschaftlicher Flächen lt. MFA 2002:

Ackerfläche:	19.502,39 ha
davon	ca. 12.464,02 ha Mais
	ca. 2.254,44 ha Getreide
	ca. 1.901,57 ha Ölkürbis
	ca. 1.005,78 ha Stilllegeflächen

Grünlandfläche lt. MFA 2002: 7.452,94 ha

Spezialkulturfläche lt. MFA 2002 483,23 ha

Weingartenfläche lt. MFA 2002 1.917,61 ha

Bergbauernbetriebe:

Zone	I	II	III	IV	Summe	Gemeinde
	1	13	77	15	106	Oberhaag
	0	13	121	13	147	Schlossberg
Summe	1	26	198	28	253	

3) Bodennährstoffuntersuchungen:

Wie in den Bodenschutzberichten des Landes Steiermark erwähnt, führt die Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in Ergänzung zum landwirtschaftlichen Bodenschutzprogramm regelmäßig Aktionen zur Nährstoffbestimmung in den verschiedenen landwirtschaftlich genutzten Böden an. Zur exakten Nährstoffverabreichung zu den unterschiedlichen Kulturen werden jedes Jahr Bodenuntersuchungsaktionen angeboten. Die Landwirte haben dabei die Möglichkeit ihre landwirtschaftlich genutzten Flächen auf Makro- und Mikronährstoffe, auf Humus, pH – Wert und diverse Schwermetalle untersuchen zu lassen.

Bodenuntersuchungsstatistik

Jahr	Teilnehmer	untersuchte Flächen / Schläge	Flächen in Hektar
2000	55	298	298,1
2001	52	303	279,5

4) Stickstoffuntersuchungen - Landwirtschaftliche Umweltberatung:

Ein besonderes Augenmerk erhält die Stickstoffdüngung im Bezirk Leibnitz. Im Jahre 1988 wurden durch das Amt der Steiermärkischen Landesregierung großflächige Wasserschongebiete ausgewiesen, in denen Bewirtschaftungsauflagen durch Verordnung vorgeschrieben wurden. Begleitend dazu wurde im März ein Spezialberatungsprogramm angeboten. Derzeit arbeiten 2,75 AK landwirtschaftliche Umweltberater mit den Landwirten intensiv an der Verbesserung der Grundwasser = Trinkwasserqualität und an der Änderung der Bewirtschaftungsformen.

- ✓ Aufklärungsarbeiten
- ✓ Forcierung des ÖPUL – Gewässerschutzprogramms
- ✓ Stickstoffmessungen in Ackerböden, Einsatz des Laborbusses
- ✓ Betreuung von Sickerwassersammlern und eines Nmin – Netzes
- ✓ Einzelbetriebliche Nährstoffbilanzen
- ✓ Intensivberatung von winterharten Gründecken
- ✓ Zeitgerechten und fachlichen richtigen Einsatz div. Betriebsmittel (Pflanzenschutz- und Düngemittel)
- ✓ Schauversuche und Maschinenvorfürungen
- ✓ Alternativen Wirtschaftsdüngereinsatz

5) Bodenkartierung:

Der Bezirk Leibnitz untergliedert sich in drei Kartierungsbereiche (Leibnitz, Arnfels und Wildon) welche in den Jahren 1962 bis 1970 aufgenommen wurden.

Wie aus den Bodenkartierungskarten der Bundesanstalt für Bodenkultur ersichtlich gibt es im Bezirk Leibnitz weit über 60 verschiedene Bodenformen. Auffällig dabei ist, dass der Bodentyp silikatische Braunerde aus sandig lehmigem Terrassenmaterial über Schotter speziell im Kartierungsbereich Leibnitz mit 11,3 % einen überdurchschnittlich großen Prozentsatz ausmacht.

Braunerden mit geringer Mächtigkeit (teilweise nur 30 cm) kennzeichnen auch die quartäre Talflur entlang der Mur. Diese leicht erwärmbaren Böden mit geringer Speicherkraft stellen in Kombination mit entsprechenden Niederschlagsmengen ideale Ackerböden dar, bergen aber auch die Gefahr von Auswaschungsverlusten und Schäden bei längerer Trockenheit.

Die Ackerböden mit den höchsten Ackerzahlen des Bezirkes Leibnitz findet man im Raum der Helfbrunner Terrasse, einer Hochterrasse aus der Riß – Eiszeit. Mächtige Braunerden mit einer Tiefe von über zwei Metern, hoher Speicherfähigkeit, guter Bearbeitbarkeit und Nährstoffversorgung ermöglichen hohe und vor allem sichere Erträge.

6) Erosionsschutz:

Starkregenereignisse verursachen immer wieder Schwierigkeiten durch Bodenabtrag. Ein Beratungsschwerpunkt stellt auch der aktive Erosionsschutz durch alternative Bewirtschaftungsformen wie Zwischenfruchtanbau, Fruchtwechsel, pfluglose Bodenbearbeitung etc. dar.

Erfahrungen mit dem Biogetreideanbau

(Dipl. Ing. Dr. Dagobert Eberdorfer,
Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen)

Der Anbau von Getreide nach den Grundsätzen des biologischen Landbaues hat besonders im unteren und mittleren Intensitätsbereich seine Chancen. Trotzdem ist es ein berechtigter Wunsch von biologisch wirtschaftenden Landwirten, die Erträge, die Qualitäten und schlussendlich auch das wirtschaftliche Ergebnis zu verbessern. Um diesen Fragen nachzugehen, wurde vom Versuchsreferat der steirischen Landwirtschaftsschulen gemeinsam mit Bioberatern und Biolandwirten im letzten Jahr ein Versuchsprogramm mit Winterweizen und Wintergerste gestartet. Unsere Erfahrungen daraus sollen hier aufgezeigt werden.



Voll ausgebildete Ähren sind Voraussetzung für gute Erträge

Bodenbearbeitung und Saatbettvorbereitung:

Für den biologisch wirtschaftenden Landwirt ist es selbstverständlich, sich intensiv mit dem Boden zu beschäftigen. Das wichtigste Ziel ist die Erhaltung bzw. Steigerung seiner natürlichen Leistungsfähigkeit. Ein guter Boden bietet aber auch für unerwünschte Pflanzen ideale Wachstumsmöglichkeiten. Die Bodenbearbeitung ist daher dem zu erwartenden Unkrautdruck anzupassen. Minimalbodenbearbeitung und nicht wendende Bodenlockerung mit Grubber und ähnlichen Geräten entspricht zwar dem Gedanken des biologischen Ackerbaus, ist aber nur dann sinnvoll, wenn nur eine geringe Verunkrautungsgefahr besteht. Bei hohem Unkrautdruck ist der Pflug richtig und die obere Bodenschicht muss unbedingt sauber untergepflügt werden, will man sich nicht schon von der Saat weg mit Unkrautproblemen herumschlagen. Die Unkrautsamen in der oberen Bodenschicht müssen von vornherein an der Keimung gehindert werden!

Für einen guten und gleichmäßigen Aufgang der Saat ist danach ein feinkrümeliges, ebenes, gleichmäßig rückverfestigtes Saatbett die Voraussetzung. Je nach Bodenart kann das mit Kreiseleggen oder Kombinationen erreicht werden. Der Einsatz einer Profilwalze nach der Egge kann helfen, große Erdknollen noch weiter zu zerkleinern. Zur Bodenschonung und aus wirtschaftlichen Interesse sollte die Saatbettvorbereitung aber mit ein bis zwei Durchgängen abgeschlossen sein.

Saat:

Das Sortiment für den biologischen Getreidebau ist natürlich nicht so umfangreich aber es sollte bei der Sortenwahl neben Ertrag und Qualität auch Standfestigkeit und Krankheitsanfälligkeit berücksichtigt werden.

Aus vielen Versuchen im konventionellen (und biologischen) Getreidebau hat sich ergeben, dass fast immer zu dicht gesät wird. In typischen Getreidebaulagen und bei ordnungsgemäßer Saatbettvorbereitung und Bestandesführung reichen bei allen Getreidearten 200 Samenkörner pro m² aus, um Höchstserträge zu ernten. Je nach Höhe des Tausendkorngewichtes sind bei Wintergerste 100 – 120 kg, bei Winterweizen 80 bis 120 kg und bei Roggen 50 – 70 kg Saatgut pro Hektar notwendig. Höhere Saatstärken ergeben zwar in der Jugend einen dichteren Bestand, die Anzahl der ährentragenden Halme unterscheidet sich aber kaum von einem Bestand mit geringerer Saatstärke. Das Getreide ist durch seine Bestockungs- und Reduktionsphase in der Lage, die Bestandesdichte in weiten Bereichen den vorhandenen Wachstumsbedingungen (Nährstoffe, Wasserversorgung, Licht usw.) anzupassen.

Wichtig ist auch die exakte Sätiefe. Die Kornablage sollte auf keinem Fall tiefer als 3 cm sein. Um das zu erreichen müssen die Schare der Sämaschine in Ordnung sein und es darf die Sägeschwindigkeit sicher nicht über 7 km/h hinausgehen. Mit einer geringeren Fahrgeschwindigkeit wird auch die Längsverteilung der Samen gleichmäßiger.

Seit einigen Jahren geht der Trend zu immer früheren Saatterminen für den Herbstanbau. Das dies nicht immer sinnvoll ist, haben die Probleme beim frühen Wintergerstenanbau im letzten Herbst gezeigt. Früh gesätes Wintergetreide entwickelt sich im Herbst zu stark und ist damit für die Überwinterung weniger gut gerüstet. Frühe Saat bedeutet aber auch frühere Verunkrautung, sowie mehr Schädlings- und Krankheitsbefall im Herbst. Da im biologischen Getreidebau kaum chemische Hilfsmittel eingesetzt werden können, sollte man eine Saat zu den traditionellen späteren Terminen bevorzugen.



Die Anfang Oktober gesäte Wintergerste (links) kam gut durch den Winter und brachte auch zufriedenstellende Erträge. Der Anbau Ende September führte zur Auswinterung der Wintergerste (rechts).

Düngung:

Hohe Erträge brauchen auch im biologischen Landbau gute Nährstoffversorgung. Ein ausreichender Humusgehalt des Bodens von 2 – 3 % ist dafür eine gute Voraussetzung. Durch leguminosenbetonten Zwischenfruchtanbau kann die Stickstoffversorgung weiter verbessert werden.

Viehhaltende Betriebe können auch noch leguminosenreiches Feldfutter in die Fruchtfolge einbauen. Außerdem stehen ihnen die wirtschaftseigenen Dünger zur Verfügung. Der Wirkungszeitpunkt von Stallmist ist leider ziemlich unberechenbar und sehr stark von Bodenfeuchtigkeit, Bodentemperatur, Bodenluft und Bodenleben abhängig. Alle diese Faktoren können nur eingeschränkt oder langfristig beeinflusst werden. Für die gezielte Steuerung der Getreidebestände sind Gülle und Jauche wesentlich besser geeignet. Die wichtigsten Düngetermine sind – wie bei der Mineraldüngung – Anfang bis Mitte der Bestockung, beim Schoßbeginn und beim Ährenschieben. Die Ausbringung kann sowohl breitflächig als auch mit Schleppschläuchen erfolgen.

Damit die ausgebrachte Nährstoffmenge – besonders bei Stickstoff – einigermaßen genau dosiert werden kann, ist eine Untersuchung der Wirtschaftsdünger auf ihren Nährstoffgehalt eigentlich unerlässlich.

Viehlose Betriebe sind dagegen auf Zukaufsdünger angewiesen die in ihrer Wirksamkeit einem Mineraldünger durchaus ebenbürtig sein können. In unseren Versuchen haben sich Ölkürbis- und Rapskuchen sowie Rückstände der Zuckerrübenindustrie recht gut bewährt. Die Wirkung dieser Dünger ist vom Bodenzustand etwas weniger abhängig als Stallmist. Auch bei diesen Düngern sind die Düngezeitpunkte wie bei einer herkömmlichen mineralischen Düngung zu wählen.

Kompost ist für eine gezielte Düngung eher ungeeignet, denn sein Nährstoffgehalt ist relativ gering und die Wirkung noch weniger berechenbar als die des Stallmistes. Er ist aber ein wertvoller Beitrag zum Aufbau eines entsprechenden Humusvorrates im Boden.



Sauberes Pflügen und exakte Saat sind Voraussetzung für einen unkrautfreien Bestand.

Unkrautbekämpfung:

Die beste Unkrautbekämpfung im biologischen Getreidebau ist, darauf zu achten, dass erst gar keine aufkommen können:

- Dort wo es vom Betriebskonzept her möglich ist, kann durch entsprechende Gestaltung der Fruchtfolge (Einbau von Feldfutterschlägen und Zwischenfrüchten) der Unkrautdruck schon verringert werden.
- Bei der Bodenbearbeitung darauf achten, dass die Unkrautsamen sauber und genügend tief eingepflügt werden.
- Getreidesorten verwenden, welche vom Wuchstyp her eine rasche Bodenbedeckung erreichen und hochwüchsig sind.

- In unseren Versuchen wird derzeit auch geprüft, ob Sämaschinen mit geringeren Reihentfernungen zu einer schnelleren Bodenbedeckung führen.

Die Annahme, durch höhere Saatstärken das Unkraut besser unterdrücken zu können, hat sich in unseren Versuchen nicht bestätigt.

Wenn das alles nichts nützt, hilft im Getreidebau eigentlich nur mehr der Striegeln, wobei der richtige Zeitpunkt maßgeblich ist:

- Blindstriegeln nach der Saat bis zum Aufgang: Viele Unkräuter keimen schneller als das Getreide und können zu diesem Zeitpunkt am leichtesten bekämpft werden.
- Mehrmaliges leichtes bis kräftiges Striegeln ab dem 3-Blatt-Stadium: Auch hier gilt, je kleiner die Unkräuter umso leichter werden sie ausgerissen oder mit Erde zugeschüttet.
- Bei Klettenlabkraut kann ein Striegeln zu einem späteren Zeitpunkt (bis etwa 50 cm Bestandeshöhe) noch eingesetzt werden. Die Wirkung ist nach unserer Erfahrung aber nicht befriedigend.

Das Striegeln darf natürlich nur bei abgetrocknetem Boden erfolgen.

Getreidehähnchen:

Bei bekämpfungswürdigem Auftreten des Getreidehähnchens ist die einzig sinnvolle Gegenmaßnahme die Anwendung eines erlaubten Insektizides (z. B. natürliche Pyrethrine).

Einsatz von Netzschwefel:

Er kann im biologischen Getreidebau als vorbeugendes Fungizid eingesetzt werden. Für eine zufriedenstellende Wirkung ist aber eine mehrmalige Ausbringung notwendig, denn nur ein geschlossener Spritzbelag bietet ausreichenden Schutz.

Für alle Maßnahmen, besonders aber für Düngung und Pflanzenschutz sind die jeweiligen Richtlinien der verschiedenen Bioverbände, der Kontrollverbände, die EU-Verordnungen und die ÖPUL-Richtlinien einzuhalten.



Dieser biologisch geführte Roggen lässt auch gute Erträge erwarten.

Bodenbelastung an Tontaubenschießplätzen

(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)



In der Steiermark gibt es derzeit etwa 15 größere Wurf-scheibenanlagen. An zwei dieser Anlagen wurden 1997 im Rahmen der Untersuchungen „potentielle Kontamina-tionsflächen in der Steiermark“ Standorte eingerichtet um die Auswirkungen des Schießbetriebes auf die land-wirtschaftlich genutzten Böden zu untersuchen.

Wie aus einem Bericht des Umweltbundesamtes („Wurftaubenschießen: Auswirkungen auf die Umwelt“, 1995) hervorgeht, kommt es an Tontaubenschießplätzen zu erheblichen Belastungen des Bodens mit diversen Schwermetallen (vor allem Blei) und polycyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH's). Eine Grundwasser-gefährdung ist dabei nicht auszuschließen.

Der üblicherweise verwendete **Bleischrot** besteht zu 90-95 % aus Blei und enthält nebenbei auch Antimon und Arsen. Bleischrot kann überdies mit Nickel ummantelt sein. Als Blei-Alternative bietet sich Weicheisenschrot an, der jedoch ungünstigere ballistische Eigenschaften aufweist. Um dies auszugleichen muss eine größere Kör-nung verwendet werden, was wiederum eine stärkere Treibladung erfordert und da-mit die Lärmbelästigung erhöht.

Die verwendeten **Wurfscheiben** („Tontauben“) enthalten als Bindemittel Steinkoh-lenteerpech, Asphalt, oder Bitumen und sind daher mit PAH's verunreinigt. Der Farb-anstrich der Tontauben enthielt früher Schwermetalle (meist Bleichromat). Heute werden jedoch meist Anstriche auf rein organischer Basis eingesetzt.

Als weitere Verunreinigungen an Schießplätzen fallen Patronenhülsen und Schrotbe-cher aus Kunststoff an.

Die höchsten Bodenbelastungen durch den Bleischrot findet man auf ebenen Schießanlagen im Bereich 120 – 140 m Entfernung zur Wurfanlage. Der höchste An-teil an Wurftaubensplittern liegt im Bereich von 40 – 60 m.

Schwermetalle in Tontauben:

Es wurden stichprobenartig zwei verschieden gefärbte Tontauben, welche derzeit verwendet werden auf ihre Schwermetallgehalte hin analysiert.

Schwermetallgehalte in Tontauben (mg/kg):

Element	Tontaube (orange)	Tontaube (gelb)
Kupfer (Cu)	1,2	2,3
Zink (Zn)	33,4	27,6
Blei (Pb)	23,8	39,6
Chrom (Cr)	1,6	5,4
Nickel (Ni)	1,6	0,9
Kobalt (Co)	1,2	0,4
Molybdän (Mo)	0,59	1,41
Cadmium (Cd)	0,75	0,69
Quecksilber (Hg)	0,02	0,03
Arsen (As)	3,2	2,2

Die gefundenen erhöhten Gehalte an Zink, Blei, Molybdän und Cadmium entsprechen üblichen Umwelt-Schadstoffwerten im Boden und dürften daher nicht aus der verwendeten Farbe, sondern eher aus dem zur Herstellung der Tontauben verwendeten Gesteismehl stammen.

Wurftaubenstand Gamlitz

Die Schießanlage in Gamlitz (Bezirk Leibnitz) ist seit etwa 30 Jahren in Betrieb. In Schussrichtung befindet sich eine 15 Grad steil abfallende Grünfläche, welche derzeit landwirtschaftlich zu Futter- und Weidezwecken (Pferde) genutzt wird. Nach ca. 100 m ab dem Wurfstand befindet sich ein Wald.

Der Großteil des Bleischrots geht im Wald nieder und wurde bei den Untersuchungen im Rahmen des landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes nicht erfasst.

Es wurden drei Untersuchungsstellen eingerichtet:

- VFA 1:** 40 m von der Wurfanlage entfernt
- VFA 2:** 80 m von der Wurfanlage entfernt
- VFA 3:** Kontrollpunkt seitlich hinter der Wurfanlage

Untersuchungsergebnisse:

Überschreitungen der Normalwerte findet man nur beim Element Blei (VFA 1+2).

Die festgestellten Überschreitungen des Normalwertes für **Blei** im Boden sind minimal. Die Belastungen befinden sich nur im Oberboden und betreffen am Standort VFA 2 nur ein Untersuchungsjahr.

Um den Einfluss des Schießbetriebes auf den Boden feststellen zu können, werden nun die gemessenen Mittelwerte (Erst- und Wiederholungsjahr) der Schadstoffgehalte im Oberboden gegenübergestellt.

Vergleich der Schwermetallgehalte (in mg/kg) und PAH (in ng/g) im Oberboden:

Schadstoff	VFA 1 (40 m)	VFA 2 (80 m)	VFA 3 (Kontrolle)	Normalwert
Kupfer (Cu)	14,7	13,4	18,1	50
Zink (Zn)	58,9	56,5	76,5	140
Blei (Pb)	39,0	27,4	12,0	30
Chrom (Cr)	32,4	29,9	34,0	80
Nickel (Ni)	14,3	14,5	16,8	60
Kobalt (Co)	7,3	7,2	6,6	30
Molybdän (Mo)	0,74	0,82	0,94	1,5
Cadmium (Cd)	0,12	0,12	0,14	0,30
Quecksilber (Hg)	0,11	0,11	0,08	0,25
Arsen (As)	7,6	7,6	6,7	40
Summe PAH	33.549	43.897	270	200

Da der verschossene Bleischrot über die Untersuchungsstandorte hinweg im Wald niedergeht, dürften die im Vergleich zum Kontrollpunkt VFA 3 leicht erhöhten Bleiwerte der Standorte VFA 1 und 2 vom Blei, welches in den Tontaubenscherben enthalten ist, stammen.

Der Großteil der Tontaubenscherben geht im Bereich des Standortes VFA 1 nieder. Es wurde jedoch im Zuge von früheren Planierungsarbeiten Bodenmaterial vom Oberhang in den Bereich des Standortes VFA 2 verlagert. Dies erklärt auch die ähnlich extremen **PAH-Gehalte** beider Standorte.

Die beiden Standorte VFA 1 und 2 sind bodenkundlich gesehen Planieböden. An der Untersuchungsstelle VFA 1 werden Tontaubenscherben bis in eine Tiefe von ca. 40 cm gefunden, beim Punkt VFA 2 sogar tiefer als 1 Meter.

Die Verteilung der Tontaubenscherben im Boden ist selbstverständlich sehr inhomogen, sodass es bei der Analyse zu großen Schwankungen zwischen den einzelnen Bestimmungen kommt.

Die folgende Tabelle zeigt die große Schwankungsbreite zwischen Erst- und Wiederholungsuntersuchung, sowie den Einfluss der Planierungsarbeiten auf die Gehaltsab-

folge der einzelnen Bodenhorizonte (normalerweise sinkt der PAH-Gehalt mit zunehmender Bodentiefe rasch ab; am Standort VFA 2 ist der unterste untersuchte Horizont sogar stärker belastet als der mittlere).

PAH-Summe (Gehalte in ng/g) in Abhängigkeit von der Entnahmetiefe und Probenahmejahr:

Tiefe (cm)	Probennahmejahr	VFA 1	VFA 2
0-5	1997	22.488	58.014
0-5	1998	44.610	29.780
5-20	1997	1.178	4.572
20-50	1997	370	12.482

Da es zu keinen Grenzwertüberschreitungen der Schwermetallgehalte im Boden kommt, entfällt eine Untersuchung von Pflanzen.

Um eine eventuelle Gefährdung durch das im Wald abgelagerte Blei bzw. die im Boden festgestellten PAH's erkennen zu können, wurden von der Fachabteilung 17C Wasserproben aus dem belasteten Einzugsbereich untersucht:

Es wurden keine erhöhten Schadstoffgehalte im Wasser festgestellt, sodass nach dem derzeitigen Untersuchungsstand auch keine unmittelbare Gefährdung durch die vom Schießbetrieb ausgehenden Bodenbelastungen erkennbar ist.

Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse aller 58 im Bezirk Leibnitz eingerichteten Standorte des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes können im Internet unter folgender Adresse eingesehen werden:

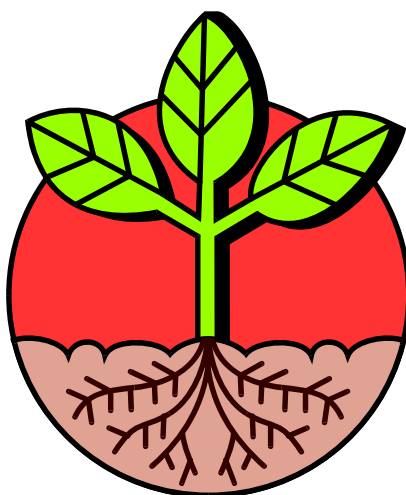
www.bodenschutz.steiermark.at

Die Abfrage erfolgt mittels Hotlink-Werkzeug (Blitzsymbol) durch Anklicken des gewünschten Standortes in der Übersichtskarte (eventuell vorher Zoomfunktion verwenden).

Für jeden Standort sind

- die bodenkundliche Profilbeschreibung,
- die Analysenergebnisse aller untersuchten Parameter und
- eine verbale Beurteilung der Analysenergebnisse des Oberbodens

in übersichtlicher Form dargestellt.



Erläuterung der Abkürzungen

Die Untersuchungsparameter:

CaCO₃	Kalziumcarbonat bzw. Kalk
P₂O₅	Phosphorpentoxid → Angabeform des Phosphor-Gehaltes
K₂O	Kaliumoxid → Angabeform des Kalium-Gehaltes
Mg	Magnesium
B	Bor
F	Wasser - extrahierbares Fluor

EDTA-Cu	EDTA - extrahierbares Kupfer
EDTA-Zn	EDTA - extrahierbares Zink
EDTA-Mn	EDTA - extrahierbares Mangan
EDTA-Fe	EDTA - extrahierbares Eisen

Ca Kat	Austauschbares Kalzium
Mg Kat	Austauschbares Magnesium
K Kat	Austauschbares Kalium
Na Kat	Austauschbares Natrium

Cu Kupfer	Ni Nickel	Hg Quecksilber
Zn Zink	Co Kobalt	As Arsen
Pb Blei	Mo Molybdän	
Cr Chrom	Cd Cadmium	

HCB	Hexachlorbenzol
PAH's, PAH	Polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe

Konzentrationsangaben:

ppm	„part per million“, z. B.: mg/kg (Milligramm pro Kilogramm)
ppb	„part per billion“, z. B.: ng/g (Nanogramm pro Gramm)

Literatur

Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Leibnitz (KB 20), Wildon (KB 31) und Arnfels (KB 116); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1974, 1976 und 1983.

Richtlinien für sachgerechte Düngung - 5. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 1999.

Bodenzustandsinventur - Konzeption, Durchführung und Bewertung - Empfehlungen zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise in Österreich - 2. Auflage, Blum / Spiegel / Wenzel, 1996.

Bodenschutzkonzeption - Bodenzustandsanalyse und Konzepte für den Bodenschutz in Österreich, Blum / Wenzel, 1989.

Lehrbuch der Bodenkunde - 11. Auflage, Scheffer / Schachtschabel, 1984.

Metalle in der Umwelt, Ernest Merian, 1984.

Steirische Bodenschutzberichte 1988 - 2001.

Niederösterreichische Bodenzustandsinventur, 1994.

Oberösterreichischer Bodenkataster - Bodenzustandsinventur 1993.

Bodenzustandsinventur Kärnten, 1999.

Diverse ÖNORMEN des Österreichischen Normungsinstitutes.

Klaghofer E.: Bodenabtrag durch Wasser - Aus der Forschungs- und Versuchstätigkeit der Bundesanstalt für Kulturtechnik und Bodenwasserhaushalt, 1987.

Klaghofer E.: Bodenerosion - Bodenschutz in Österreich, Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft, 1997.

Mayer K.: Bodenerosion im Tertiärhügelland der Steiermark, Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, 1998.

Gosch C., Madler G., Mörth O.: Ermittlung erosionsgefährdeter Gebiete der Kleinregion Feldbach - Auftrag des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung (LBD-Regionalplanung, Fachabteilung Ia, Fachabteilung IIIa, Abt. für Wissenschaft und Forschung), 1993.

Wischmeier W.H., Smith D. D.: Predicting Rainfall Erosion Losses - A Guide to Conservation Planning, USDA, Agricultural Handbook, No. 537, 1978.

Die verwendeten Grafik-Clips wurden den Programmen „Clipart“, „Masterclips“ und „ClickART“ entnommen.

IMPRESSUM

Herausgegeben von:

Fachabteilungsleiter Hofrat Univ.-Prof. Dr. Ing. Michael KÖCK
FA10B - Landwirtschaftliches Versuchszentrum
Burggasse 2, 8010 Graz

Redaktion, Layout und Inhalt:

Dr. Mag. Wolfgang KRÄINER
FA10B - Landwirtschaftliches Versuchszentrum
Referat Boden- und Pflanzenanalytik

Druck:

FA1A - FA Präsidialangelegenheiten und Zentrale Dienste

