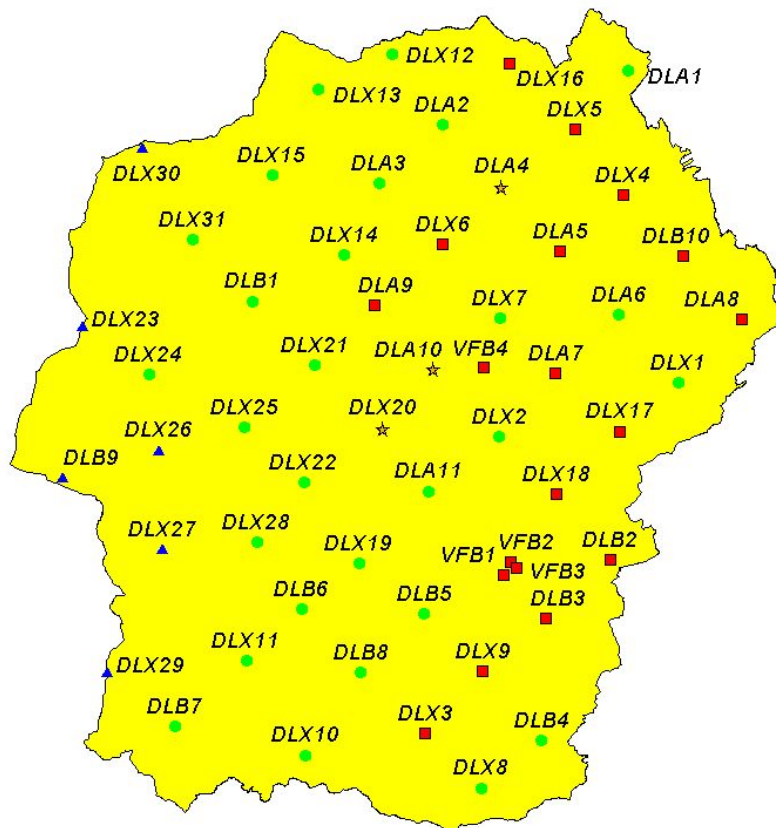
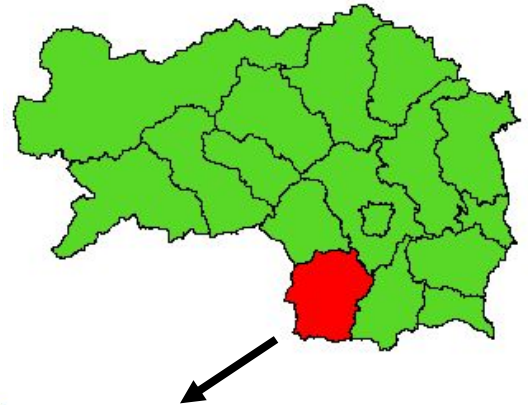


Bodenzustandsinventur Bezirk Deutschlandsberg

Boden- schutz- bericht 2003



AMT DER STEIERMÄRKISCHEN LANDESREGIERUNG



Das Land
Steiermark

LANDESRAT JOHANN SEITINGER



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.

Der vorliegende Bodenschutzbericht 2003 präsentiert die Ergebnisse des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Deutschlandsberg und diskutiert in bewährter Weise die aktuelle Nähr- und Schadstoffsituation der landwirtschaftlich genutzten Böden.

Ziel der Untersuchungen ist eine erstmalige Erfassung des Bodenzustandes in der Steiermark. Nur die genaue Kenntnis über den aktuellen Stand der Nährstoffversorgung und des Belastungsgrades der landwirtschaftlich genutzten Böden schafft die Möglichkeit, Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung der Lebensgrundlage Boden zu treffen.

Johann Seitingner
Landesrat für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt, Nachhaltigkeit,
Wasser, Natur, Wohnbauförderung und Ortserneuerung

Inhaltsangabe

Seite

Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Deutschlandsberg	
Zusammenfassung	3
1. Zielsetzung und gesetzlicher Auftrag	6
2. Durchführung der Untersuchungen	7
3. Geologie	11
4. Bodentypen	13
5. Bodenbildendes Ausgangsmaterial	17
6. Erosion	19
7. Bodenverdichtung	21
8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur	23
Allgemeines	24
Allgemeine Bodenparameter und Nährstoffe	27
Sand, Schluff, Ton	27
Humus	29
pH-Wert	31
Kalk	33
Phosphor	35
Kalium	37
Magnesium	39
Bor	41
Die EDTA-extrahierbaren Spurenelemente Cu, Zn, Mn + Fe	43
Die austauschbaren Kationen Ca, Mg, K + Na	46
Das wasserextrahierbare Fluor	49

Inhaltsangabe

	Seite
Schwermetalle	51
Allgemeines	51
Kupfer	55
Zink	56
Blei	57
Chrom	58
Nickel	59
Kobalt	60
Molybdän	61
Cadmium	62
Quecksilber	63
Arsen	64
Untersuchung von Pflanzenproben	65
Organische Schadstoffe	67
Die chlorierten Kohlenwasserstoffe HCB, Lindan + DDT	67
Die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe	69
Triazin - Rückstände	72
Fachbeiträge:	73
• Die Landwirtschaft im Bezirk Deutschlandsberg (Ing. Schönmaier Reinfried, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Deutschlandsberg)	75
• Das Referat Spezialkulturen des Landwirtschaftlichen Versuchszentrums in Wies (Referatsleiter Ing. Pelzmann Helmut)	77
• Die Bodenbelastung im Bereich der ehemaligen Messinghütte Frauenthal (Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)	85
• Die Bodenbelastung im Bereich der Wolframhütte Bergla (Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)	87
Untersuchungsergebnisse	90
Erläuterung der Abkürzungen	91
Literatur	92
Impressum	93

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Deutschlandsberg:

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 1995 - 1999 **56 Untersuchungsstandorte im Bezirk Deutschlandsberg** 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 Deutschlandsberg.

Untersuchungsergebnisse:

Allgemeine Bodenparameter:

Der **Humusgehalt** aller im Bezirk Deutschlandsberg untersuchten Böden ist zufriedenstellend.

Der **pH-Wert** oder **Säuregrad** ist verglichen mit den Ergebnissen der landesweiten Rastererhebungen (Bodenschutzbericht 1998) an 50 % der Untersuchungsstellen zu sauer (Landesschnitt: 38 %). Im Bezirk Deutschlandsberg ist daher besonderes Augenmerk auf gelegentliche Kalkungen als bodenverbessernde Maßnahme zu legen. Ursache der Bodenversauerungen ist das kalkarme Ausgangsmaterial der Böden. 98 % der Standorte liegen im weitestgehend kalkfreien Bereich von 0 - 0,5 % **Kalkgehalt** im Boden.

Nährstoffe, Spurenelemente und das wasserlösliche Fluor:

Phosphor und **Kalium**: Die Versorgung der Böden mit den beiden Nährstoffen ist im Bezirk Deutschlandsberg sehr unterschiedlich. Beim Phosphor findet man - wie generell in der Steiermark - bei der Hälfte der Standorte einen Nährstoffmangel. Beim Kalium jedoch liegen 46% der untersuchten Böden in den beiden oberen Bewertungsklassen der Nährstoffversorgung.

Derartige Düngefehler sind nur durch eine exakt auf den jeweiligen Nährstoffbedarf der Pflanzen abgestimmte Düngung korrigierbar. 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 Deutschlandsberg 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: Der Grossteil der untersuchten Standorte liegt im mittleren Gehaltsbereich. Übersorgungen kommen nicht vor. An zwei 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 Deutschlandsberger Böden beim Kupfer und Zink zum überwiegenden Teil im mittleren - und bei Mangan und Eisen im hohen - Versorgungsbereich. Unterversorgungen sind seltene Ausnahmen.

Erhöhte Bodengehalte an pflanzenverfügbarem Kupfer und Zink haben meist anthropogene Ursachen. Diese sind einerseits die jahrzehntelange Verwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln in den Sonderkulturen Wein, Obst und Hopfen oder Emissionen aus industriellen Prozessen, wie es an einem Ackerstandort in der Nähe der ehemaligen Messinghütte Frauenthal der Fall ist.

Die austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium:

Aus dem Antagonismus der Magnesium- und Kaliumionen heraus könnte sich in Ausnahmefällen 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: Erhöhte Fluorgehalte (über 1,2 mg/kg) sind entweder ein Indiz auf Immissionen aus industriellen Prozessen, oder werden über Verunreinigungen in Düngemitteln in den Boden eingetragen. Letzteres dürfte an sechs der untersuchten Ackerstandorte und an zwei Sonderkulturen der Fall sein. Schädigungen an Pflanzen sind derzeit in der Steiermark auch bei Standorten mit sehr hohem Anteil an wasserlöslichem Fluor nicht bekannt.

Schwermetalle:

Im Bezirk Deutschlandsberg ist hauptsächlich die naturgegebene geogene Grundbelastung des bodenbildenden Ausgangsmaterials für die Schwermetallgehalte der Böden verantwortlich; diese liegt verglichen mit den stärker erzführenden Gesteinen der Obersteiermark günstig.

An anthropogenen Einflüssen ist nur die heute übliche ubiquitäre Umweltbelastung anzuführen, welche sich fallweise in leicht erhöhten Blei- und Cadmiumgehalten von Oberböden bemerkbar macht und lokal begrenzte geringfügige Belastungen. Dazu

zählen jene aus der ehemaligen Messinghütte Frauenthal oder Kupferrückstände aus der jahrelangen Verwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln, wie sie in fast allen Sonderkulturen (Obst, Wein, Hopfen) vorkommen.

An allen Standorten, an denen der gesetzliche Grenzwert überschritten ist, wurden - um einen eventuellen Transfer vom Boden in die Pflanzen nachzuweisen - auch **Pflanzenproben** untersucht.

Organische Schadstoffe:

An elf Standorten wurden Rückstände des chlorierten Kohlenwasserstoffes **DDT** festgestellt. Die Bodengehalte sind meist minimal und nur an drei Untersuchungsstellen hoch. 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. Besonders interessant für den Verbleib des Schadstoffes werden die in Arbeit befindlichen Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung der belasteten Standorte.

Belastungen mit **polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen** sind ein Hinweis auf Schadstoffeinträge aus Verbrennungsprozessen. Diese sind im Bezirk Deutschlandsberg nur in Gehaltsbereichen heute üblicher ubiquitärer Größenordnung festzustellen.

Die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen auf Triazinherbizide (Unkrautvernichtungsmittel) im Boden der ackerbaulich genutzten Standorte ergaben fallweise geringfügige Rückstände von **Atrazin**.

Atrazin-Rückstände im Boden sind seit dem Anwendungsverbot 1995 stark rückläufig und oft gar nicht mehr nachzuweisen.

Das weitere Vorgehen

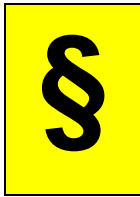
Die in diesem Bericht präsentierte Bodenzustandsinventur des Bezirkes Deutschlandsberg ist ein wichtiger 1. Schritt in der Erweiterung unserer Kenntnisse über den Boden. Erst über das Wissen bestehender Belastungen und die generelle Belastbarkeit von Böden ist es möglich, geeignete Maßnahmen zur Erhaltung 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 in der Steiermark bereits begonnen wurde.

Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Deutschlandsberg

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.

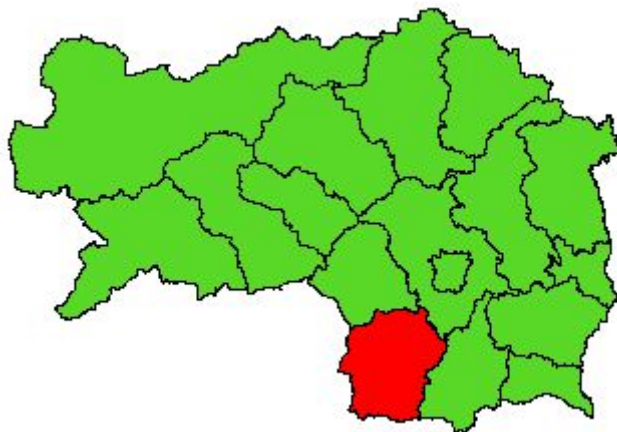


Der gesetzliche Auftrag dazu erfolgte 1987 durch das **Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz** (LGBl. Nr. 66 / 1987) und die **Bodenschutzprogrammverordnung** (LGBl. Nr. 87 / 1987).

Im **Bezirk Deutschlandsberg** wurde 1995/96 mit der Einrichtung von 21 Untersuchungsstandorten im 4 x 4 km Rastersystem begonnen und 1997/98 erfolgte im Rahmen der Untersuchung von potentiellen Kontaminationsflächen in der Steiermark die Kontrolle der landwirtschaftlich genutzten Böden in der Nähe der ehemaligen Messinghütte Frauenthal und der Wolframhütte in Bergla. 1998/99 bzw. 1999/2000 wurde mit der Untersuchung von 31 weiteren, verdichtenden Standorten das Untersuchungsnetz komplettiert.

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 31 Verdichtungsstandorte mit einfließen und stellt so ein umfassendes Bild der Bodenzustandsinventur des Bezirkes Deutschlandsberg 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 Deutschlandsberg ergaben sich 57 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 25 Rasterstandorten, welche es von der Bodenzustandsinventur zu erfassen galt.

Die Bodenprobennahmen an diesen Untersuchungsstellen wurden 1995 begonnen und im Jahre 1996 (Wiederholungsprobennahmen) abgeschlossen. Vier Standorte mussten wegen Aufforstung bzw. Verbauung als nicht beprobbar ausgesondert werden, sodass letztlich **21 Standorte im Raster** 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 **35 Nichtrasterstandorte** untersucht.

In Summe wurden somit im Bezirk Deutschlandsberg 56 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 56 Untersuchungsstandorten im Bezirk Deutschlandsberg **224 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 56 Untersuchungsstandorte:

Erstprobennahme	Standortbezeichnung	Anzahl der Standorte
1995	DLA 1-11, DLB 1-10	21*
1997	VFB 1-4	4
1998	DLX 1-3	3
1999	DLX 4-31	28

* Rasterstandorte

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

Standortnutzung

Flächenhafte Verteilung der Nutzungsformen im Bezirk Deutschlandsberg:

Bodenfläche nach Nutzung in ha:

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen	Gesamtfläche**
1981	34.028,16	46.638,15	5.679,43	86.345,74
1991	32.926,03	47.266,90	6.117,63	86.310,56
2000	30.251,96	50.429,44	5.634,88	86.316,28

* inkl. Gärten und Weingärten

** Flächenänderungen vermessungstechnisch bedingt.

Bodenfläche nach Nutzung (% - Anteil):

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen
1981	39,4	54,0	6,6
1991	38,1	54,8	7,1
2000	35,1	58,4	6,5
Steiermark gesamt (2000)	27,1	56,8	16,1

* inkl. Gärten und Weingärten

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

Grob gesprochen werden etwas mehr als ein Drittel der Bezirksfläche von Deutschlandsberg landwirtschaftlich und fast 60 % forstwirtschaftlich genutzt.

Die Bodennutzung im Bezirk ist - da sich der nutzbare Bereich von ca. 300 Höhenmetern bis in die Almregion über 2000 m erstreckt – sehr unterschiedlich.

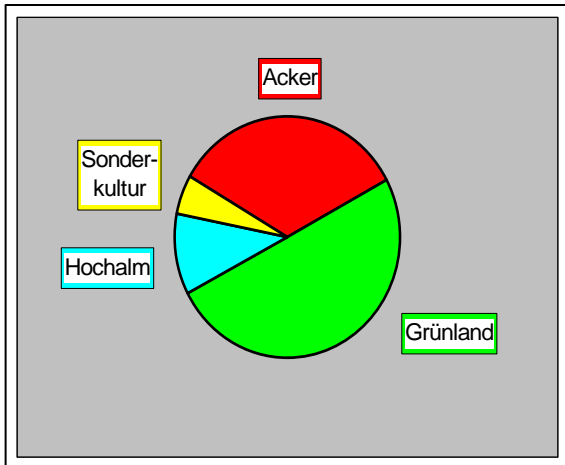
In den Tal- und Terrassenlagen dominiert der Ackerbau mit besonderer Betonung auf dem Maisbau. Weiters werden neben Winter- und Sommerweizen, sowie Wintergerste auch Ölkürbis, Futterrübe und Kartoffeln angebaut. Der Grünlandnutzung verbleiben nur die vernässten bzw. überschwemmungsgefährdeten Gebiete.

Im Hügelland halten sich Acker und Wiese annähernd die Waage.

Am Gebirgsrand und im Bereich der klimatisch begünstigten Hügelrücken stellt der Erwerbsobstbau (Äpfel, Birnen, Pfirsiche) einen wesentlichen Einkommensfaktor dar. In der Stainzer Gegend hat der Weinbau durch den Anbau der Schilcherrebe überregionale Bedeutung erlangt.

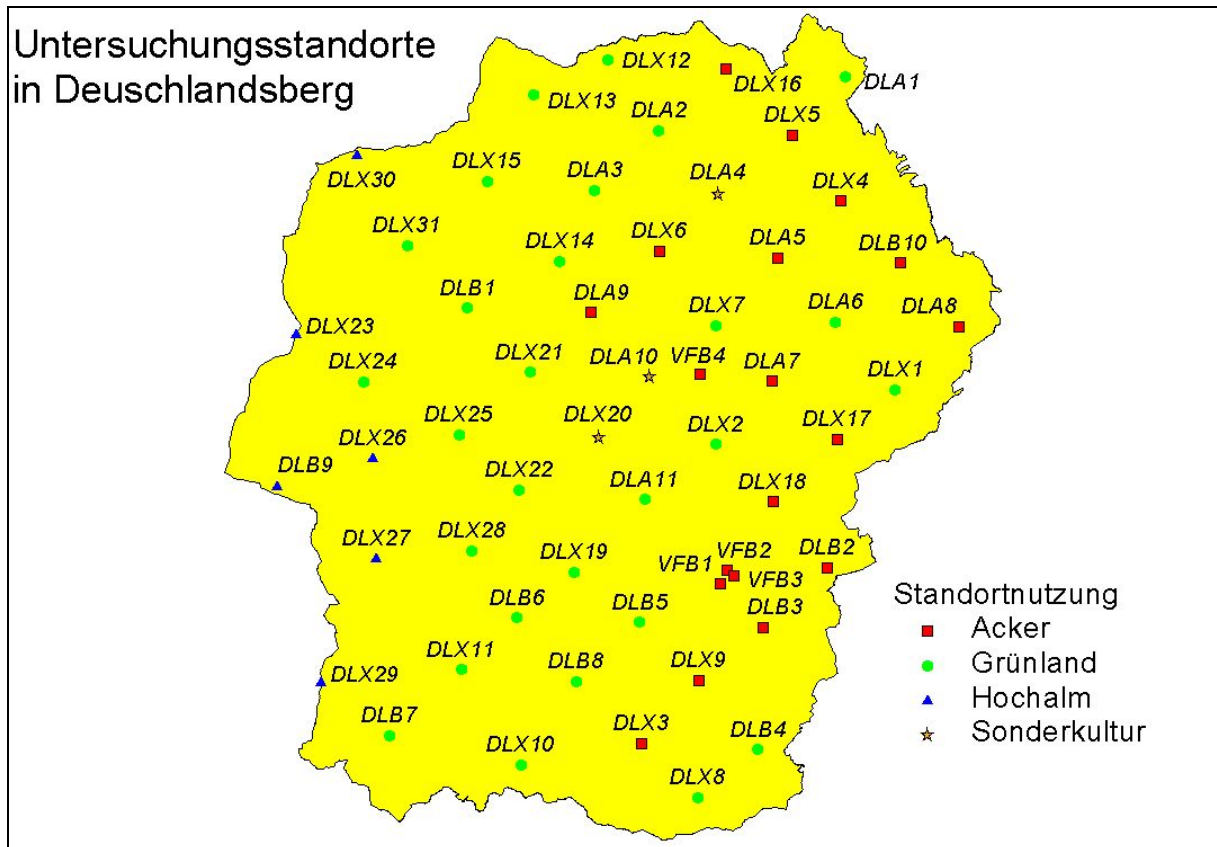
Im Tal- und Hügelbereich herrscht eine kleinbäuerliche Betriebsstruktur vor. Rund 70 % der Betriebe sind kleiner als 10 ha. Der Bergbereich wird eher vom Mittelbetrieb (10-100 ha) beherrscht.

Die landwirtschaftliche Nutzung an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes:



19 Ackerstandorte
 28 Grünlandstandorte
 3 Sonderkulturen (Wein, Obst)
 6 Hochalmen

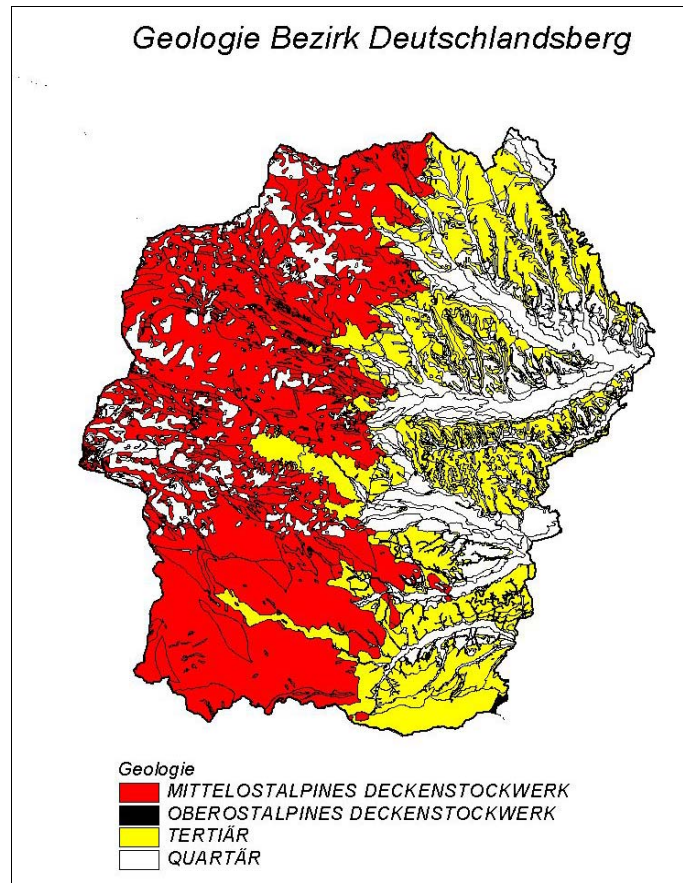
34 % der Untersuchungsflächen im Bezirk Deutschlandsberg werden ackerbaulich, 50 % als Grünland, 16 % der Standorte werden als Wein- oder Obstkultur genutzt und 11 % sind Almflächen.



Die Lage der Untersuchungsstandorte im Bezirk Deutschlandsberg

3. Geologie

Grob gesprochen ist der Bezirk Deutschlandsberg geologisch zweigeteilt: Die östliche Hälfte zählt zum tertiären Hügelland des steirischen Beckens und die westliche Hälfte gehört zum Kristallin des steirischen Randgebirges, der Ostabdachung der Koralpe (kristalline Schiefer). Die jungen quartären Ablagerungen durchziehen den Bezirk entlang der Talungen und sind als eiszeitliche Terrassen in den geologisch älteren Bereich eingebettet.



Entsprechend der geologischen Entwicklung und der Oberflächenausformung lassen sich im Bezirk Deutschlandsberg drei große Landschaftsräume unterscheiden:

- Die **Talböden** der größeren Gerinne.
- Der **Terrassen- und Hügelbereich** (lehmbedeckte eiszeitliche Terrassen; Rücken und Hänge im Tertiärhügelland).
- Der **Bergbereich**.

Quelle (Bodentypen in den Landschaftsräumen): Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Deutschlandsberg (KB 24), Stainz (KB 105) und Eibiswald (KB 122); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1975, 1985 und 1987.

Die geologischen Großräume im Bezirk Deutschlandsberg:

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.

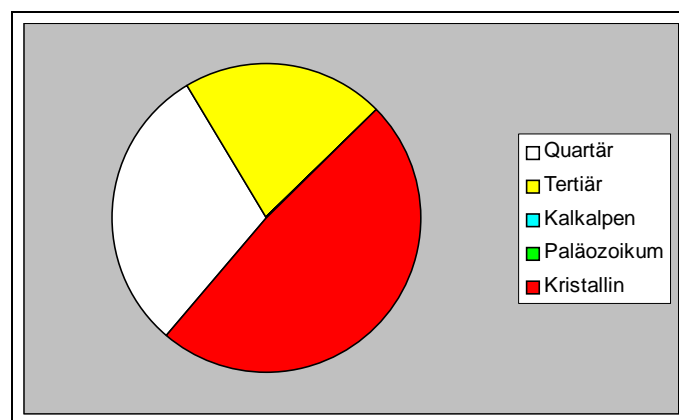
Dazu zählen: Terrassensedimente, Moränen, Hangschutt, Material der Schwemmkegel und Talböden, Moore und anthropogene Ablagerungen (Halden, Deponien).

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

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

Die Verteilung der 56 Standorte des Bodenschutzprogrammes hinsichtlich der geologischen Großräume:

Geologischer Großraum	Standortbezeichnung	Anzahl Standorte
Quartär	DLA 1, 5, 7, 8, 9, 10 + 11 DLB 2, 3 + 10 DLX 3, 7 + 17 VFB 1, 2, 3 + 4	17
Tertiär	DLA 4 + 6 DLB 4 DLX 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 16 + 18	12
Kristallin	DLA 2 + 3 DLB 1, 5, 6, 7, 8 + 9 DLX 10-15 + 19-31	27



Verteilung der untersuchten Standorte

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 Deutschlandsberg findet man folgende Bodentypen:

Anmoore:

Als Anmoore bezeichnet man sehr humusreiche Mineralböden, deren Humus unter sehr feuchten Bedingungen entstanden ist. Diese meist mittel- bis tiefgründigen Böden zeigen vor allem an nassen Standorten Gleyerscheinungen. Sie haben oft eine ungünstige Struktur und sind im allgemeinen von mittelschwerer oder schwerer Bodenart. Ihr landwirtschaftlicher Wert hängt von den Wasserverhältnissen und davon ab, wie weit ihr Humus zu Anmoormull umgewandelt ist.

Im Bereich von Quellaustritten findet man fallweise kleinräumige Hangniedermoore.

Auböden:

Dies sind Böden, welche aus (jungem) Schwemmmaterial entstanden sind und die Audynamik (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 Schicht 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 Deutschlandsberg lassen sich die Bodentypen in den Landschaftsräumen wie folgt diskutieren:

Bodentypen in den einzelnen Landschaftsräumen:

Die Talböden der größeren Gerinne:

Entlang der Gerinne (z. B.: Laßnitztal zwischen Deutschlandsberg und Groß St. Florian) findet man meist leichte und mittelschwere Braune Auböden. Zwischen der Au und den Schwemmfächern erhebt sich eine Stufe von 1-2 Metern mit Lockersediment-Braunerden. In feuchten Eintiefungen findet man Gleyböden und auch Anmoore.

Der Terrassen- und Hügelbereich:

Ausgangsmaterialien für die Bodenbildung in diesem Raum sind vorwiegend feine Ablagerungen aus dem Tertiär und eiszeitliche Decklehme des Quartär. Die Oberfläche des tertiären Hügellandes ist stark gegliedert, weil das feine Sediment besonders in den vegetationsarmen Perioden der Eiszeiten stark der Erosion unterlag. Die vielgestaltigen Bodenformen in diesem Bereich sind daher oft einem sehr engräumigen Wechsel unterworfen.

Der Bergbereich:

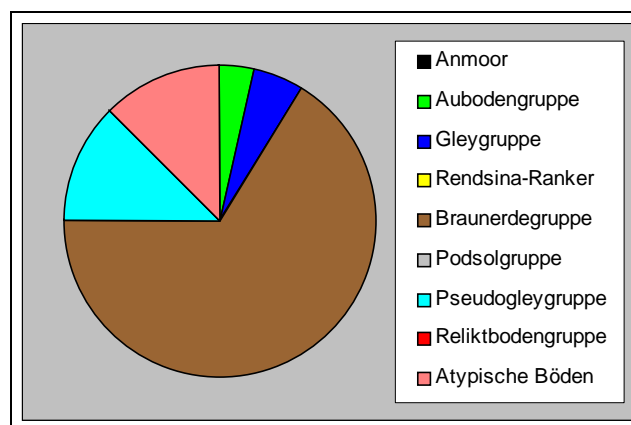
In diesem Bereich besteht das Ausgangsmaterial weitgehend einheitlich aus kristallinen Schiefen. Die Gliederung in Bodenformen wird vor allem nach der Mächtigkeit der Bodenbildung über dem Muttergestein vorgenommen. Ausnahmen bildet das Gebiet am Gebirgsrand, das schon im Tertiär tiefgreifend verwittert ist (Wildbach-Schotter). Der häufigste Bodentyp ist die Felsbraunerde. Schmale Rücken, Riedel und Kuppen tragen einen trockenen Ranker. Die Bewirtschaftung des Gebietes ist wegen ihrer ungünstigen Oberflächenausformung (wellig-buckelig, Felsköpfe) nur erschwert möglich (Hutweiden). Der aus jungtertiären Schottern aufgebaute Radlberg ist wegen seiner Steilheit und starken Zerschneidung weitgehend bewaldet.

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

Bodentypen	ha	%	Standorte im Bodenschutzprogramm	
			Bezeichnung	Anzahl
Moorböden (Anmoor)	593	1,77	---	---
Aubodengruppe	1.309	3,93	DLA 7 + 9	2
Gleygruppe	3.777	11,33	DLA 8, DLB 2, DLX 17	3
Rendsinen + Ranker	1.606	4,82	---	---
Braunerdegruppe	16.973	50,91	alle übrigen Standorte	37
Pseudogleygruppe	6.214	18,64	DLA 1 + 5, DLB 3 +10, DLX 1, VFB 2 + 3	7
Reliktbodengruppe	88	0,26	---	---
Atypische Böden	2.783	8,35	DLA 4, DLB 5, DLX 4, 5, 16, 18 + 20	7
Summe:	33.343	100 %		56

Die von der Bodenkartierung bearbeitete Fläche von 33.343 ha entspricht der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Bezirkes zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Erfassung.

Vom Bodenschutzprogramm nicht erfasst wurden Vertreter der Moor- und Reliktbodengruppe, sowie Rendsinen und Ranker, da sie nur wenige Prozent der Böden in der Untersuchungsregion ausmachen.



Verteilung der untersuchten Standorte

Quelle (Definition Bodentypen): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur 1994.

Quelle (Bodentypen in den Landschaftsräumen): Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Deutschlandsberg (KB 24), Stainz (KB 105) und Eibiswald (KB 122); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1975, 1985 und 1987.

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

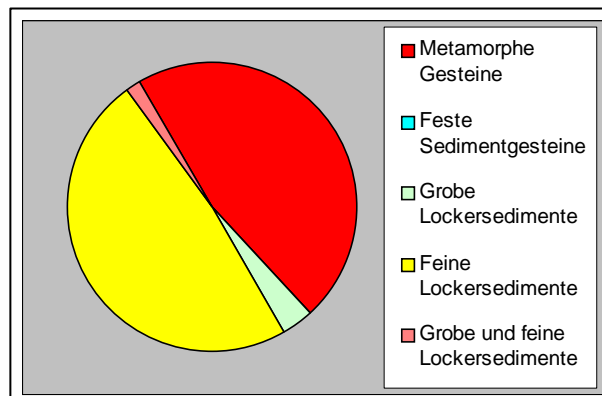
Feine Lockersedimente

Grobe und feine Lockersedimente gemischt

Die Verteilung des bodenbildenden Ausgangsmaterials im Bezirk Deutschlandsberg:

Ausgangsmaterial	Standorte	Anzahl
Gneis	DLA 2 + 3, DLB 1 + 7, DLX 12-15, 21-27 + 31	16
Glimmerschiefer	DLB 5 + 8, DLX 11, 19, 28, 29 + 30	7
Gneis und Glimmerschiefer	DLX 10 + 20	2
Amphibolit	DLB 6	1
Schotter (Radlschotter)	DLX 8	1
Hangschutt (Glimmerschiefer)	DLB 9	1
Feine Lockersedimente	alle übrigen Standorte	27
Feine und grobe Lockersedimente	DLA 9	1

Verteilung der untersuchten Standorte:



Bodenkundler bei der Arbeit



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**:

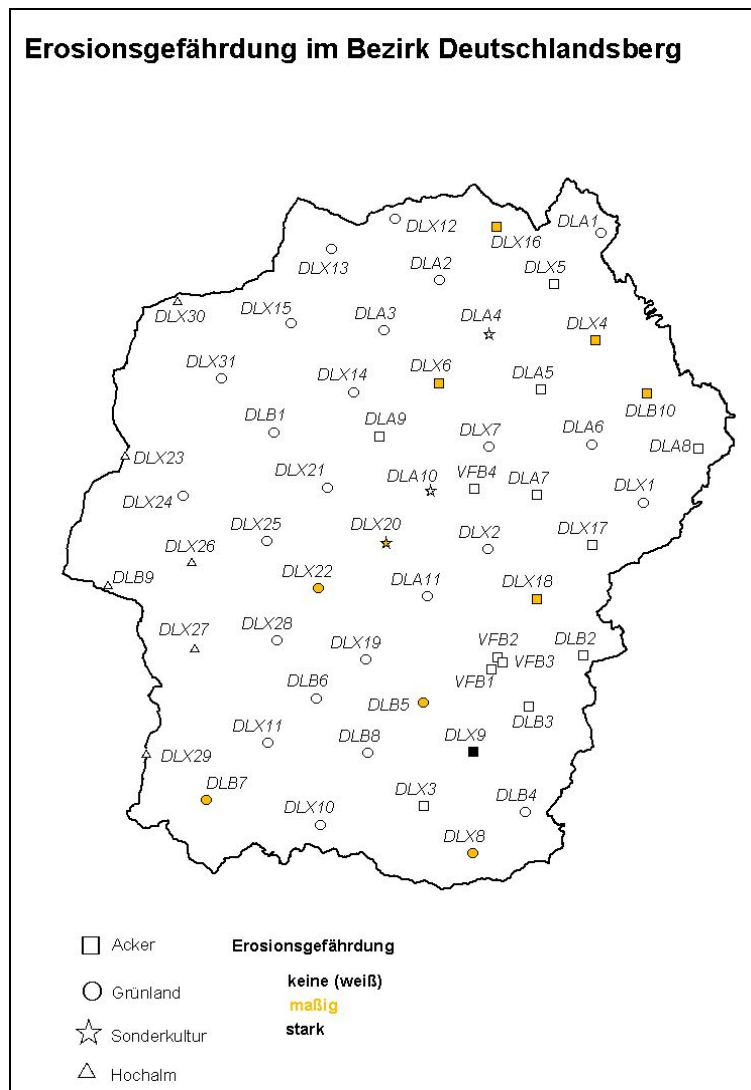
Erosionsgefährdung:	stark	mäßig	keine
Acker	> 10°	5 - 10°	0 - 4°
Grünland, Obstanlagen	---	≥ 20°	0 - 19°
Weinanlagen	---	≥ 10°	0 - 9°

Von den 56 Standorten des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Deutschlandsberg ist nur der Ackerstandort **DLX 9 stark** erosionsgefährdet.

An 10 Untersuchungsstellen ist die Erosionsgefahr **mäßig** stark.

Und an 45 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Erosion.

Die Erosionsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Deutschlandsberg:



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 Rohrerträgen 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	---

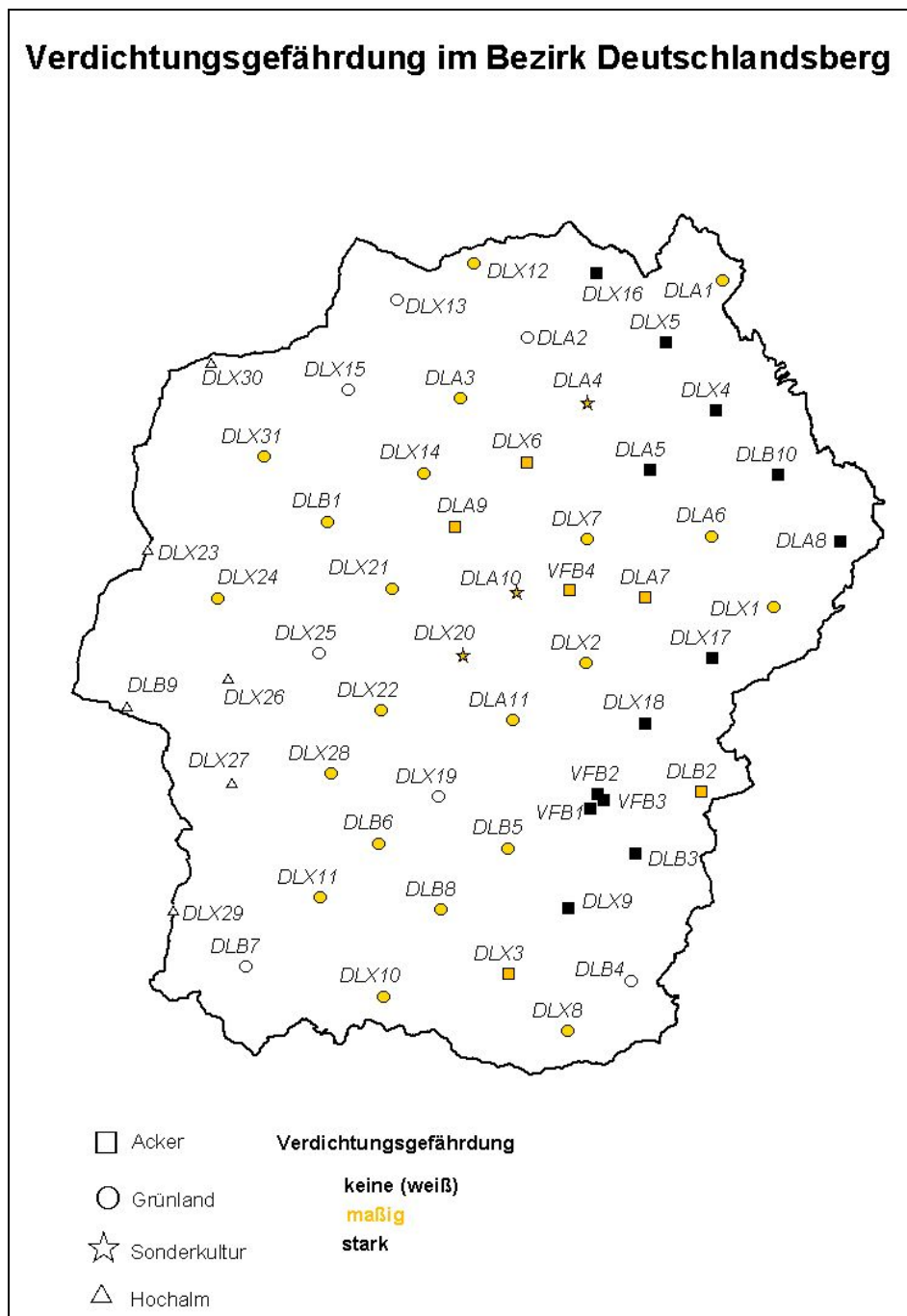
Von den 56 Standorten des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Deutschlandsberg sind folgende 13 Ackerböden **stark** verdichtungsgefährdet:

DLA 5 + 8, DLB 3 + 10, DLX 4, 5, 9, 16, 17 + 18 und VFB 1 - 3.

An 30 Untersuchungsstellen ist die Verdichtungsgefahr **mäßig** stark.

Und an 13 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Bodenverdichtung.

Die Verdichtungsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Deutschlandsberg:



8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur

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

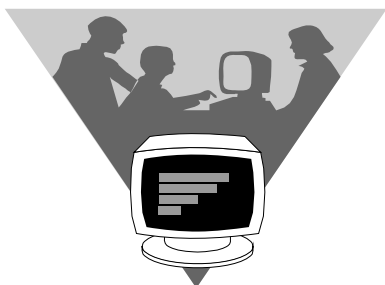
Das Informationspaket umfasst:

- 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 Nichtrasterstandorte) 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 \pm 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 \pm absoluter Analysenfehler**
- Höhere Gehalte als der Medianwert: **Messwert \pm 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

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

Durchschnittsgehalte im Oberboden:

Parameter	Einheit	Mediangehalte (Bez. Deutschlandsberg)	Mediangehalte (Raster Steiermark)
Sand	%	39,50	34,00
Schluff	%	45,00	48,00
Ton	%	17,00	17,00
Humus	%	5,25	5,40
P2O5	mg/100g	5,32	5,50
K2O	mg/100g	20,79	17,50
pH-Wert	---	5,19	5,35
CaCO ₃ > 0	%	0,05	0,10
CaKat	mg/100g	190,25	242,75
MgKat	mg/100g	17,68	24,08
KKat	mg/100g	17,20	12,65
NaKat	mg/100g	1,10	1,15
Mg	mg/100g	13,15	16,00
Bor	mg/kg	0,25	0,30
EDTA-Cu	mg/kg	4,47	5,00
EDTA-Zn	mg/kg	8,10	6,57
EDTA-Mn	mg/kg	282,75	282,75
EDTA-Fe	mg/kg	416,75	516,00
Fluor	mg/kg	0,40	0,51
Cu	mg/kg	27,20	25,40
Zn	mg/kg	98,60	94,88
Pb	mg/kg	25,80	24,15
Cr	mg/kg	44,20	40,92
Ni	mg/kg	25,50	27,33
Co	mg/kg	12,70	12,95
Mo	mg/kg	0,80	0,80
Cd	mg/kg	0,25	0,24
Hg	mg/kg	0,11	0,12
As	mg/kg	4,45	11,45
PAH-Summe	µg/kg	74,03	45,50
DDT > 15	µg/kg	39,00	31,50

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

- Die Durchschnittsgehalte der **allgemeinen Bodenparameter und Nährstoffe** im Bezirk Deutschlandsberg stimmen sehr gut mit dem Durchschnitt der Steiermark überein.
- Bei den Schwermetallen fällt der niedrigere **Arsengehalt** im Bezirk Deutschlandsberg auf, was auf die günstigere geogene Grundbelastung zurückzuführen ist.
Die Gehalte der **organischen Schadstoffe** im Bezirk sind mit den durchschnittlichen Werten der Steiermark vergleichbar.

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:

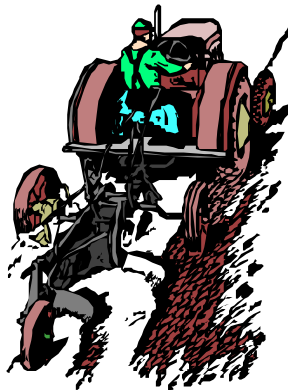
Die Korngrößenverteilung im Boden hat einen großen Einfluss auf Ertragsfähigkeit, Bearbeitbarkeit und Filtervermögen des Bodens. Die grobe Einteilung des mineralischen Bodenmaterials in Sand (63 - 2000 μm), Schluff (2 - 63 μm) und Ton (< 2 μm) ermöglicht eine Beurteilung von wichtigen Bodeneigenschaften,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



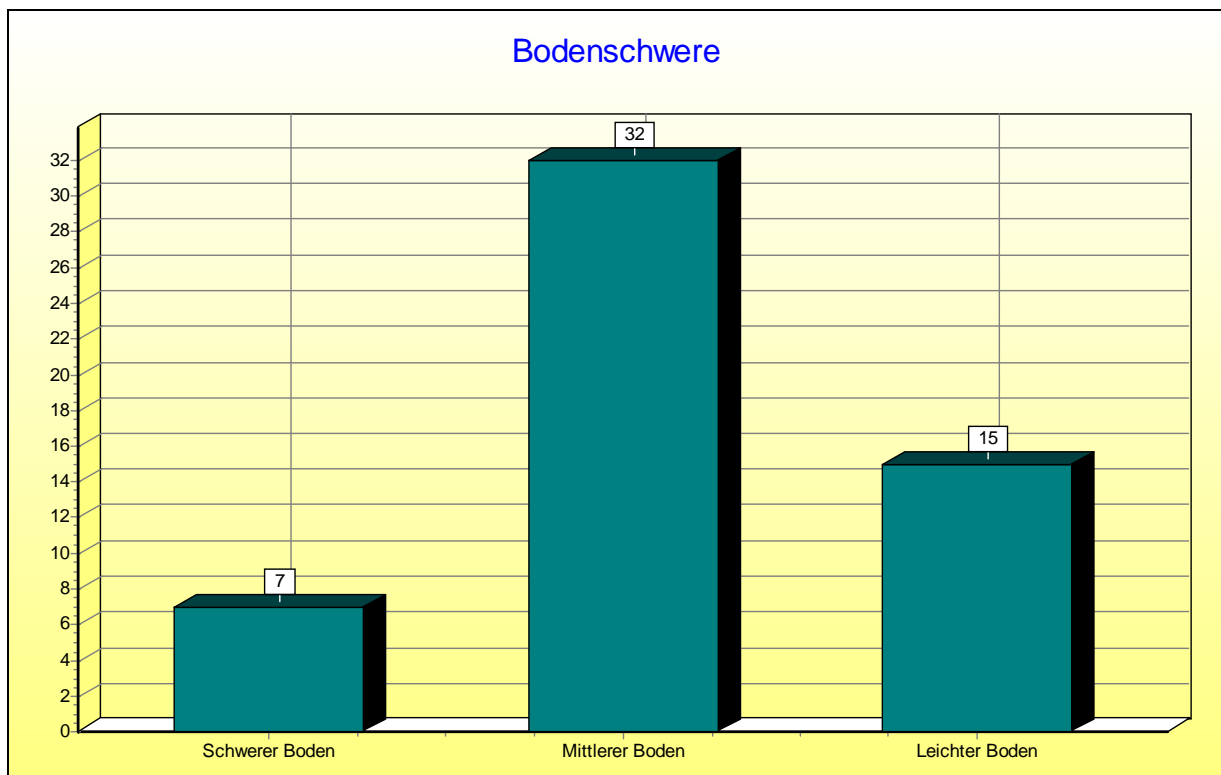
Untersuchungsergebnisse:

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

Bodenschwere	Anzahl Standorte		
	„schwer“	„mittel“	„leicht“
Grünland	4	17	7
Acker	3	10	6
Sonderkultur	0	2	1
Hochalm	0	3	1
Alle Standorte in DL in %	13 %	59 %	28 %
Steiermark - Raster in %	15 %	49 %	36 %

→ Die Verteilung der Bodenschwere in den einzelnen Bewertungsklassen ist im Bezirk Deutschlandsberg annähernd mit den landesweiten Erhebungen vergleichbar – es dominieren mittelschwere Böden.

Schwere Ackerböden, welche auch stark verdichtungsgefährdet sind, finden wir an den drei Standorten **DLA 8**, **DLB 3** und **DLX 18**.



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 beigegebenen CD-ROM veröffentlicht ("Humus in steirischen Böden" von Dr. Max Eisenhut †, ehem. Bundesanstalt für Bodenkultur - 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:

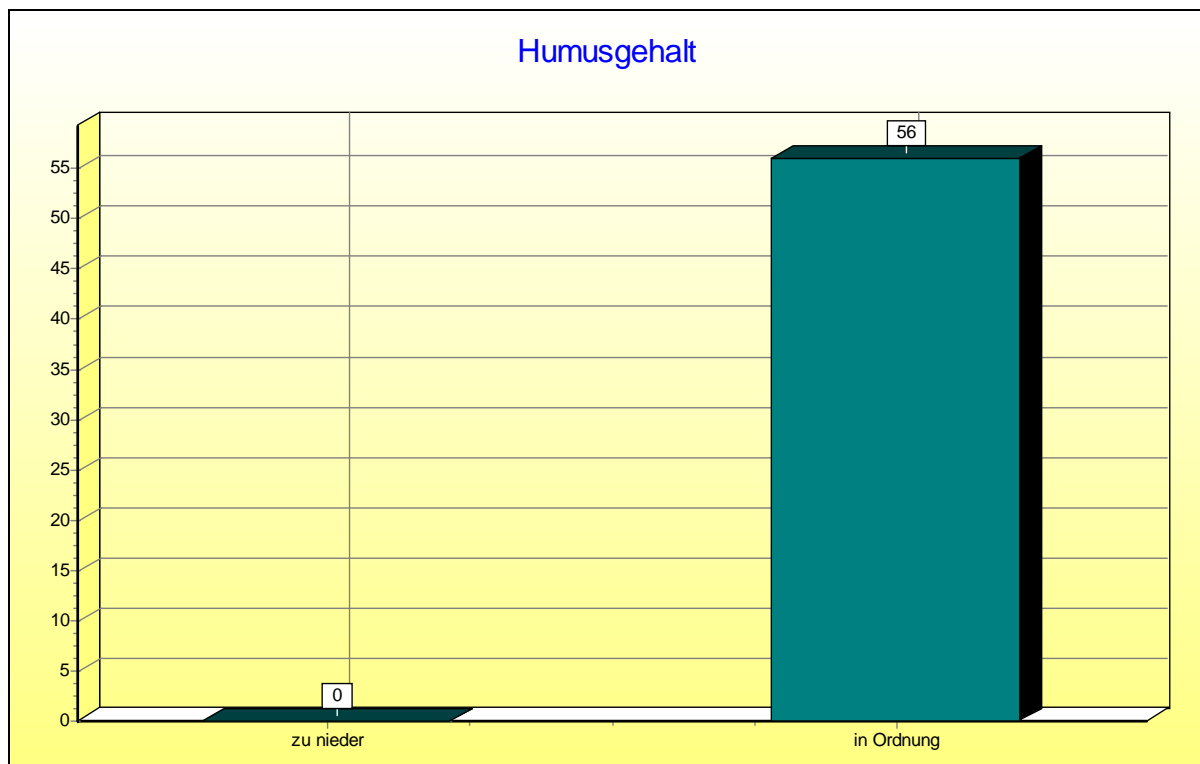
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Humusgehaltes** im Bezirk Deutschlandsberg lauten:

Anzahl Standorte

Humusgehalt	„zu nieder“	„in Ordnung“
Grünland	0	28
Acker	0	19
Sonderkultur	0	3
Hochalm	0	6
Alle Standorte in DL in %	0 %	100 %
Steiermark - Raster in %	3 %	97 %

→ Im Bezirk Deutschlandsberg wurde der Humusgehalt aller untersuchten Standorte als zufriedenstellend beurteilt.

Auch bei den landesweiten Untersuchungsergebnissen stellt ein zu niedriger Humusgehalt die Ausnahme dar.



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.

An den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit zu niedrigem pH-Wert (Bewertung „sauer“) ist als bodenverbessernde Maßnahme eine Kalkung angebracht.

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:

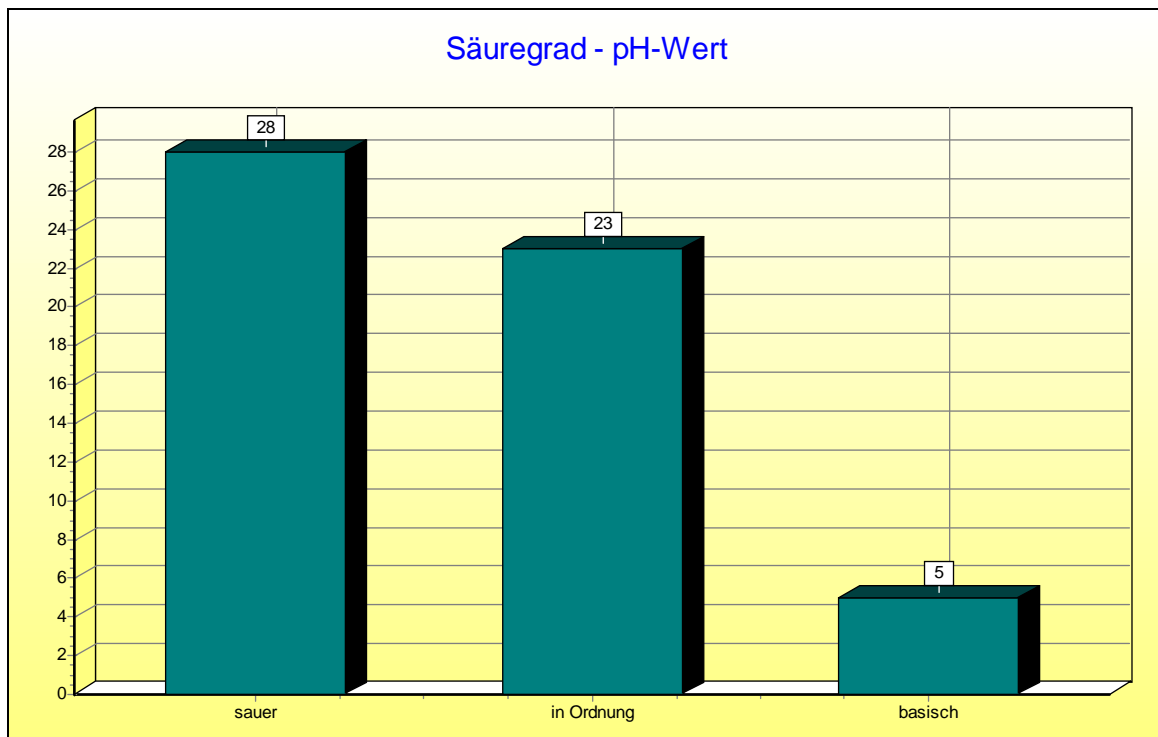
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Säuregrades** im Bezirk Deutschlandsberg lauten:

Anzahl Standorte			
Säuregrad*	„sauer“	„in Ordnung“	„basisch“
Grünland	12	14	2
Acker	10	6	3
Sonderkultur	0	3	0
Hochalm	6	0	0
Alle Standorte in DL in %	50 %	41 %	9 %
Steiermark - Raster in %	38 %	49 %	13 %

* „sauer“: Der anzustrebende Säuregrad ist nicht erreicht (Boden zu sauer).
 „in Ordnung“: Der anzustrebende Säuregrad ist erreicht.
 „basisch“: Der Säuregrad des Bodens ist sogar höher als der Sollwert.

→ Die **Bodenversauerung** im Bezirk Deutschlandsberg ist im Vergleich mit den landesweiten Untersuchungsergebnissen viel stärker ausgeprägt, sodass die Hälfte der untersuchten Böden als „sauer“ eingestuft werden musste. Ursache ist das Fehlen von natürlichem Kalk im bodenbildenden Ausgangsmaterial. Einzig der Ackerstandort **DLX 16** verfügt über ausreichend natürlichen Kalk.

An allen übrigen landwirtschaftlich genutzten Flächen (Ausnahme Hochalmen) ist als bodenverbessernde Maßnahme eine Kalkung sinnvoll.



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 in früheren Bodenschutzberichten 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 Deutschlandsberg lauten:

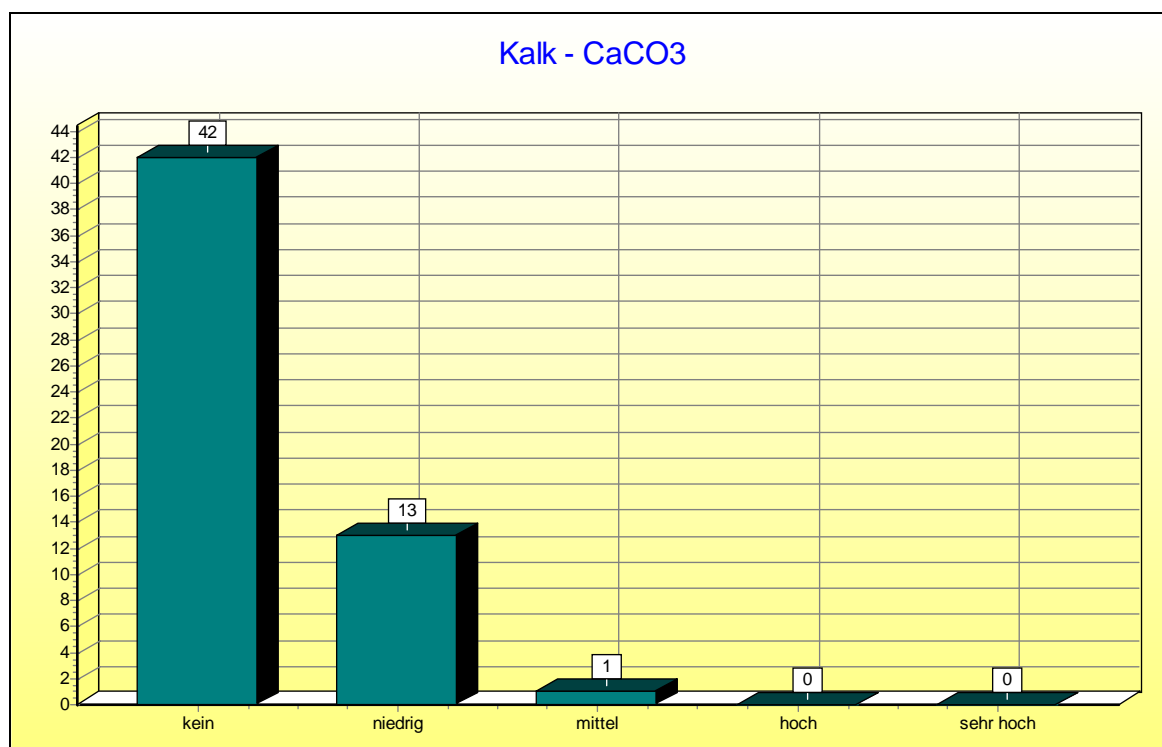
Anzahl Standorte

Kalkgehalt	„kein“	„niedrig“	„mittel“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	24	4	0	0	0
Acker	11	7	1	0	0
Sonderkultur	1	2	0	0	0
Hochalm	6	0	0	0	0
Alle Standorte in DL in %	75 %	23 %	2 %	0 %	0 %
Steiermark - Raster in %	61 %	30 %	2 %	4 %	3 %

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

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

Nur der Standort **DLX 16** weist einen natürlichen Kalkgehalt über 0,5 % auf. Bei dieser Untersuchungsstelle handelt es sich um einen Planieboden, wo im Zuge der Planierungsarbeiten das stark kalkhaltige Tertiärsediment (Tegel) als bodenbildendes Ausgangsmaterial an die Oberfläche verfrachtet wurde.



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 Deutschlandsberg lauten:

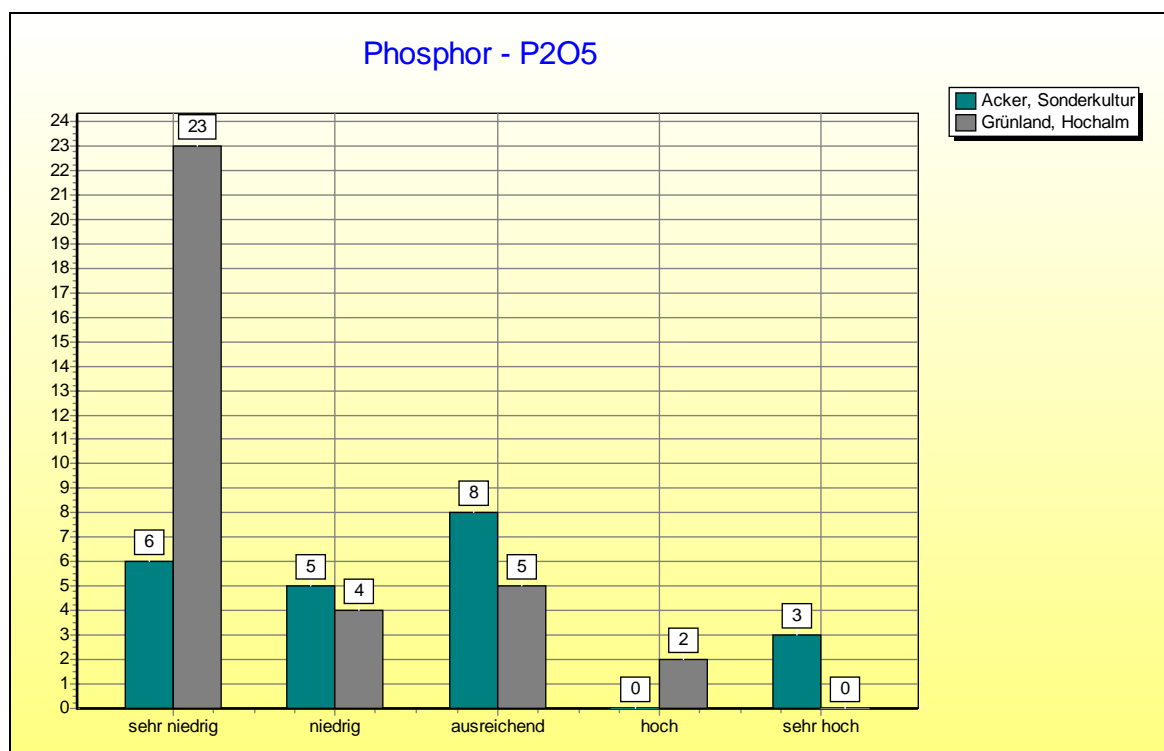
Anzahl Standorte

Phosphorgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	20	3	4	1	0
Acker	5	5	6	0	3
Sonderkultur	1	0	2	0	0
Hochalm	3	1	1	1	0
Alle Standorte in DL in %	52 %	16 %	23 %	4 %	5 %
Steiermark - Raster in %	48 %	21 %	20 %	9 %	2 %

→ Wie auch bei den landesweiten Rasteruntersuchungen sind im Bezirk Deutschlandsberg etwa die Hälfte der Standorte sehr niedrig mit Phosphat versorgt. Nur 9 % der untersuchten Böden liegen im Bereich einer Phosphor-Übersorgung.

Die Standorte mit sehr hoher Phosphorversorgung sind die Äcker **DLB 2 + 3** und **DLX 18**. 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 (Ausnahme Hochalmen) mit Phosphormangel (61 % 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 Deutschlandsberg lauten:

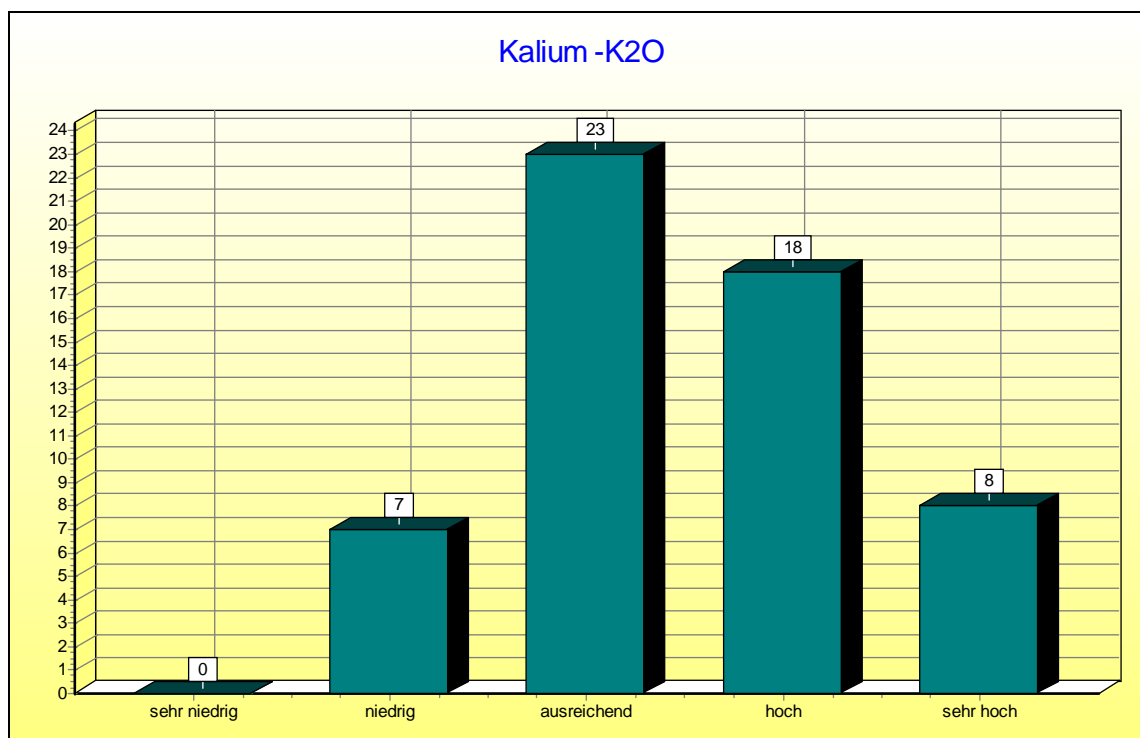
Kaliumgehalt	Anzahl Standorte				
	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	4	14	7	2
Acker	0	3	6	9	3
Sonderkultur	0	0	0	0	3
Hochalm	0	0	3	2	0
Alle Standorte in DL in %	0 %	13 %	41 %	32 %	14 %
Steiermark - Raster in %	2 %	17 %	48 %	25 %	8 %

→ Im Vergleich mit den landesweiten Rasteruntersuchungen fällt im Bezirk Deutschlandsberg vor allem der höhere Anteil der Standorte mit erhöhter Kaliumversorgung auf. Kaliummangel ist - wie generell in der Steiermark - selten.

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

Folgende Standorte liegen bei der Kaliumversorgung in der Gehaltsklasse "sehr hoch": **DLA 4 + 10, DLB 3 + 5, VFB 4 und DLX 2, 18 + 20.**

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:

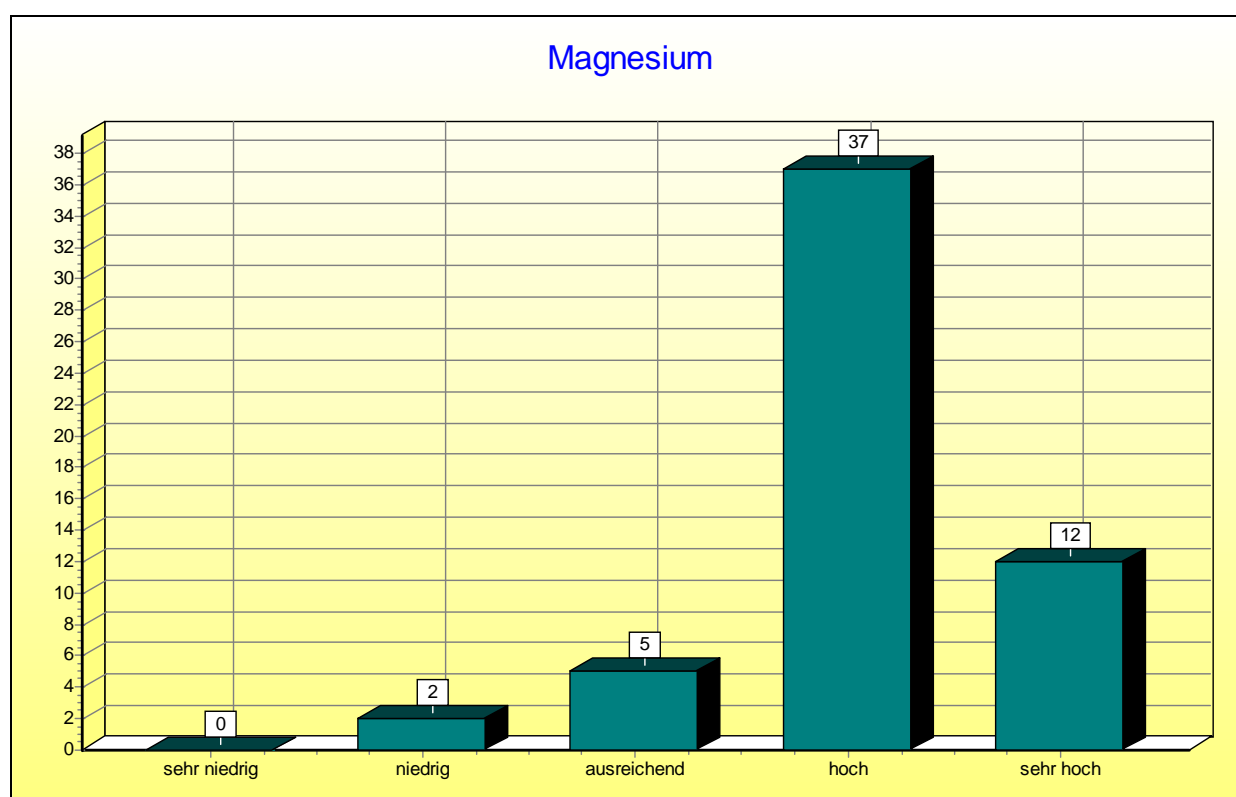
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Magnesiumgehaltes** im Bezirk Deutschlandsberg lauten:

Anzahl Standorte

Magnesiumgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	4	18	6
Acker	0	0	0	15	4
Sonderkultur	0	0	0	1	2
Hochalm	0	2	1	3	0
Alle Standorte in DL in %	0 %	4 %	9 %	66 %	21 %
Steiermark - Raster in %	0 %	8 %	15 %	34 %	43 %

→ Vergleichbar mit den landesweiten Rasteruntersuchungen liegt der Großteil der im Bezirk Deutschlandsberg 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:

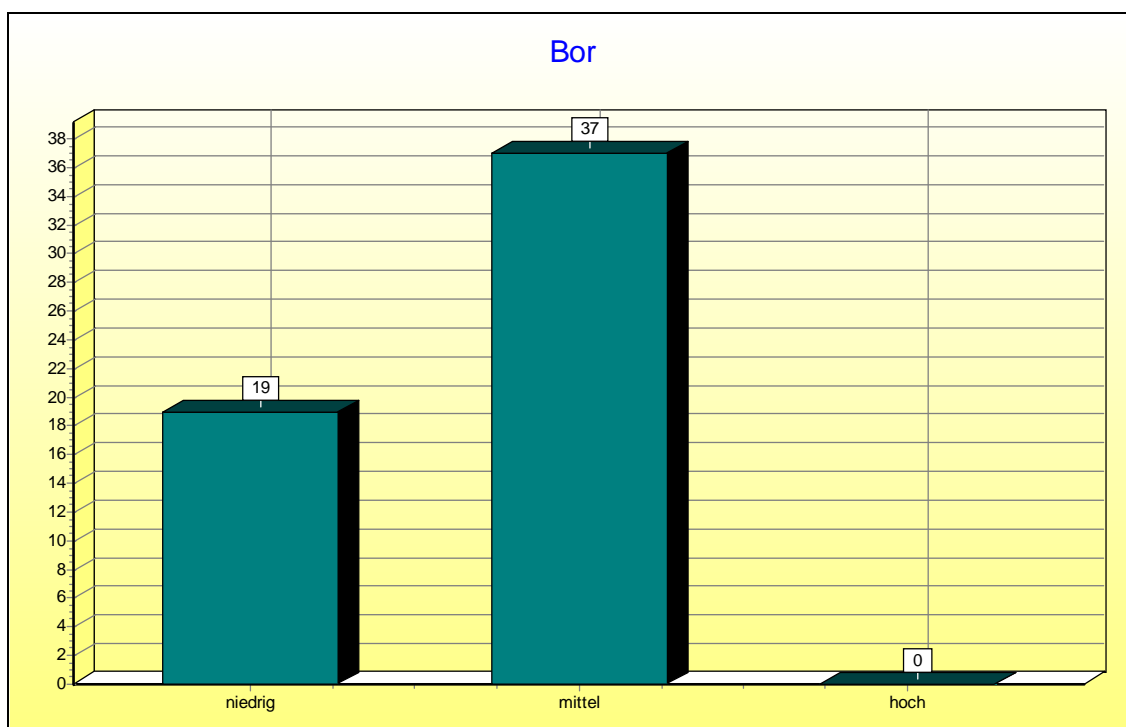
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Borgehaltes** im Bezirk Deutschlandsberg lauten:

Anzahl Standorte

Borgehalt	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	13	15	0
Acker	2	17	0
Sonderkultur	0	3	0
Hochalm	4	2	0
Alle Standorte in DL in %	34 %	66 %	0 %
Steiermark - Raster in %	21 %	78 %	1 %

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

An den zwei Ackerstandorten mit sehr niedrigen Borgehalten (**DLA 7 + 8**) 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 metallischen 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 Deutschlandsberg lauten:

Anzahl Standorte

EDTA-Cu	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	1	26	1
Acker	0	17	2
Sonderkultur	0	2	1
Hochalm	0	6	0
Alle Standorte in DL in %	2 %	91 %	7 %
Steiermark - Raster in %	4 %	92 %	4 %

Anzahl Standorte

EDTA-Zn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	27	1
Acker	0	18	1
Sonderkultur	0	3	0
Hochalm	0	6	0
Alle Standorte in DL in %	0 %	96 %	4 %
Steiermark - Raster in %	0 %	94 %	6 %

Anzahl Standorte

EDTA-Mn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	1	27
Acker	0	4	15
Sonderkultur	0	0	3
Hochalm	1	5	0
Alle Standorte in DL in %	2 %	18 %	80 %
Steiermark - Raster in %	6 %	22 %	72 %

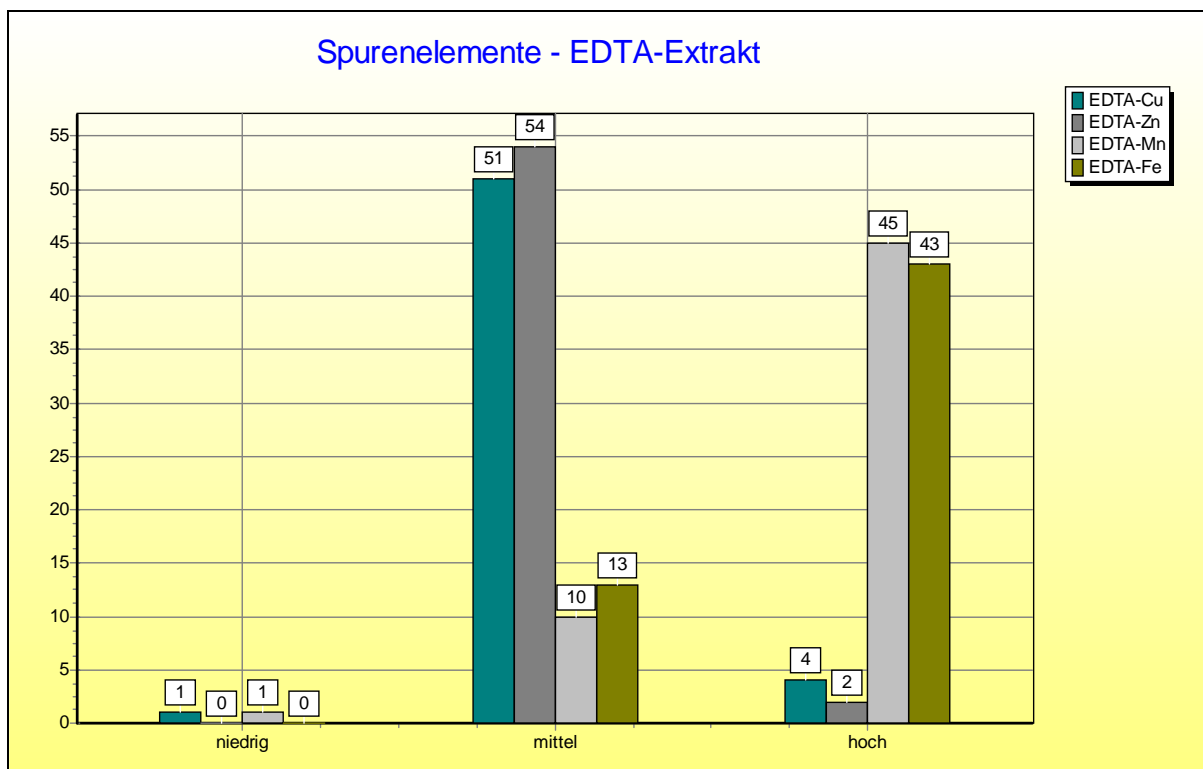
Anzahl Standorte

EDTA-Fe	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	5	23
Acker	0	7	12
Sonderkultur	0	1	2
Hochalm	0	0	6
Alle Standorte in DL in %	0 %	23 %	77 %
Steiermark - Raster in %	0 %	12 %	88 %

→ Die Spurenelementgehalte der im Bezirk Deutschlandsberg untersuchten Standorte stimmen im großen und ganzen gut mit den Ergebnissen der landesweiten Bodenzustandsinventur überein.

Der erhöhte Gehalt an EDTA-extrahierbarem **Kupfer** am Weinbaustandort **DLA 10** ist durch die jahrelange Verwendung von kupferhaltigen Spritzmitteln erklärbar. Auch am heutigen Grünlandstandort **DLA 2** dürfte früher Weinbau betrieben worden und die damalige Bewirtschaftung für die Kupferrückstände verantwortlich sein. Die leicht erhöhten Kupfergehalte am ackerbaulich genutzten Standort **DLA 7** sind derzeit nicht erklärbar.

Am Ackerstandort **VFB 4** sind neben den Gehalten an pflanzenverfügbarem **Kupfer** auch jene des **Zink** erhöht, was auf Rückstände aus der ehemaligen angrenzenden Messinghütte in Frauenthal zurückzuführen ist.



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 Deutschlandsberg weisen 86 % 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 drei Standorten (**DLB 5** und **DLX 6 + 26**) 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 (Ackerstandort **DLX 6** und Grünland **DLB 5**). Der Hochalmstandort **DLX 26** wird ohnedies nur im Sommer als Weide genutzt.

Die beiden Sonderkulturstandorte **DLA 10** und **DLX 20** weisen einen **Ca-Gehalt unter 300 mg/100g** auf. Da aber beide Standorte zum Weinanbau und nicht als Obstkultur genutzt werden, ist eine Ca - Düngung nicht notwendig.

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 Deutschlandsberg lautet:

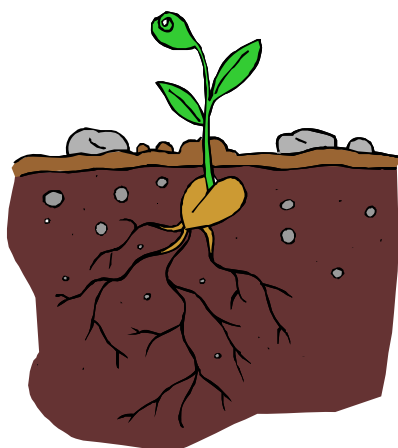
Anzahl der Standorte

Gehaltsklasse AKat	< 10 mval/100 g	10 - 25 mval/100 g	> 25 mval/100 g
Grünland	12	15	1
Acker	3	16	0
Sonderkultur	0	3	0
Hochalm	6	0	0
Alle Standorte in DL in %	16 %	81 %	3 %
Steiermark - Raster in %	24 %	65 %	11 %

An den Standorten, welche in der für die Nährstoffversorgung ungünstigen Bewertungsklasse einer Kationensumme unter 10 mval/100 g liegen, könnte versucht werden über eine Kalkung des Bodens den pH-Wert anzuheben und so eventuell die Basensättigung zu erhöhen (außer Hochalmflächen).

Der Grünlandstandort **DLA 11** ist 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:

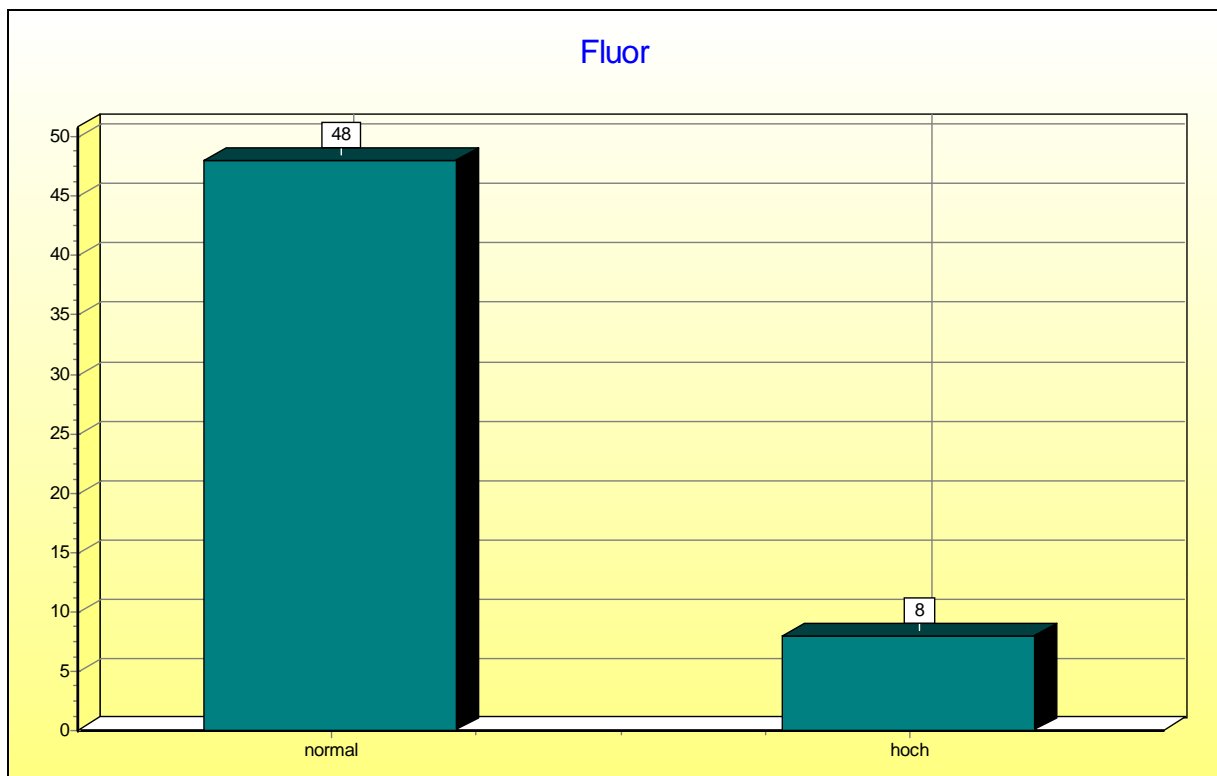
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Fluorgehaltes** im Bezirk Deutschlandsberg lauten:

Anzahl Standorte

Fluor (wasserlöslich)	„normal“	„über 1,2 ppm“
Grünland	28	0
Acker	13	6
Sonderkultur	1	2
Hochalm	6	0
Alle Standorte in DL in %	86 %	14 %
Steiermark - Raster in %	77 %	23 %

→ Im Bezirk Deutschlandsberg findet man im Vergleich zu den bisherigen landesweiten Untersuchungsergebnissen nicht so häufig erhöhte Fluorgehalte im Boden.

Erhöhte Fluorgehalte wurden an sechs Ackerstandorten (**DLA 7 + 8** und **DLX 5, 6, 16 + 18**) und zwei Sonderkulturen (**DLA 4 + 10**) festgestellt. Die erhöhten Fluorgehalte stammen vermutlich größtenteils aus Düngemitteln.



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 Deutschlandsberg:**

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

Richtwertüberschreitungen im Bezirk Deutschlandsberg:

Standorte mit Schwermetallgehalten über den jeweiligen Richtwerten:

Standort	Normalwert-Überschreitungen	Grenzwert-Überschreitungen
DLA 1	Pb	
DLA 2	Cu	
DLA 3	Cd	
DLA 4	Pb, Hg	
DLA 6	Pb	
DLA 7	Cu, Zn	
DLA 10	Cu, Cd	
DLA 11	Cr	Cr
DLB 1	Pb, Cd	
DLB 6	Cr	
DLB 7	Pb, Cd	
DLB 8	Cd	
DLB 9	Pb, Cd	
DLX 1	Ni, Mo	Ni
DLX 5	Co	
DLX 8	Pb, Cd	
DLX 10	Pb, Cd	
DLX 11	Cu, Zn, Pb, Ni, Cd	Ni
DLX 14	Pb	
DLX 15	Cd	
DLX 18	Ni	Ni, As
DLX 19	Zn, Cd	
DLX 21	Pb	
DLX 22	Cd	
DLX 23	Pb, Cd	
DLX 24	Pb, Cd	
DLX 25	Pb, Cd	
DLX 26	Pb	
DLX 27	Pb	
DLX 29	Pb	
DLX 30	Pb	
VFB 3	Mo	
VFB 4	Cu, Zn, Pb, Cd	

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	9,10	8,90	12,60
Maximum	84,30	80,40	49,60
Mittelwert	28,68	29,38	28,63
Median - Deutschlandsberg	27,20	27,50	28,65
Median - Steiermark	25,40	24,70	26,10

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 50 ppm) findet man an den Standorten **DLA 2, 7 + 10, DLX 11** und **VFB 4**.

Die erhöhten Cu-Gehalte an den Standorten **DLA 2** und **10** sind wahrscheinlich auf die Verwendung von kupferhaltigen Spritzmitteln im Weinbau zurückzuführen, welche sich zum geogenen Grundgehalt addieren.

Der Ackerstandort **VFB 4** liegt neben der ehemaligen Messinghütte Frauenthal und war somit früher den Kupferemissionen der Fabrik ausgesetzt (gleiches gilt für das Element Zink).

Der nur im Mittelboden leicht erhöhte Kupfergehalt am Standort **DLX 11** dürfte rein geogener Natur sein.

Die leicht erhöhten Kupfergehalte am ackerbaulich genutzten Standort **DLA 7** sind derzeit nicht erklärbar.

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

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. Zinkmangel in der Landwirtschaft wird zumeist über den aus dem EDTA-Extrakt abgeschätzten pflanzenverfügbaren Zinkanteil im Boden kontrolliert.

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	35,60	26,00	42,90
Maximum	291,80	296,00	287,20
Mittelwert	102,30	92,01	85,42
Median - Deutschlandsberg	98,60	88,65	81,45
Median - Steiermark	94,88	85,70	81,80

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 140 ppm) finden wir an den Standorten **DLA 7**, **DLX 11 + 19** und **VFB 4**.

Der Standort **DLA 7** ist ein Auboden und das bodenbildende Schwemmmaterial enthält relativ hohe Gehalte an diversen Schwermetallen geogener und vermutlich auch anthropogener Herkunft.

Der Ackerstandort **VFB 4** liegt neben der ehemaligen Messinghütte Frauenthal und war somit früher den Zinkemissionen der Fabrik ausgesetzt (gleiches gilt für das Element Kupfer).

Zink ist als umweltrelevantes Schwermetall im Oberboden meist leicht angereichert vorzufinden, was auch am Standort **DLX11** festzustellen ist.

Der erhöhte Zinkgehalt am Standort **DLX 19** ist hauptsächlich auf den von Natur aus erhöhten geogenen Background zurückzuführen, zu welchem sich die ubiquitäre Umweltverschmutzung addiert.

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

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	14,50	8,20	5,00
Maximum	51,60	29,40	26,80
Mittelwert	27,40	20,14	14,54
Median - Deutschlandsberg	25,80	19,75	14,50
Median - Steiermark	24,15	19,30	14,20

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 30 ppm) finden wir an den Standorten **DLA 1, 4 + 6, DLB 1, 7 + 9, DLX 8, 10, 11, 14, 21, 23, 24, 25, 26, 27, 29 + 30** und **VFB 4**.

An allen Standorten ist der Bleigehalt im Oberboden nur geringfügig erhöht und der ubiquitären Umweltverschmutzung zuzuordnen, welche sich zum geogenen Background addiert.

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	19,40	25,80	23,50
Maximum	102,50	78,20	74,60
Mittelwert	45,13	45,04	46,12
Median - Deutschlandsberg	44,20	42,20	43,90
Median - Steiermark	40,92	41,55	42,20

Eine leichte **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 80 ppm) am Standort **DLB 6** im ersten Untersuchungsjahr konnte bei der Folgeuntersuchung nicht mehr verifiziert werden und ist somit vernachlässigbar. Der erhöhte Chromgehalt ist vermutlich rein geogen bedingt.

Etwas anders ist die Situation am Grünlandstandort **DLA 11**. Hier wurde im Erstjahr der Untersuchungen auch der **Grenzwert** (Gehalt > 100 ppm) **geringfügig überschritten** und eine Anreicherung im Oberboden festgestellt, was auf einen anthropogenen Einfluss hindeuten würde. Trotzdem dürfte der erhöhte Gehalt an Chrom hauptsächlich geogener Herkunft sein da die Anreicherungen an diesem Standort auch durch Fremdmaterial aus Überschwemmungsereignissen interpretiert werden können. Das Ausgangsmaterial des Bodens ist feines Schwemmmaterial des Laganzbaches. Zur genaueren Abklärung der Herkunft des Schadstoffes müssten entlang der Zubringerinne weitere Untersuchungen erfolgen.

Wegen der Überschreitung des gesetzlichen Grenzwertes wurden am Standort Grasproben untersucht (siehe Seite 65 f.).

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	6,40	9,50	15,50
Maximum	53,10	57,30	70,80
Mittelwert	25,80	29,25	33,39
Median - Deutschlandsberg	25,50	28,65	30,90
Median - Steiermark	27,33	29,35	31,90

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 60 ppm) finden wir an den Standorten **DLX 1, 11 + 18**.

Die erhöhten Nickelgehalte wurden nur im untersten untersuchten Bodenhorizont festgestellt und liegen knapp über dem Richtwert. Sie sind rein geogenen Ursprungs.

Da beim Element Nickel Normal- und Grenzwert gleich sind (60 ppm), wurden an den Standorten mit **erhöhten Gehalten** auch Pflanzenproben analysiert (siehe Seite 65 f.).

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	2,10	3,80	8,00
Maximum	18,90	25,80	33,50
Mittelwert	12,11	13,34	14,89
Median - Deutschlandsberg	12,70	14,00	14,55
Median - Steiermark	12,95	13,50	14,70

Eine minimale **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 30 ppm) wurde nur im Unterboden des Standortes **DLX 5** festgestellt. Die Herkunft ist naturgegeben und als belanglos einzustufen.

Kobaltarme Böden mit einem Gehalt von weniger als 5 mg/kg im Oberboden wurden im Bezirk Deutschlandsberg nur an den Hochalmstandorten **DLX 23 + 30** und **DLB 9** festgestellt. Da die Standorte landwirtschaftlich nur kurzfristig zur Almweide genutzt werden, sind Mangelerscheinungen unwahrscheinlich.

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	0,24	0,17	0,16
Maximum	3,10	2,57	4,40
Mittelwert	0,83	0,73	0,69
Median - Deutschlandsberg	0,80	0,72	0,60
Median - Steiermark	0,80	0,69	0,62

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 1,5 ppm) finden wir an den Standorten **DLX 1** und **VFB 3**.

Der erhöhte Molybdängehalt am Standort **DLX 1** dürfte hauptsächlich geogener Herkunft sein.

Der nur in einem Untersuchungsjahr festgestellte minimal erhöhte Gehalt an Molybdän am ackerbaulich genutzten Standort **VFB 3** könnte teilweise auf Emissionen aus der Wolframhütte Bergla zurückzuführen sein, ist aber als unbedenklich einzustufen.

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 Cadmиеintrag 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	0,11	0,03	0,02
Maximum	0,50	0,25	0,13
Mittelwert	0,26	0,14	0,06
Median - Deutschlandsberg	0,25	0,14	0,06
Median - Steiermark	0,24	0,16	0,09

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 0,3 ppm) finden wir an den Standorten **DLA 3 + 10, DLB 1, 7, 8 + 9, DLX 8, 10, 11, 15, 19, 22, 23, 24 + 25** und **VFB 4**.

Die Herkunft des Schadstoffes ist vermutlich an allen Standorten der ubiquitären Umweltverschmutzung zuzuordnen, welche sich zum geogenen Background addiert. Cadmium ist als umweltrelevantes Schwermetall im Oberboden meist angereichert vorzufinden.

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	0,03	0,02	0,01
Maximum	0,25	0,27	0,18
Mittelwert	0,11	0,10	0,07
Median - Deutschlandsberg	0,11	0,10	0,07
Median - Steiermark	0,12	0,10	0,08

Eine minimale **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 0,25 ppm) finden wir im Mittelboden des planierten Obstbaustandortes **DLA 4**. Der Schadstoff ist vermutlich hauptsächlich geogener Herkunft und wegen seiner Geringfügigkeit (0,27 ppm) als vernachlässigbar einzustufen.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 1 ppm Quecksilber wurden nicht festgestellt.

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	1,60	0,90	0,70
Maximum	17,00	25,70	19,60
Mittelwert	5,87	6,01	5,40
Median - Deutschlandsberg	4,45	4,40	4,15
Median - Steiermark	11,45	11,65	12,00

Beim Vergleich der durchschnittlichen Bodengehalte der im Bezirk Deutschlandsberg kontrollierten Standorte mit jenen der landesweiten Untersuchungen fällt auf, dass der Landesdurchschnitt deutlich höher liegt. Die Ursache liegt in der niedrigeren geogenen Grundbelastung des Bezirkes.

Die Verteilung der Arsengehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist sehr gleichmäßig, was die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls beweist.

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

Der allgemein verwendete Richtwert für Arsen von 20 ppm ist im ostalpinen Bereich wegen der naturgegebenen höheren Grundbelastung nicht sinnvoll.

Am Ackerstandort **DLX 18** wird im Mittelboden mit 25,7 ppm der höchste Arsengehalt im Bezirk Deutschlandsberg gemessen. Er ist geogener Natur und nicht umweltrelevant.

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 Schwermetallgehalten in Pflanzen (laut "Lehrbuch der Bodenkunde" von Scheffer und Schachtschabel, 1984) herangezogen (Angaben in mg/kg Trockensubstanz):

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

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 Deutschlandsberg: Schwermetallgehalte in mg/kg i. d. TS.

Kennung	Pflanze	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
DLA 11 - 1997	Gras 1	7,5	24,0	0,43	1,60	1,68	0,12	0,73	0,07	0,01	< 0,3
	Gras 2	9,5	20,3	0,52	1,16	1,67	0,23	0,92	0,17	0,01	< 0,3
- 2001	Gras 1	6,6	20,8	0,23	0,59	1,72	0,06	0,58	0,03	< 0,01	< 0,3
	Gras 2	7,7	23,1	0,21	0,29	1,86	0,13	0,59	0,06	< 0,01	< 0,3
DLB 9 - 1996	Gras 1	4,0	41,3	9,07	1,72	1,54	0,10	0,12	0,18	0,05	< 0,3
	Gras 2	8,3	58,9	0,74	0,71	3,33	< 0,05	< 0,05	0,17	0,06	< 0,3
DLX 1 - 2002	Gras 1	12,2	46,7	0,26	0,48	1,87	0,07	0,88	0,18	0,01	< 0,3
	Gras 2	7,5	32,3	0,34	0,63	1,88	0,04	0,80	0,15	0,01	< 0,3
DLX 11 - 2003	Gras 1	10,5	52,4	0,52	0,61	3,91	0,10	0,09	0,52	0,01	< 0,3
DLX 18 - 2003	Gras 1	18,4	39,9	0,26	0,79	7,19	0,16	0,22	0,67	0,01	< 0,3
	Äpfel	2,7	1,3	0,07	< 0,1	1,34	< 0,05	< 0,05	< 0,01	< 0,01	< 0,3
DLX 26 - 2000	Gras 1	6,6	33,6	0,80	0,79	3,16	< 0,05	< 0,05	0,05	0,01	< 0,3
	Gras 2	6,5	25,5	0,74	0,97	2,69	< 0,05	< 0,05	0,02	0,01	< 0,3

Bei den untersuchten Pflanzenproben wurden fallweise bei den Schwermetallen **Blei, Chrom, Nickel, Cadmium und Quecksilber** höhere Gehalte im Gras festgestellt als die zum Vergleich herangezogenen Orientierungswerte der Literatur vorgeben.

Die erhöhten **Chromgehalte** am Standort **DLA 11** im Jahr 1997 dürften aus einer Kontamination mit Bodestaub stammen, da an diesem Standort auch der Oberboden erhöhte Gehalte an Chrom aufweist und dieses erfahrungsgemäß schlecht pflanzenverfügbar ist.

Der auffallend hohe **Bleigehalt** der ersten Grasprobe am Hochalmstandort **DLB 9** könnte auf Einträge aus fernverfrachtetem Staub während des Winters (Kumulation über einen längeren Zeitraum) hinweisen, da bei dieser Grasprobe das alte Gras des Vorjahres untersucht wurde. Die zweite Grasprobe stammt von frischem Gras und weist keine erhöhte Belastung auf.

Ob die erhöhten **Nickelgehalte** einiger Proben aus einer Kontamination mit Bodestaub oder auf die Pflanzenverfügbarkeit des Schwermetalls zurückzuführen sind, kann nur durch weitere Untersuchungen abgeklärt werden. Ebenso noch abzuklären ist die Herkunft der leicht erhöhten **Quecksilbergehalte** am Standort **DLB 9**.

Die **Cadmiumwerte** an den Standorten **DLX 11 + 18** müssen ebenfalls erst durch weitere Untersuchungen verifiziert 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 Deutschlandsberg wurden an den untersuchten Standorten **keine Rückstände** von **HCB** oder **Lindan** gefunden (Nachweisgrenze 10 ppb).

DDT-Rückstände wurden an folgenden Standorten festgestellt:

DDT in ppb (µg/kg)	Horizont 1 Erstjahr	Horizont 1 Zweitjahr	Horizont 2	Horizont 3
DLA 4	~ 13	24	~ 13	< 10
DLA 5	76	52	~ 12	< 10
DLA 6	~ 13	< 10	< 10	< 10
DLA 9	~ 12	26	< 10	< 10
DLA 11	18	17	44	< 10
DLB 3	~ 11	< 10	< 10	< 10
DLB 5	~ 13	~ 13	20	< 10
DLB 6	< 10	~ 10	---	---
VFB 1	15	< 10	< 10	< 10
DLX 24	58	60	58	< 10
DLX 27	109	64	86	< 10

< 10 Spuren kleiner als Nachweisgrenze

~ nicht sicher quantifizierbarer Wert zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze

--- nicht untersucht

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.

Auf Grund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung der Böden findet man im Bezirk Deutschlandsberg häufig DDT-Rückstände, fallweise auch in sehr hohen Konzentrationen (**DLA 5, DLX 24 + 27**).

Besonders interessant für den Verbleib des Schadstoffes werden die in Arbeit befindlichen Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung der belasteten Standorte.

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 Deutschlandsberg lauten:

PAH-Summe (Horizont 1)	Anzahl Standorte		
	Ubiquitäre Belastung	Erhöhte Belastung	Starke Belastung
Grünland	26	2	0
Acker	18	1	0
Sonderkultur	3	0	0
Hochalm	6	0	0
Alle Standorte in DL in %	95 %	5 %	0 %
Steiermark - Raster in %	93 %	5 %	2 %

→ Der prozentuelle Anteil der PAH - Belastung im Bezirk Deutschlandsberg stimmt gut mit dem Landesdurchschnitt überein.

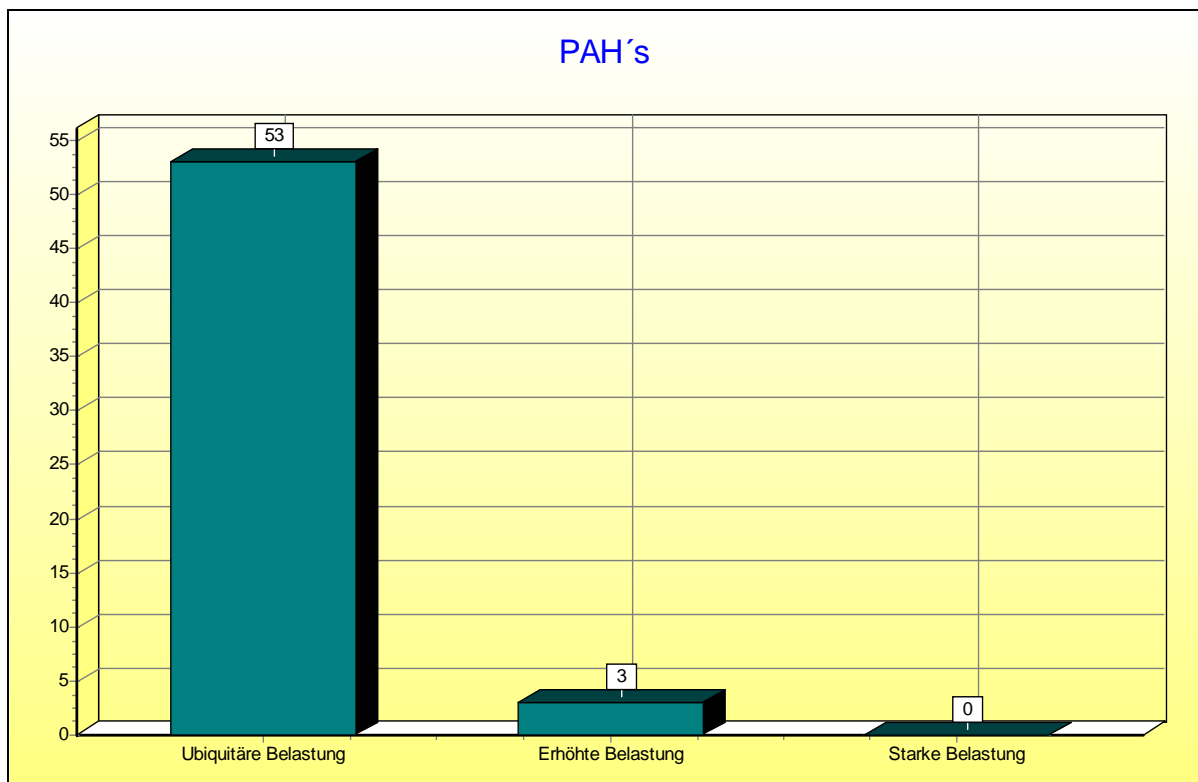
Es wurden **keine Standorte mit starker Belastung** (PAH-Summe > 500 ppb) festgestellt.

Erhöhte Werte findet man nur an drei Standorten (**DLA 7, DLX 21 + 28**). Am Standort **DLX 21** wurden bei der Probennahme fallweise Holzkohlestückchen im Boden festgestellt, welche die Ursache der erhöhten PAH-Gehalte erklären würden (Brauchumsfeuer, etc.).

Die statistischen Richtwerte der im Bezirk Deutschlandsberg untersuchten Standorte lauten:

PAH-Summe in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1
Minimum	21,50
Maximum	391,95
Mittelwert	86,58
Median - Deutschlandsberg	74,03
Median - Steiermark	45,50

Der Mediangehalt der Böden im Bezirk Deutschlandsberg liegt im Vergleich zu den landesweiten Rasteruntersuchungen höher, ist aber dennoch als heute allgemein üblicher Backgroundwert zu interpretieren.



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:

Es wurden 19 Ackerstandorte im Bezirk Deutschlandsberg auf Triazin-Rückstände hin untersucht. Die Standorte DLA 5, 7, 8 + 9 und DLB 2 + 3 wurden etwa ein Monat vor Inkrafttreten des Atrazin-Anwendungsverbotes (5. 5. 1995) beprobt, sodass hier theoretisch noch höhere Rückstände bis 200 ppb Atrazin im Boden toleriert werden hätten müssen. Gefunden wurden aber nur Rückstände bis 30 ppb Atrazin, welche aus der letzten Anwendung aus dem Vorjahr stammen dürften und für die Einhaltung der gesetzlichen Bestimmungen sprechen.

Ab 1996 wurden Atrazinrückstände unter 50 ppb als Altlasten früherer Anwendungen interpretiert, welche im Lauf der Jahre langsam abnehmen. Mit Ausnahme des Standortes **VFB 3** (1997: 57 ppb Atrazin) waren alle untersuchten Böden unter dieser Toleranzgrenze. Ob am Standort VFB 3 das Aufbringungsverbot missachtet wurde, oder ungünstige Bodenbedingungen den natürlichen Abbau gebremst haben, ist bei der geringen Rückstandsüberschreitung nicht mit Sicherheit feststellbar. 1998 war der Atrazingehalt bereits auf 36 ppb gesunken.

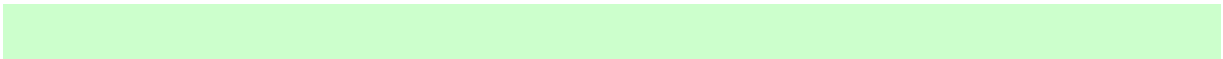
Die weitere Kontrolle der mit Atrazinrückständen belasteten Standorte des Bodenschutzprogrammes ist durch die Zehn-Jahreskontrollen gewährleistet.



FACHBEITRÄGE

- **Die Landwirtschaft im Bezirk Deutschlandsberg**
(Ing. Schönmaier Reinfried, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Deutschlandsberg)
- **Das Referat Spezialkulturen des Landwirtschaftlichen Versuchszentrums in Wies**
(Referatsleiter Ing. Pelzmann Helmut)
- **Die Bodenbelastung im Bereich der ehemaligen Messinghütte Frauenthal**
(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)
- **Die Bodenbelastung im Bereich der Wolframhütte Bergla**
(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)





Die Landwirtschaft im Bezirk Deutschlandsberg

(Ing. Schönmaier Reinfried, Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Deutschlandsberg)

1. Allgemeines, statistische Übersichten:

Anzahl der politischen Gemeinden:	40, davon 14 zur Gänze im Bergbauerngebiet, 9 teilweise und 17 reine Flachlandgemeinden
Anzahl der Katastralgemeinden:	177
Gerichtsbezirke:	3
Einwohner:	61.620

Der Bezirk Deutschlandsberg, mit einer Größe von 86.352 ha, wird im wesentlichen von drei großen Flusssystemen, dem Stainzbach, der Laßnitz und der Sulm durchzogen. Alle entwässern den Bezirk in west-/östliche Richtung. Der Ursprung des Stainzbaches liegt am Reinischkogel, der der Laßnitz und Sulm im Koralpengebiet. Der Bezirk wird im Osten von der Koralpe mit seiner höchsten Erhebung auf der steirischen Seite, der Seespitze, mit 2.066 m und im Süden vom Radlberg begrenzt. Im Osten schließen die Bezirke Leibnitz und Graz-Umgebung und im Norden der Bezirk Voitsberg an.

Der Bezirk kann in **drei größere Landschaftsräume** gegliedert werden:

a) Die Talböden der größeren Gerinne

Hier gedeihen aufgrund der günstigen Böden und Klimaverhältnisse alle bei uns üblichen Feldkulturen. Die Hauptkultur ist der Mais. Mit Erträgen bis zu 14 t Trockenmais pro ha.

b) Terrassen und Hügelbereich

Sie bestehen hauptsächlich aus Hängen, Kuppen und Rücken mit starken Lehmdcken, die schwer zu bearbeiten sind. Die Böden des Hügellandes sind rutschgefährdet, da durch den mehrschichtigen Aufbau Quellhorizonte auftreten, auf denen das darüber liegende Material abgleitet.

c) Der Bergbereich

Die Koralpe ist aus kristallinen Schiefer aufgebaut. Nur die tiefergelegenen Rücken werden landwirtschaftlich genutzt, während die ungünstig exponierten Hänge bewaldet sind.

Auf den Süd- und Südosthängen wird von Eibiswald über Schwanberg, Deutschlandsberg, Bad Gams, Stainz, St.Stefan/St., Greisdorf, Gundersdorf bis zu einer Seehöhe von ca. 550 m Weinbau betrieben. Die darüber liegende landwirtschaftlichen Flächen werden über die Viehwirtschaft genutzt.

2. Klimatische Verhältnisse:

Durchschnittliche Jahresniederschläge: bis 1.037 mm
 Langjährige Jahresmitteltemperatur: 8,8 °C
 Mittelwert der 14 Uhr Temperatur
 für die Monate April bis August: 19,3 °C

3. Land- und forstwirtschaftlichen Flächen, Betriebsstruktur, Nutzungsformen:

50.634 ha	Wald
28.316 ha	landw. Nutzfläche
1.615 ha	Almen
400 ha	Teichflächen

Diese Flächen befinden sich im Eigentum von 4.934 land- und forstwirtschaftlichen Betrieben. Davon sind 2.650 aktive landwirtschaftliche Betriebe, 50 reine Forstbetriebe, 1.376 sind Bergbauernbetriebe

Die Anzahl der Nebenerwerbsbetriebe (dzt. ca. 75 %) nimmt ständig zu.

4. Kulturarten:

Mais	4.957 ha
Getreide	1.142 ha
Ölkürbis	1.168 ha
Ackerbohne	} 195 ha
Sojabohne	
Erbse	
Feldgemüse	50 ha
Grünbrache	385 ha
Wechselwiese	} 1.459 ha
Kleegras, Luzerne	
Wiesen, Kulturweide	10.914 ha
Streuobstwiesen	960 ha
Intensivobstbau	423 ha
Weinbau	399 ha

5. Viehhaltung:

Art	Halter		Stück/Bestand	
	1989	1999	1989	1999
Rinder	2.903	1.752	37.249	26.646
Schweine	3.037	1.693	54.557	59.933
Schafe			3.890	6.054
Ziegen			419	582
Pferde			396	809
Zuchtrind				1.216

Das Referat Spezialkulturen des Landwirtschaftlichen Versuchszentrums in Wies

(Referatsleiter Ing. Pelzmann Helmut)

Das **Referat Spezialkulturen** in Wies im Bezirk Deutschlandsberg ist Teil des Landwirtschaftlichen Versuchszentrums. Die Versuchsstation besteht seit mehr als 30 Jahren und umfasst neben den Betriebsgebäuden 2,45 ha Freiland-Versuchsfläche, 2.000 m² Gewächshäuser und 470 m² Plastiktunnels.



Der Wirkungsbereich ist nicht wissenschaftliche Grundlagenforschung, sondern praxisnahe Versuchsarbeit für Gemüsebauern, Erwerbsgärtner und Kräuterproduzenten. Diese gliedert sich in **drei Teilbereiche**:

➤ Gemüsebau, gärtnerischer Zierpflanzenbau und Arznei- und Gewürzpflanzenbau.

Schwerpunkt der Versuchsarbeit im **Gemüsebau** sind Sortenvergleiche, um ertragreiche, in der Sortierung einheitliche und geschmackliche bekömmliche Sorten mit größtmöglicher Resistenz gegenüber Krankheiten zu finden. Nicht alltägliche Kulturen werden auf ihre pflanzenbauliche Eignung für die besonderen steirischen klimatischen Verhältnisse und auf den Wert der Ernteprodukte für Verarbeitung und Verbraucher untersucht. Vorrang in der Versuchsarbeit haben Fragen der biologischen Schädlingsbekämpfung unter Einsatz von Nützlingen.

Im Bereich **gärtnerischer Zierpflanzenanbau** zeigen bunt gemischt bepflanzte Balkonkisten die Möglichkeiten im steirischen Blumenschmuck auf. Eine Besonderheit ist die umfangreiche Sammlung an Duft- und Buntblatt-Pelargonien sowie einige Kübelpflanzen-Raritäten. Sommerblumen-Prüfbeete runden das Bild ab.

Für kleinbäuerliche Betriebe wird besonders der **Anbau von Arznei-, Gewürz- und Färbepflanzen** getestet. Ein Schaugarten mit 160 Kleinparzellen gibt einen Überblick über die kulturfähigen Arten. Ein klassischer Bauerngarten dient der Demonstration der botanischen Vielfalt in einem Hausgarten.

In Kooperation mit Kleinbauern der Region werden Kräuter und Wildpflanzen vermehrt. Steirische Wachtelbusch- und Stangenbohnen sowie Käferbohnen und der bekannte Grazer Krauthäuptel-Salat werden zur Erhaltung gezüchtet.

Im Rahmen der '**Steirischen Ölspur**' ist ein begehrtes Schau-Feld mit den verschiedensten Arten und Sorten von Speisekürbissen eingerichtet. Mit den **Kür-WiesTagen** anfangs Oktober, alle 2 Jahre, gibt es ein Fest rund um den Speise- und Kulturkürbis.

Für die identische Reproduktion verschiedener Kulturpflanzen und Depothaltung wertvoller Genotypen bei Arznei- und Gewürzpflanzen wird ein In-Vitro-Labor unterhalten.

Die Versuchsstation ist mit einer Tee-, Gewürzkräuter- und Bohnensammlung Mitglied der Arbeitsgemeinschaft Österreichischer Genbanken.

Paradeiser im Praxistest

Für viele Gemüsebetriebe in der Südost-Steiermark ist der Paradeisanbau im kalten Folientunnel Hauptkultur im Sommer. Die Ansprüche werden von allen Seiten immer höher. Der Anbauer wünscht produktive, die Erzeugerorganisation leicht vermarktbar, die Handelsketten haltbare und der Konsument schmackhafte Paradeiser. Ständig sind kulturtechnische Optimierungen und Sortensichtungen notwendig.

Seitens des Referates Spezialkulturen in Wies wurden neue Wege beschritten, um die Zusammenarbeit mit den praktischen Anbauern bei der Sortenfindung zu intensivieren. Positive Vorsichtungen an der Versuchsstation werden durch Praxistests gefestigt.

Nähere Versuchsergebnisse der Sortenprüfungen können kostenlos angefordert werden.



Der vielfältige Speisekürbis

Wohl zu den ältesten Kulturpflanzen dieser Welt zählt der Kürbis. Samen-Funde in Peru gehen auf das 3. Jahrtausend vor Christus zurück. Nach Europa begann seine Reise im 16. bis 17. Jahrhundert.

Botanisch gehört er zur Familie der Kürbisgewächse (Cucurbitaceae), die 90 Gattungen mit 700 Arten umfassen. Bekannte Mitglieder dieser Familie sind die Zucker- und Wassermelonen, Essig- und Salatgurken, Bitter- und Schwammgurken, sowie der Ölkürbis für unser steirisches Kernöl. Allen diesen Früchten ist gemein, dass sie Wärme und Wasser für eine optimale Entwicklung benötigen. Kürbis soll daher nie vor Gefahr der letzten Fröste im Frühjahr ins Freie kommen. Jungpflanzen mit einer Vorkultur in Anzuchtplatten oder Töpfen (2 Korn pro Topf, Auslegen der Samen um den 20. April), werden meist erst nach dem 15. Mai ausgepflanzt. Direktsaat ins Beet wird ab 10. Mai möglich sein. Kürbisse sind frostempfindliche Kinder eines milden Wein-Mais-Klimas.



Die *Düngung* sollte nicht zu stickstoffbetont sein, da es sonst zu übermäßiger vegetativer Entwicklung kommt bzw. verminderten Fruchtansatz.

Zu den *Pflanzabständen* ist zu beachten, dass Sorten mit buschigem Wuchs (z.B. Acorn, Crookneck, Patisson, Zucchini, u.a.) und Sorten mit langtriebigen Wuchs (wie z.B. Gartenkürbis, Hokkaido, Hubbard, Moschuskürbis, Ölkürbis, Riesenkürbis, u.a.) unterschieden werden.

Buschkürbis kommt auf 120 cm x 40 cm (2 Pflanzen/m²) zu stehen, langtriebige Sorten werden auf mindestens 180 cm x 40 cm ausgesät oder gepflanzt (1,4 Pflanzen/m²).

Die kräftigen auch mit Ranken kletternden Triebe und die großen, rauhen Blätter brauchen Platz. Ab Anfang Juni erscheinen die gelben Blüten. Es gibt auf einer Pflanze sowohl männliche Blüten (für die Befruchtung durch Insekten notwendig) als auch weibliche Blüten, aus denen sich mitunter wohl die größten Früchte im Pflanzenreich entwickeln können.

Von den Fruchtformen ist außer eckig alles möglich, rund bis flachrund, zylindrisch, birnenförmig, oval, muschelförmig, diskusähnlich usw. Von den Fruchtfarben gar nicht zu reden: von grün über gelb, rot, weiß, orange, beige, uni oder gemixt, gescheckt, gestreift, gesprenkelt, getupft usw. Nur Blau gibt es nicht.

Zur *Erntezeit* im Sommer muss nach der Verwendung in Sommer- und Winterkürbis unterschieden werden. Sommerkürbisse werden jung, grün, daher wenig lagerfähig, unreif, mit weicher Schale im Sommer geerntet und bald in der Küche verwendet.

Hierher gehören:

Cocozelle von Tripolis, Crookneck, Patisson (Scallop, Pattypan), Riesenkürbis, Rondini, Spaghetti-Kürbis (Basta, Tivoli), Straightneck, Zucchini, u.a.

Der Herbst-Winterkürbis hat eine in Form und Farbe ausgereifte Frucht, harte Schale, einen trockenen Stiel, die Triebe sind meist schon abgestorben, Ernte im Spätsommer bis Herbst, ist über Wochen bis Monate lagerfähig (trocken, bei Zimmertemperatur, frei von Fäulnis bei der Einlagerung).

Dazu zählen:

Acorn, Atlantic Giant, Big Max, Buttercup, Butternut, Delicata, Gelber Zentner, Getzter, Hokkaido, Hubbard, Marina di Chioggia, Musque de Provence (bedingt lagerfähig), Ölkürbis, Orange Knirps, Piena di Napoli, Pink Banana Jumbo, Roter Zentner (Rouge vif d'Etampes), Uchiki Kuri, u.a. Die angeführten Sorten verkreuzen sich leicht, sind botanisch zu Cucurbita mixta, Cucurbita pepo, Cucurbita maxima und Cucurbita moschata zuzuordnen. Dies ist bei etwaiger Samengewinnung zu beachten.

Für die vielseitige Verwendung der Speisekürbis-Früchte in der Küche spricht:

- * der hohe Wassergehalt - Kürbis macht frisch
- * der geringe Kaloriengehalt - Kürbis legt nicht zu
- * viele Vitamine - A, B₁, B₂, C
- * viele Ballaststoffe - wichtig für die Verdauung
- * viele Mineralstoffe (v.a. Kalium, Calcium, Magnesium, Eisen) halten den Blutdruck in Ordnung und die
- * ätherischen Öle und Geschmackstoffe - bringen das Aroma und den Genuss.

Verwendung: Gemüse

Kompott/Konfitüre (Marmelade)

Süß-Sauergemüse

Zierwert, Bemalen, Ritzen

Nähere Versuchsergebnisse der Sortenprüfungen können kostenlos angefordert werden.

Nützlingseinsatz im Gartenbau.

Um den Einsatz chemischer Pflanzenschutzmittel bei der Produktion von Gemüse einzuschränken, werden vermehrt Nützlinge verwendet. Darunter werden natürliche Feinde von Schädlingen verstanden. Am Referat Spezialkulturen in Wies wird seit einigen Jahren dieser biologische Pflanzenschutz im Glashaus und Folientunnel praktiziert.

Diese Nutzinsekten sind ein wichtiger Bestandteil einer umweltschonenden gemüsebaulichen Produktion. Das System funktioniert auf zwei biologischen Grundlagen. Ein räuberisches Insekt frisst das Beutetier (Schädling), z.B. eine Raubmilbe die Spinnmilbe, oder ein Nutzinsekt (Parasit) besiedelt den Schädling und tötet ihn dabei ab, z.B. eine Erzwespe die Larve einer Mottenschildlaus. Die Nutzinsekten schädigen dabei nie die Kulturpflanzen.

Spinnmilben (*Tetranychus urticae*) sind Problemschädlinge bei Gurken, Paprika und Bohnen bei trockenen Luftbedingungen. Sie dezimieren durch ihre Saugtätigkeit die Assimilationsfläche der Blätter beträchtlich und bilden auf der Blattunterseite flächendeckende Spinngeflechte.

Als räuberisches Insekt wird die Raubmilbe (*Phytoseiulus persimilis*) eingesetzt. Dafür werden von professionellen Nützlingszucht-Labors adulte Raubmilben zugekauft. Das Zucht- und Transportmedium bilden frische Bohnenblätter oder Weizenkleie. Die Blätter oder die Kleie werden im Gewächshaus gleichmäßig verteilt, d.h. auf die Blätter der Gemüsekultur aufgelegt bzw. gestreut. Es werden ca. 5 Lebewesen pro m² berechnet. Die Vertilgungsrate der Raubmilben ist pro Tag enorm: 20 Spinnmilbeneier oder 25 Jungtiere oder 5 erwachsene Spinnmilben. Vorausgesetzt die Entwicklungsbedingungen stimmen: 70 - 80 % relative Luftfeuchte und mindestens 20 °C Lufttemperatur im Kulturbestand. Es kann auch zweckmäßig sein, gleichzeitig mit der Raubmilbenausbringung Spinnmilben auszulegen, um die Populationsentwicklung zu sichern. Das soll schon 3 Wochen nach der Pflanzung passieren.

Raubmilbe bei Gurke:



Bei Paprikakulturen ist in bestimmter Regelmäßigkeit mit Blattlaus-Befall zu rechnen, besonders in Triebspitzen. Es kommt zu Wachstumsstörungen, Honigtaubildung und dadurch Ansiedlung von Schwärzepilzen (Rußtau) und Virusübertragungsgefahren. Eine Bekämpfung ist unumgänglich.

Die wichtigsten Arten sind die Grüne Pfirsichblattlaus (*Myzus persicae*), die Baumwollblattlaus (*Aphis gossypii*), die Grünstreifige Kartoffelblattlaus (*Macrosiphum euphorbiae*) und die Grünfleckige Kartoffelblattlaus (*Aulacorthum solani*).

Als Blattlausgegenspieler können mehrere Schlupfwespenarten eingesetzt werden. Diese legen ihre Eier in die Blattlaus (1 Ei pro Wirt), die Larve schlüpft im Wirtstier und ernährt sich vom Körperinneren der Blattlaus. Die Blattlaus stirbt dabei ab und erscheint kugelig aufgeblasen (Blattlausmumie). Die Larve der Schlupfwespe entwickelt sich zum erwachsenen Insekt, verlässt das Wirtstier und peilt die nächste Blattlaus an. Der Zyklus vom Ei zum adulten Insekt dauert bei sommerlichen Temperaturen nur 12 Tage. Nachfolgende Schlupfwespen kommen zum spezifischen Einsatz: *Aphidius colemani*, *Aphelinus abdominalis*, *Aphidius ervi*.

Ein sehr wirkungsvoller Blattlausbekämpfer ist die räuberische Gallmücke (*Aphidoletes aphidimyza*). Ihre orange-gelben Larven saugen die Blattläuse regelrecht aus. Als natürlicher Feind ist oft im Kulturbestand die Larve der Florfliege (*Chrysoperla carnea*) zu finden.

Zweckmäßig ist auch die Anlage einer offenen Zucht, d.h. Nützlingspopulationen vor Ort, innerhalb der Kulturpflanzenbestände, aufzubauen. Getreidejungpflanzen und Tabakpflanzen sind hierfür gut geeignet. In Wies werden gegenwärtig auf Tabakpflanzen Raubwanzen (*Macrolophus caliginosus*) gezüchtet. Diese sind gute Gegenspieler der 'Weißen Fliege', Mottenschildlaus (*Trialeurodes vaporariorum*). Bisher wurden dagegen Erzwespen (*Encarsia formosa*) eingesetzt. Weiße Fliegen besiedeln gerne Paradeiskulturen, auf dem Honigtau entwickeln sich wiederum Schwärzepilze, eine Bekämpfung ist unbedingt notwendig. Vom Nützlingslabor werden parasitierte Larven, auf Kartonkärtchen aufgeklebt, bezogen. Diese Kärtchen werden auf die Blattstiele der Paradeiser aufgehängt. Aus den parasitierten Larven schlüpft die Erzwespe, die wiederum Larven der Weißen Fliege besticht und die Parasitierung in Gang setzt. So gibt es weitere Möglichkeiten der biologischen Schädlingsbekämpfung: Raubmilben und Blumenwanzen (*Orius* sp.) gegen Thrips (Blasenfüße), Nematoden gegen Dickmaulrüssler und Larven der Trauermücke, Zehrwespen gegen Minierfliegen u.a.

Dieses System funktioniert nur, wenn der Schädlingsbefall rechtzeitig durch ständige Beobachtung erkannt wird, der Einsatz der Nützlinge von einer regelmäßigen Nützlingsberatung mit effizienten Bekämpfungsstrategien begleitet und die Kulturbedingungen eingehalten werden können.

Die Kräuter-Kollektion

Eine Arbeitssparte ist der Versuchsanbau von Arznei- und Gewürzpflanzen, um die Kulturmöglichkeiten, die Wirtschaftlichkeit und die wertgebenden Inhaltsstoffe unter steirischen Anbauverhältnissen zu prüfen.

Die starke Nachfrage nach verschiedenen Drogenpflanzen bedingten die Anlage einer eigenen Kräuterkollektion, um eine gewisse Vorsichtung vornehmen zu können.

Der Kräutergarten umfasst über 160 Parzellen, in 7 Blöcken zusammengefasst, die von gras-bewachsenen Gehwegen getrennt sind, um so von allen Seiten gut einsehbar zu sein. Die Parzellen sind mit dauerhaften Etiketten, die den deutschen und lateinischen Namen der Pflanze anführen, gekennzeichnet. Zweck der Kollektion ist es, einmal kulturfähige Arzneipflanzen zu sichten, botanisch kennen zulernen, verschiedene Rassen zu unterscheiden, Frischpflanzen oder Drogenproben jederzeit für Untersuchungszwecke zur Verfügung zu haben und von bestimmten Arten eine Samengewinnung bzw. Stecklingsvermehrung vornehmen zu können. Die Kollektion kann auch als Vorstufe für einen gezielten Versuchsanbau angesprochen werden.

So können ständig Beobachtungen hinsichtlich Wuchs, Blühverhalten, Krankheitsbefall, möglichem Erntetermin usw. angestellt werden. Demnach werden bei der Auswahl der Pflanzen zunächst jene besonders berücksichtigt, die im Österreichischen Arzneibuch (ÖAB) angeführt sind und im Freiland angebaut werden können. Danach werden Pflanzenarten aufgenommen, die zwar nicht als solche im Arzneibuch stehen, aus denen aber die pharmazeutische Industrie Präparate herstellt oder die als Bestandteile von Teemischungen gelten oder die als wichtige Rohstoffquelle für sonstige Industrien dienen.

Weiters stehen einige in der Volksmedizin wichtige Pflanzen, einige verlorengegangene Drogenpflanzen und einige 'altösterreichische' bzw. wiederentdeckte Kulturpflanzen, wie Leindotter und Weberkarde, wobei natürlich nicht mehr alle als 'Arzneipflanzen' anzusprechen sind.

Aufgrund der unterschiedlichen Auswahlkriterien gibt es keine Ordnung z.B. nach Inhaltsstoffen, verwendeten Pflanzenteilen oder ähnlichen Ordnungsprinzipien, wie in sonstigen botanischen Sammlungen üblich, innerhalb der Parzellenblöcke. Die Parzellen sind demnach 'unordentlich' aneinandergereiht. Der Pflanzenkundige wie auch laienhafte Besucher wird trotzdem seinen Weg beim Durchschmökern finden.



Bunt gemischte Balkonkistchen.

Der Blumenschmuck beim Haus und am Hof spielt in der Steiermark eine sehr große Rolle. Über 40 Jahre gibt es den Blumenschmuck-Wettbewerb draußen im Dorf, Markt und in der Stadt als treibende Kraft für blühfreudige farbenfrohe Gestaltung.



Der Verkauf von Beet- und Balkonblumen ist für viele gärtnerische Endverkaufsbetriebe nach wie vor ein Hauptumsatzträger im Frühjahr.

Die Versuchsstation präsentiert daher schon seit Jahren immer wieder Neuheiten und Modetrends der Arten bzw. Farben im Balkonkistchen. Die Bepflanzungsbeispiele geben einerseits Hilfestellung für den Gärtner bei seinem Jungpflanzenzukauf, andererseits fördern sie beim Blumenschmucktreibenden Experimentierfreudigkeit und Ideen der Bepflanzung.

Die Ergebnisse können kostenlos angefordert werden.



Anfragen können an das Referat Spezialkulturen, Gaißeregg 5, A-8551 Wies, Tel. Nr. 03465 / 2423, Fax Nr. 03465 / 2844, E-Mail: fa10b-wie@stmk.gv.at, gerichtet werden.

Die Bodenbelastung im Bereich der ehemaligen Messinghütte Frauenthal

(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)

Der in Frauenthal bei Deutschlandsberg 1997/98 untersuchte Standort **VFB 4** behandelt die Rückstandssituation in der Nähe der aufgelassenen metallverarbeitenden Fabrik. Im 19. Jahrhundert wurde hier Messing erzeugt. Nach dem 1. Weltkrieg wurde die Fabrik zur chemischen Fertigung von Gerbstoffen genutzt und heute werden hier Motorrasenmäher und andere Maschinen gefertigt.

Die Untersuchungen sollen zeigen, ob aus der ehemaligen Messingerzeugung noch heute Schwermetallrückstände (insbesondere Kupfer, Zink) nachzuweisen sind.

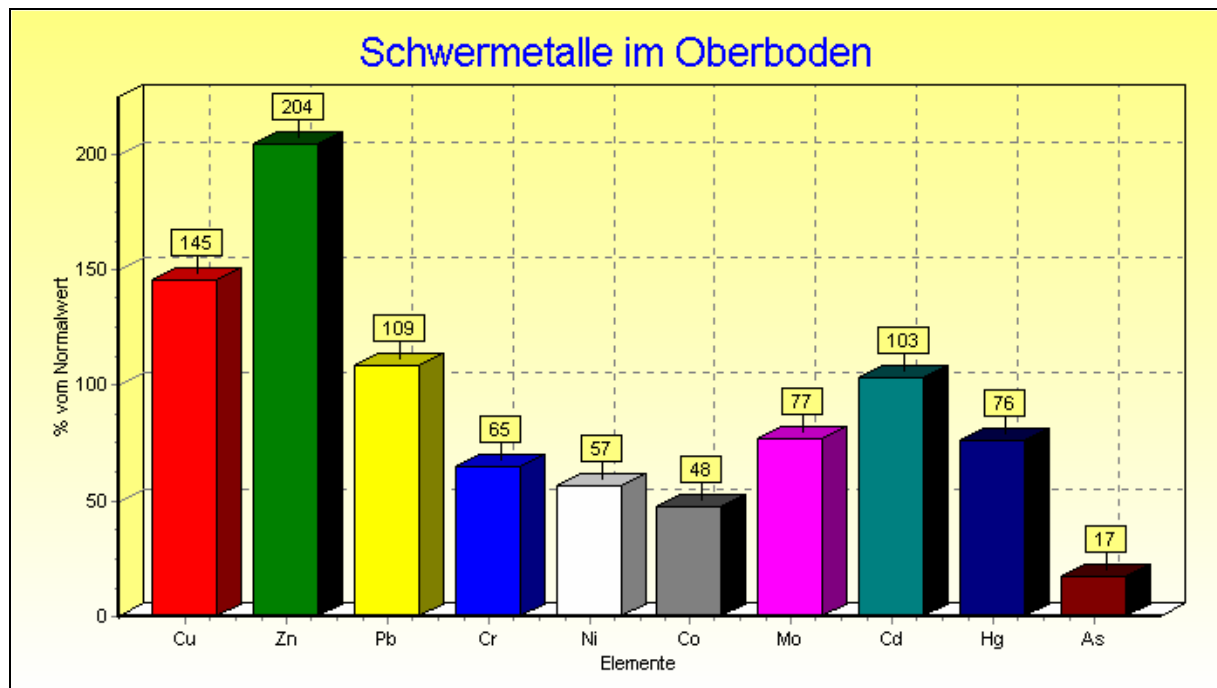
Untersuchungsergebnisse:

Überschreitungen der Normalwerte findet man bei den Elementen:
Cu, Zn, Pb und Cd

Die erhöhten Schwermetallgehalte des Standortes **VFB 4** befinden sich nach der Profilanalyse überwiegend im Oberboden und sind daher offensichtlich zum Teil anthropogener Herkunft.

Dabei können die geringfügig erhöhten Gehalte beim Blei und Cadmium der ubiquitären Umweltbelastung zugerechnet werden, die Bodenbelastung durch **Kupfer** und **Zink** jedoch lässt deutlich den Schadstoffeintrag aus der ehemaligen Messinghütte erkennen.

Standort VFB 4



Schwermetallgehalte im Bodenhorizont/Untersuchungsjahr in mg/kg (ppm): **VFB 4**

Element	0 – 20 cm 1997	0 – 20 cm 1998	20 – 50 cm 1997	50 – 70 cm 1997	Normalwert
Kupfer (Cu)	74,3	71,0	51,2	41,7	50
Zink (Zn)	291,8	280,1	189,8	99,8	140
Blei (Pb)	33,5	31,7	20,3	16,6	30
Chrom (Cr)	52,6	50,7	53,5	58,8	80
Nickel (Ni)	36,1	31,9	42,5	40,0	60
Kobalt (Co)	13,5	15,0	15,2	17,9	30
Molybdän (Mo)	1,23	1,07	1,08	1,00	1,5
Cadmium (Cd)	0,32	0,30	0,15	0,07	0,30
Quecksilber (Hg)	0,21	0,17	0,11	0,05	0,25
Arsen (As)	7,0	6,6	7,0	5,8	40

Bei den Elementen **Kupfer** und **Zink** ist eine Anreicherung um etwa das Zwei- bis Dreifache des unbelasteten Unterbodens festzustellen.

Der Standort wird derzeit landwirtschaftlich als Acker (Mais, Kürbis) genutzt.

Da es zu keinen Grenzwertüberschreitungen kommt, wurde keine Kontrolle der Pflanzen durchgeführt.

Die Bodenbelastung im Bereich der Wolframhütte Bergla

(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)

Die Wolframhütte in Bergla (Bezirk Deutschlandsberg) wurde im März 1977 in Betrieb genommen. Sie verarbeitet Scheeliterzkonzentrat und Wolframschrott zu hochreinem Wolfram- und Wolframcarbid-Pulver. Der Abbau und die Aufbereitung des Scheeliterzes erfolgt in Mittersill.

Der bei der Wolfram-Produktion in Bergla anfallende Filterstaub wird in einer ehemaligen Abraumhalde einer Kohlengrube deponiert. Die Analyse einer Stichprobe ergab einen Gehalt von ca. 10 % Molybdän, sowie relativ hohe Rückstände von Kupfer, Blei, Nickel, Kobalt und Arsen.

1997 wurden in ca. 500 m Entfernung zum Werk drei Untersuchungsstellen eingerichtet. Alle drei Standorte werden landwirtschaftlich zum Maisanbau genutzt. Ihre ungefähre Lage ist:

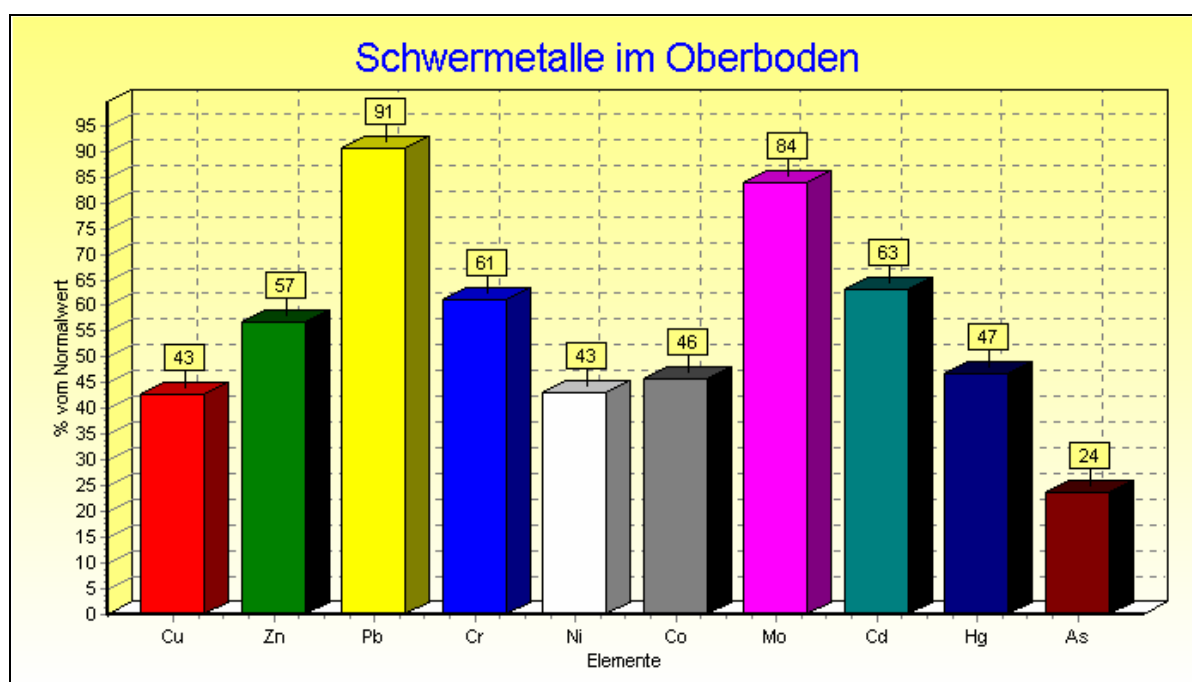
- VFB 1: 500 m südwestlich der Wolframhütte
- VFB 2: 500 m nördlich der Wolframhütte
- VFB 3: 500 m nordöstlich der Wolframhütte

Untersuchungsergebnisse:

Abgesehen von einer – nur in einem Untersuchungsjahr – im Oberboden des Standortes VFB 3 festgestellten leichten Erhöhung des **Molybdängehaltes**, liegen alle untersuchten Schwermetalle im Bereich normaler Bodenwerte.

Da die Schwermetallgehalte aller drei Standorte sehr ähnlich sind, können sie als Mittelwert zusammengefasst dargestellt werden:

Mittelwerte der Oberböden der Standorte VFB 1-3



Aus der Profilanalyse der untersuchten Bodenhorizonte sind bei den Schwermetallen Zink, Blei, Cadmium und Kobalt (nur VFB 3) geringfügige Anreicherungen im Oberboden feststellbar, welche aber durch die ubiquitäre Umweltbelastung erklärbar sind und nicht mit der Wolframhütte in Zusammenhang gebracht werden können.

Lediglich beim Element **Molybdän** sind an den beiden Standorten **VFB 1** und **3** Anreicherungen im Oberboden erkennbar, die auf geringfügige Einträge aus dem Werk hindeuten. Diese sind aber so niedrig, dass sie derzeit keine nennenswerte Bodenbelastung darstellen.

Da es zu keinen Grenzwertüberschreitungen der Schwermetallgehalte im Boden kommt, wurde keine Untersuchung von Pflanzen durchgeführt.

Eine am Standort **VFB 1** nur im Beprobungsjahr 1997 festgestellte geringfügige Bodenbelastung mit **DDT**-Rückständen (15 ppb) ist vermutlich auf eine frühere - lokal eng begrenzte - Anwendung des heute verbotenen Schädlingsbekämpfungsmittels zurückzuführen.

Insgesamt kann man nach 20 Jahren industrieller Tätigkeiten in der Wolframhütte Bergla von einem durchaus positiven Untersuchungsergebnis sprechen, welches ein problemloses Nebeneinander von Industrie und Landwirtschaft dokumentiert.

Das Bodenprobenarchiv:

Alle Boden- und Pflanzenproben des Bodenschutzprogrammes seit 1986 werden in einem Bodenprobenarchiv aufbewahrt. Dadurch ist es möglich zu späteren Zeitpunkten Nachanalysen durchzuführen und neue Parameter zu kontrollieren, Wiederholungsuntersuchungen zu machen oder geänderte Analysemethoden zu testen. Die Bodenproben werden sowohl in gemahlener Form als auch ungesiebt archiviert.



Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse aller 56 im Bezirk Deutschlandsberg 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 Deutschlandsberg (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
Ragnitzstrasse 193, 8047 Graz

Redaktion, Layout und Inhalt:

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

Druck:

FA1A - FA Präsidialangelegenheiten und Zentrale Dienste

