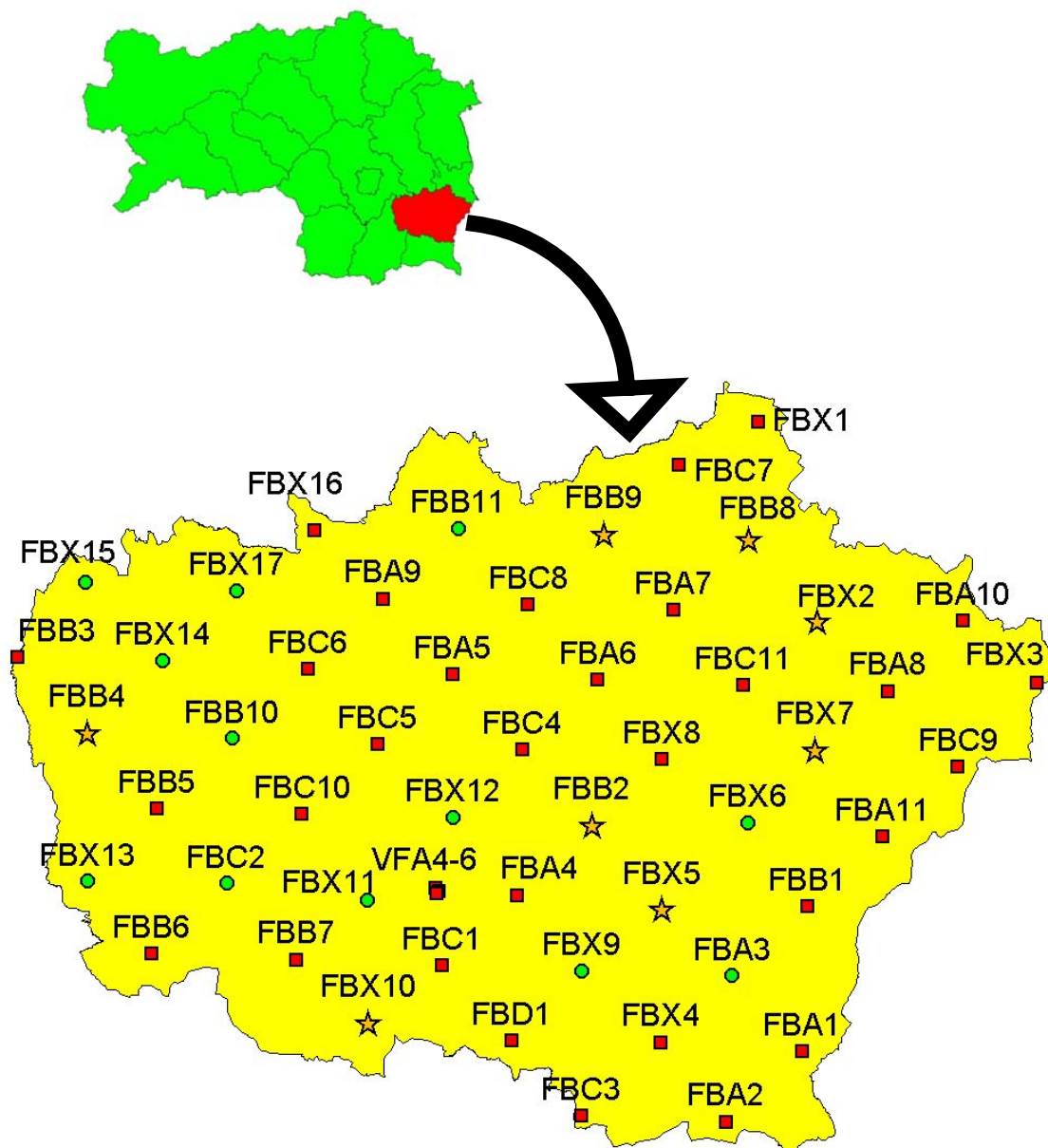


Bodenzustandsinventur Bezirk Feldbach

Bodenschutz- bericht 2004



Ragnitzstraße 193 8047 Graz Tel. 0316/877-6600 Fax DW 6606



Das Land
Steiermark

FA10B - Landwirtschaftliches
Versuchszentrum
Referat Boden- und Pflanzenanalytik

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.

In den vergangenen drei Jahren wurde über jene steirischen Bezirke in denen die Bodenzustandsinventur bereits abgeschlossen ist, berichtet (Radkersburg, Leibnitz und Deutschlandsberg).

Der vorliegende Bodenschutzbericht 2004 präsentiert die Ergebnisse des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Feldbach und diskutiert in bewährter Weise die aktuelle Nähr- und Schadstoffsituation der landwirtschaftlich genutzten Böden.

Diese erstmalige Erfassung des Bodenzustandes in der Steiermark gibt uns die Möglichkeit rechtzeitig Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung unserer Lebensgrundlage Boden zu treffen. Zudem bilden die Ergebnisse der Untersuchungen eine fundierte Basis für zukünftige Kontrollen hinsichtlich der Erfassung von etwaigen Bodenveränderungen.

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

Inhaltsangabe

	Seite
<u>Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Feldbach</u>	
Zusammenfassung	3
1. Zielsetzung und gesetzlicher Auftrag	6
2. Durchführung der Untersuchungen	7
3. Geologie	11
4. Bodentypen	14
5. Bodenbildendes Ausgangsmaterial	18
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	68
Die chlorierten Kohlenwasserstoffe HCB, Lindan + DDT	68
Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe	70
Triazin - Rückstände	73
Fachbeiträge:	74
• Die Landwirtschaft im Bezirk Feldbach (Auszug aus dem Tätigkeitsbericht der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Feldbach)	75
• Die Bodenbelastung im Bereich der Schießstätte Obergnas (Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)	85
Untersuchungsergebnisse	
Erläuterung der Abkürzungen	89
Literatur	90
Impressum	91

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Feldbach:

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 1993 - 1998 **54 Untersuchungsstandorte im Bezirk Feldbach** 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 Feldbach.

Untersuchungsergebnisse:

Allgemeine Bodenparameter:

Der **Humusgehalt** der im Bezirk Feldbach untersuchten 54 Böden ist an sechs Ackerstandorten zu niedrig, sodass hier landwirtschaftliche Maßnahmen zur Humusvermehrung zu treffen sind.

Der **pH-Wert** oder **Säuregrad** im Bezirk Feldbach ist mit den Ergebnissen der landesweiten Rastererhebungen (Bodenschutzbericht 1998) gut vergleichbar. So sind etwas mehr als ein Drittel der untersuchten Böden zu sauer. Ursache der Bodenversauerungen ist das kalkarme Ausgangsmaterial der Böden. 85 % der Standorte liegen im weitestgehend kalkfreien Bereich von 0 - 0,5 % **Kalkgehalt** im Boden.

Nährstoffe, Spurenelemente und das wasserlösliche Fluor:

Phosphor und **Kalium**: Die landwirtschaftlich intensive Nutzung der Böden im Bezirk Feldbach spiegelt sich leider auch in Düngefehlern wieder. 24 % der untersuchten Böden liegt beim Phosphor und 43 % beim Kalium in den beiden oberen Bewertungsklassen der Nährstoffversorgung. Im Gegensatz dazu gibt es speziell beim Phosphor auch das Problem der Nährstoffunterversorgung.

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 Feldbach 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. An 12 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 Feldbacher Böden beim Kupfer und Zink zum überwiegenden Teil im mittleren und bei Mangan und Eisen im hohen Versorgungsbereich.

Erhöhte Bodengehalte an pflanzenverfügbarem Kupfer und Zink sind auf die jahrzehntelange Verwendung von kupfer- bzw. zinkhaltigen Pflanzenschutzmitteln in den Wein- und Obstkulturen zurückzuführen.

Die austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium:

Alle im Bezirk Feldbach untersuchten Standorte liegen im für die Nährstoffversorgung günstigen Gehaltsbereich über 10 mval/100g Summe an austauschbaren Basen.

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. Im Bezirk Feldbach findet man im Vergleich zu den landesweiten Untersuchungsergebnissen auf Grund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung etwa doppelt so häufig erhöhte Fluorgehalte im Boden (52 % der Untersuchungsstandorte). Schädigungen an Pflanzen sind derzeit in der Steiermark auch bei Standorten mit sehr hohem Anteil an wasserlöslichem Fluor nicht bekannt.

Schwermetalle:

Im Bezirk Feldbach 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, sodass Schwermetallbelastungen in der Untersuchungsregion die Ausnahme darstellen.

An **anthropogenen Einflüssen** ist nur der Eintrag von Kupfer und Zink aus Pflanzenschutzmitteln, wie sie in fast allen Sonderkulturen (Obst, Wein) angewendet werden nennenswert. Der am Standort VFA 4 festgestellte erhöhte Arsengehalt im Boden könnte ebenfalls auf eine ehemalige Pestizidanwendung zurückzuführen sein.

Ein Sonderfall ist der Eintrag von Blei am Tontaubenschießplatz in Obergnas, der in einem gesonderten Berichtsteil diskutiert wird.

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 fünf Standorten wurden Rückstände des chlorierten Kohlenwasserstoffes **DDT** festgestellt. Die Bodengehalte sind an den drei Untersuchungsstellen **FBA 2**, **FBB 4** und **FBX 2** sogar sehr 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. Auffällig erhöhte Bodengehalte wurden im Bezirk Feldbach nur in einigen Ausnahmefällen festgestellt. Die markanteste davon ist der extrem hohe Schadstoffgehalt (mehr als 20.000 ppb PAH-Summe) am Tontaubenschießplatz in Obergnas, der zu den höchsten bisher in der Steiermark gemessenen zählt. Die Kohlenwasserstoffe stammen aus den Scherben der zerschossenen Wurfscheiben. Die Schadstoffe sind nach den bisherigen Erfahrungen nicht pflanzenverfügbar.

Die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen auf Triazinherbizide (Unkrautvernichtungsmittel) im Boden der ackerbaulich genutzten Standorte ergaben fallweise Rückstände von **Atrazin**, welche sich mit der Ausnahme von zwei Standorten im tolerierbaren Bereich bewegen. An den beiden Ackerstandorten **FBA 5** und **9** mit erhöhten Gehalten wurden die Grundstücksbesitzer von Beratern der Landeskammer kontaktiert, über die Rechtslage informiert und verwarnet.

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

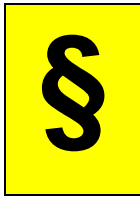
Das weitere Vorgehen

Die in diesem Bericht präsentierte Bodenzustandsinventur des Bezirkes Feldbach 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 Feldbach

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.

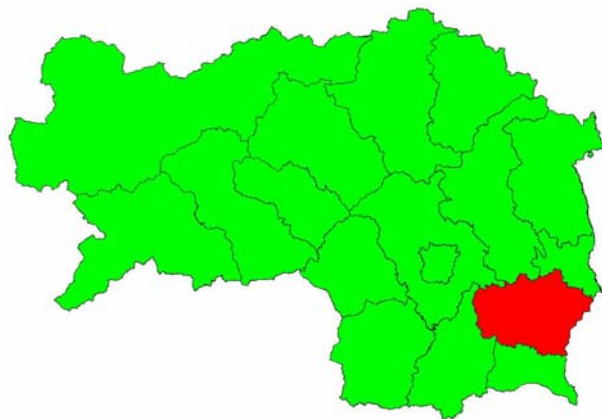


Der gesetzliche Auftrag dazu erfolgte 1987 durch das **Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz** (LGBl. Nr. 66 / 1987) und die **Bodenschutzprogrammverordnung** (LGBl. Nr. 87 / 1987).

Im **Bezirk Feldbach** wurde 1993/94 und 1995/96 mit der Einrichtung von 34 Untersuchungsstandorten im 4 x 4 km Rastersystem begonnen und 1997/98 erfolgte im Rahmen der Untersuchung von potentiellen Kontaminationsflächen in der Steiermark die Kontrolle von drei landwirtschaftlich genutzten Böden im Bereich des Tontaubenschiesplatzes Obergnas. 1998/99 wurde mit der Untersuchung von 17 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 17 Verdichtungsstandorte mit einfließen und stellt so ein umfassendes Bild der Bodenzustandsinventur des Bezirkes Feldbach 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 Feldbach ergaben sich 50 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 38 Rasterstandorten, welche es von der Bodenzustandsinventur zu erfassen galt.

Die Bodenprobennahmen an diesen Untersuchungsstellen wurden 1993 begonnen und im Jahre 1996 (Wiederholungsprobennahmen) abgeschlossen. Ein Steinbruch und drei aufgeforstete Standorte mussten als nicht beprobbar ausgesondert werden, sodass letztlich **34 Standorte im Rastersystem** untersucht werden konnten.

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

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

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

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

Nichtrasterstandorte:

Zur Abklärung spezieller Fragestellungen und um die Lücken im Untersuchungsnetz, welche durch den Wegfall einiger Standorte (Wald, nicht beprobbares Gelände) entstanden sind zu schließen, wurden zusätzlich weitere **20 Nichtrasterstandorte** untersucht.

In Summe wurden somit im Bezirk Feldbach 54 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 54 Untersuchungsstandorten im Bezirk Feldbach **214 Bodenproben** untersucht. Am Standort FBA 9 konnte 1994 keine Wiederholungsuntersuchung durchgeführt werden, da der Besitzer weitere Probennahmen untersagte.

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 54 Untersuchungsstandorte:

Erstprobennahme	Standortbezeichnung	Anzahl der Standorte
1993	FBA 1-11, FBB 1-11, FBC 1-11	33*
1995	FBD 1	1*
1997	VFA 4-6	3
1998	FBX 1-17	17

* Rasterstandorte

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

Standortnutzung

Flächenhafte Verteilung der Nutzungsformen im Bezirk Feldbach:

Bodenfläche nach Nutzung in ha:

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen	Gesamtfläche**
1981	44.701,86	24.912,86	3.088,06	72.702,78
1991	44.307,83	24.907,43	3.480,83	72.696,09
2000	43.903,63	25.029,59	3.779,94	72.713,16

* inkl. Gärten und Weingärten

** Flächenänderungen vermessungstechnisch bedingt.

Bodenfläche nach Nutzung (% - Anteil):

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen
1981	61,4	34,3	4,3
1991	61,0	34,3	4,7
2000	60,4	34,4	5,2
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 fast zwei Drittel der Bezirksfläche von Feldbach landwirtschaftlich und ein Drittel forstwirtschaftlich genutzt. Steiermarkweit gesehen ist die Verteilung der Nutzungsformen beinahe umgekehrt.

Im Bezirk herrscht eine kleinbäuerliche Betriebsstruktur vor. Etwa drei Viertel der Betriebe sind kleiner als 10 ha. Betriebsflächen über 20 ha liegen nur bei 3-4 % aller Wirtschaften vor.

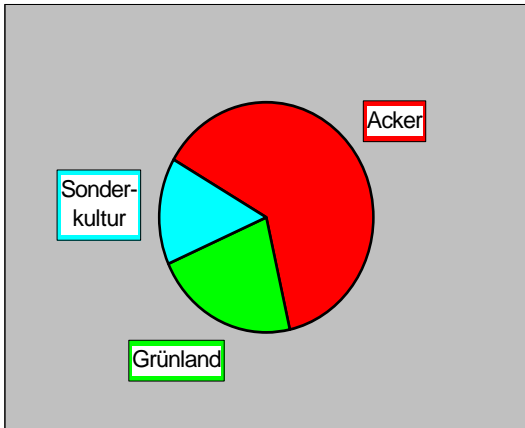
Die Böden der Terrassen und des Hügellandes sind zu zwei Drittel Ackerland, zu einem Drittel Grünland. Die Flächen des Raabtalbodens werden - da die Böden meist entwässert worden sind - bis zu 80 % als Ackerland (fast ausschließlich Mais) genutzt.

Dauergrünland findet man nur an Standorten, die wegen des ungünstigen Geländes oder einer starken Vernässung nicht geackert werden können. Die Nutzung als Wechselland ist im Hügelland sehr verbreitet, wobei meist Klee oder Klee gras zu Getreide eingesät werden.

Auf den Rücken und Oberhängen des Hügellandes ist Edelobstbau (Pflirsich, Apfel, Birne) weit verbreitet.

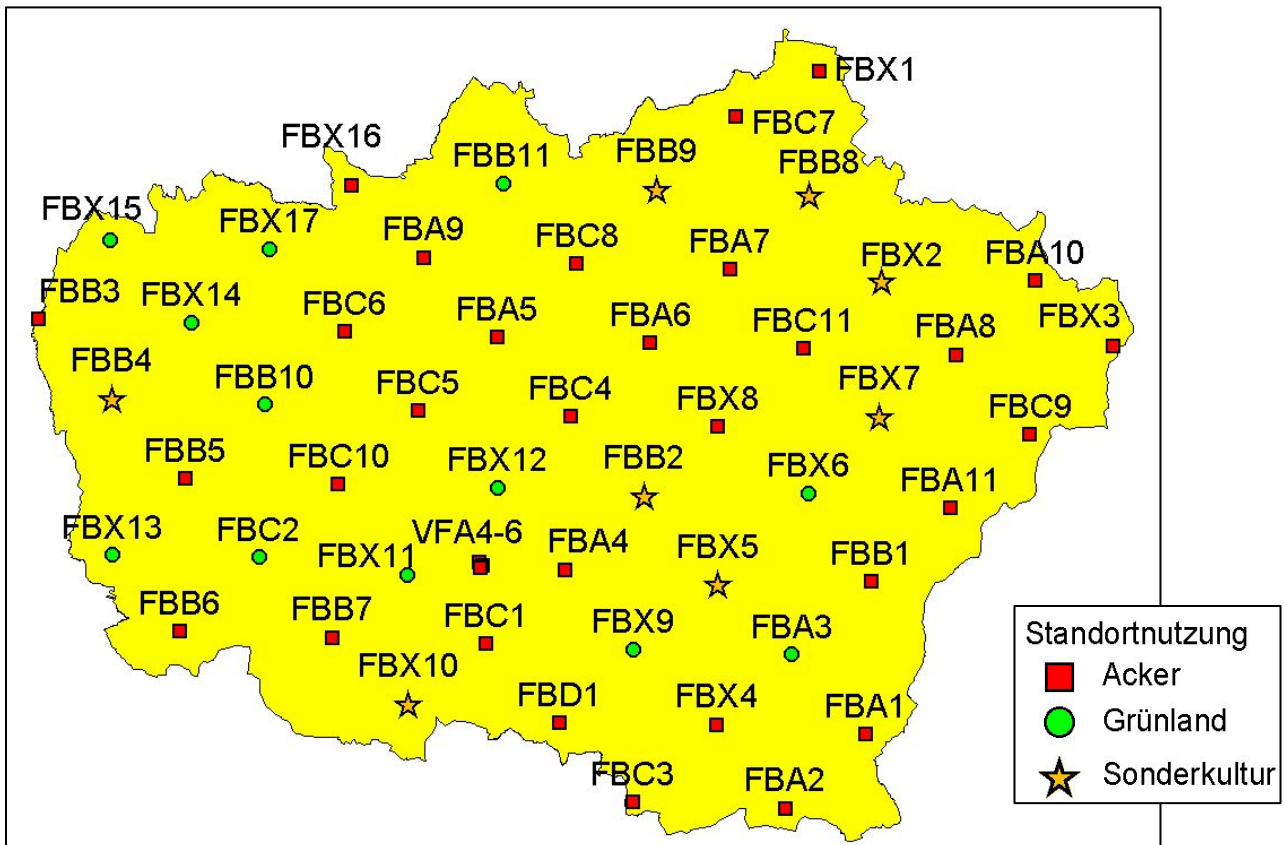
Auf klimatisch besonders begünstigten Hängen und auf den Böden aus vulkanischem Verwitterungsmaterial wird Weinbau betrieben.

Die landwirtschaftliche Nutzung an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes:



34 Ackerstandorte
 12 Grünlandstandorte
 8 Sonderkulturen (Wein, Obst)

63 % der Untersuchungsflächen im Bezirk Feldbach werden ackerbaulich, 22 % als Grünland und 15 % der Standorte werden als Wein- oder Obstkultur genutzt.



Die Lage der Untersuchungsstandorte im Bezirk Feldbach

3. Geologie

Der heutige Bezirk Feldbach liegt im oststeirischen Hügelland und ist ein Teil des steirischen Tertiärbeckens. In der erdgeschichtlichen Periode des Tertiär (Zeitraum vor 1,8 - 65 Millionen Jahren) war fast ganz Europa - mit Ausnahme der hohen Gebirge - und somit auch das südsteirischen Becken von einem Meer überflutet. Im Lauf von Jahrtausenden wurden mächtige Sedimentationsschichten abgelagert, unter denen die alte Landscholle liegt. Die Ablagerungen findet man heute als „Steirischer Schlier“ (ein Tonmergel), Tegel, Sande, Schotter und Kalke. Die Mächtigkeit der Ablagerungen im südsteirischen Becken beträgt mehr als tausend Meter.

Hand in Hand mit der einsetzenden Bruchtektonik kam es zu einer regen Vulkantätigkeit. Es entstanden riesige Schildvulkane, deren ehemalige Gipfelregionen heute noch steil aus den jüngeren Tertiärsedimenten aufragen (z. B.: Gleichenberger Kogel).

Danach kam es zu einer weiteren Absenkung des Beckens und erneuten Ablagerungen, welche zu einer Abschnürung der Teilbecken vom Weltmeer führten. Es entstand ein Binnenmeer, welches vom Steirischen Randgebirge bis Zentralasien reichte. Unter weiteren Sedimentationen verbrachte das Meerwasser und trocknete letztendlich aus.

Krustenbewegungen im Becken führten zu einem erneuten Aufleben des Vulkanismus, wobei basaltische Magmen und Tuffe aus der Tiefe heraufgebracht wurden. Im Gegensatz zu den breiten Schildvulkanen der vorangegangenen vulkanischen Tätigkeiten entstanden nun oberflächliche Lavadecken, wie der Stradner Kogel und Tufftrichter (Riegersburg, Kapfensteiner Kogel).

Nach dem Abklingen des Vulkanismus begann die Landformung. Die Flüsse schnitten sich in die Ablagerungen ein und modellierten aus den wenig widerstandsfähigen Tertiärsedimenten ein sanftwelliges Hügelland.

In der anschließenden Quartärzeit (vor 1,8 Millionen Jahren bis heute) kam es zu gravierenden Änderungen der Landformung. Einerseits kamen die großen tektonischen Bewegungen zum Stillstand, andererseits vollzogen sich bedeutende klimatische Veränderungen. Es kam zu einem Wechsel von kalten und warmen Perioden - den vier Eiszeiten (Günz, Mindel, Riß und Würm) und Warmzeiten, in denen teilweise sogar subtropisches Klima herrschte.

In den kurzen Sommern der Kaltzeiten führten der starke Frostwechsel an den überfeuchteten Oberböden der im Untergrund gefrorenen Böden (Permafrost) zu starken Rutschungen in den Hangbereichen. Die Flüsse transportierten das Material ab und ließen große Ablagerungen entstehen.

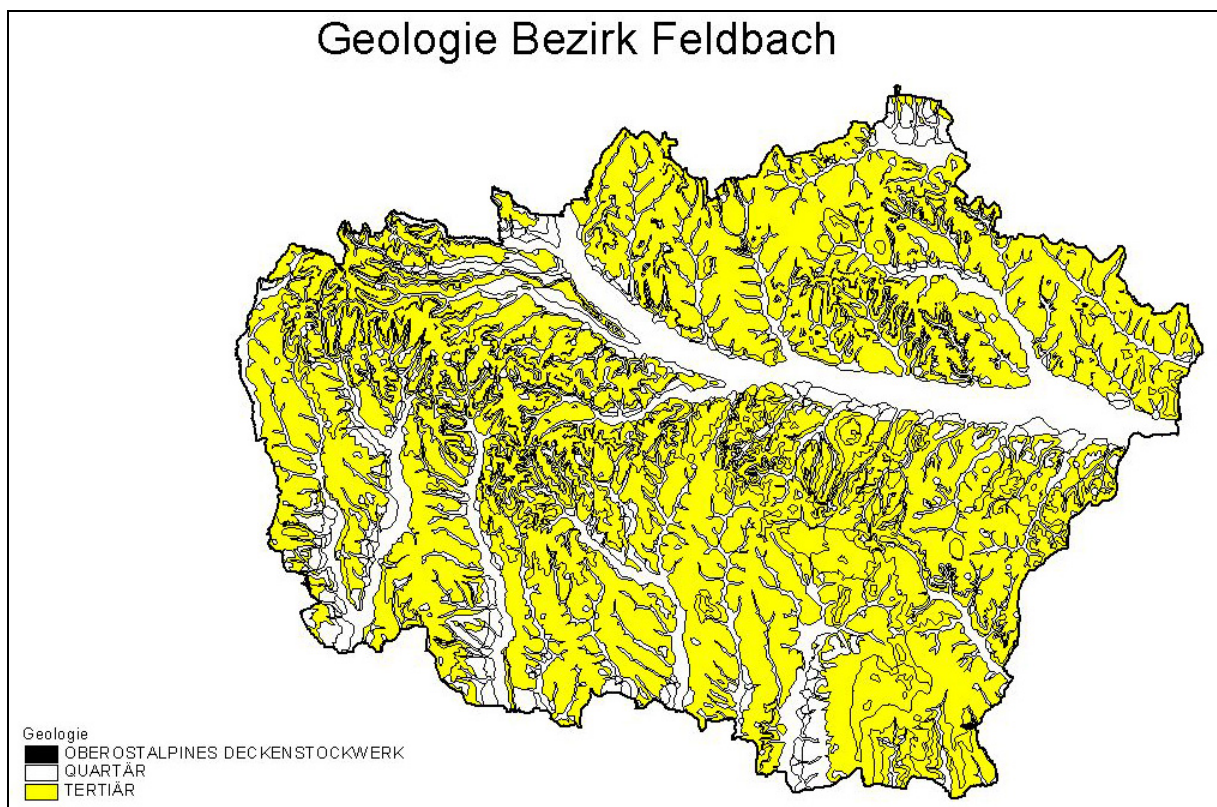
Während der Warmzeiten ging die Aufschüttung durch die Flüsse stark zurück, weil die üppige Vegetation der Bodenerosion entgegen wirkte. Dafür gruben sich die Wasserläufe tief ein und es entstanden entlang der Flussläufe Terrassen, welche entsprechend den vier Eiszeiten Günz-, Mindel-, Riß- oder Würm - Terrasse benannt werden.

Im jüngsten geologischen Zeitabschnitt der letzten Zehntausend Jahre (Holozän) ereigneten sich mit der Ausnahme von Hangrutschungen und Aufschüttungen im Uferbereich von Flüssen keine wesentlichen Veränderungen der Landschaft.

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

- Die Talböden.
- Die eiszeitlichen Quartärterrassen.
- Das Tertiäre Hügelland.

Quelle: Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Kirchbach (KB 46), Feldbach (KB 87) und Fehring (KB 103); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1978, 1982 und 1985.



Die geologischen Großräume im Bezirk Feldbach:

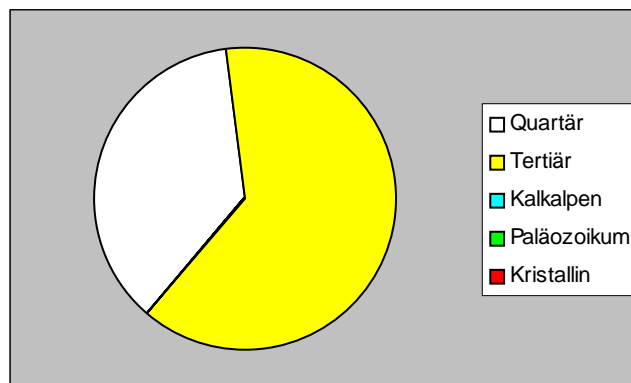
Quartär: In diesen Bereich fallen jene geologischen Ereignisse, welche sich in den letzten 1,8 Millionen Jahren ereignet haben. Im wesentlichen handelt es sich um die Veränderungen der Erdoberfläche durch die 4 Eiszeiten Günz, Mindel, Riß und Würm, sowie um Ablagerungen und Veränderungen aus jüngster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

Die Verteilung der 54 Standorte des Bodenschutzprogrammes hinsichtlich der geologischen Großräume:

Geologischer Großraum	Standortbezeichnung	Anzahl Standorte
Quartär	FBA 5, 6, 8, 9 + 11 FBB 3, 5, 6 + 7 FBC 7 + 9 FBX 1, 3, 4, 7, 13 + 16 VFA 4, 5 + 6	20
Tertiär	FBA 1, 2, 3, 4, 7 + 10 FBB 1, 2, 4, 8, 9, 10 + 11 FBC 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10 + 11 FBD 1 FBX 2, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 12, 14, 15 + 17	34



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 Feldbach findet man folgende Bodentypen:

Niedermoore:

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

Auböden:

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

Man unterscheidet: Rohauböden, Graue Auböden, Braune Auböden und Schwemmöden.

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.

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 Feldbach lassen sich die Bodentypen in den Landschaftsräumen wie folgt diskutieren:

Bodentypen in den einzelnen Landschaftsräumen:

Die Talböden:

Der Aufbau der Talböden ist ziemlich einheitlich. Der die Gerinne begleitende Streifen aus leichtem bis mittelschwerem Schwemmmaterial hat Lockersedimentbraunerden ausgebildet. Am Talboden der Raab findet man Braune Auböden. Zum Talbodenrand hin findet man schwerere Gleyböden, die häufig entwässert wurden.

Die eiszeitlichen Quartärterrassen:

In diesem Landschaftsraum dominieren pseudovergleyte Böden.

Das tertiäre Hügelland:

Dieser Bereich ist einerseits durch eine starke Wechsellagerung der Sedimente, als auch durch eine extreme Geländeausformung charakterisiert. Die anzutreffenden Bodenformen sind vielfältig und kleinräumig verbreitet. Zu den auffallendsten Erscheinungen im Hügelland zählen die Rutschhänge.

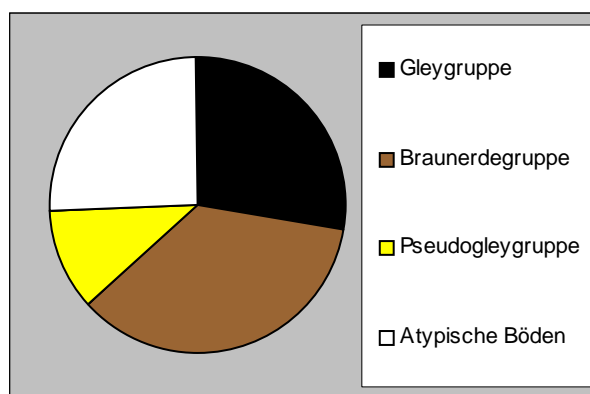
Die Böden aus Vulkangestein nehmen nur relativ kleine Teile der landwirtschaftlich genutzten Fläche ein; sie sind alle kalkfrei. Die vorwiegend anzutreffenden Bodentypen sind: Braunlehme, Ortsböden und im Übergang zu den Tertiärablagerungen Lockersedimentbraunerden.

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

Bodentypen	ha	%	Standorte im Bodenschutzprogramm	
			Bezeichnung	Anzahl
Niedermoor	20	0,04	---	---
Aubodengruppe	1.362	3,05	---	---
Gleygruppe	10.314	23,12	FBA 5, 6, 8, 9 + 11 FBB 3, 6 + 7 FBC 7 + 9 FBX 1 + 3 VFA 4, 5 + 6	15
Braunerdegruppe	17.354	38,89	alle übrigen Standorte	19
Pseudogleygruppe	3.682	8,25	FBA 2, FBB 5, FBC 6, FBX 7, 13 + 16	6
Reliktbodengruppe	38	0,09	---	---
Atypische Böden	11.849	26,56	FBA 7 + 10 FBB 1, 8, 9 + 10 FBC 4 + 10 FBD 1 FBX 2, 4, 5, 10 + 15	14
Summe:	44.619	100 %		54

Die von der Bodenkartierung bearbeitete Fläche von 44.619 ha entspricht der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Bezirkes zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Erfassung.

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



Verteilung der untersuchten Standorte

Quelle (Definition Bodentypen): Niederösterreichische Bodenzustandsinventur 1994.

Quelle: Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Kirchbach (KB 46), Feldbach (KB 87) und Fehring (KB 103); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1978, 1982 und 1985.

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

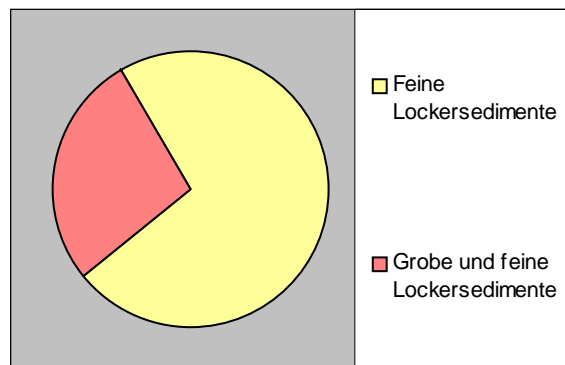
Feine Lockersedimente

Grobe und feine Lockersedimente gemischt

Die Verteilung des bodenbildenden Ausgangsmaterials im Bezirk Feldbach:

Ausgangsmaterial	Standorte	Anzahl
Feine Lockersedimente	alle übrigen Standorte	39
Feine und grobe Lockersedimente	FBB 5, FBC 8, FBX 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 13, 14, 15, 16 + 17	15

Verteilung der untersuchten Standorte:



Das bodenbildende Ausgangsmaterial der untersuchten Standorte besteht durchwegs aus feinen Lockersedimenten mit geringem Grobanteil.

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**:

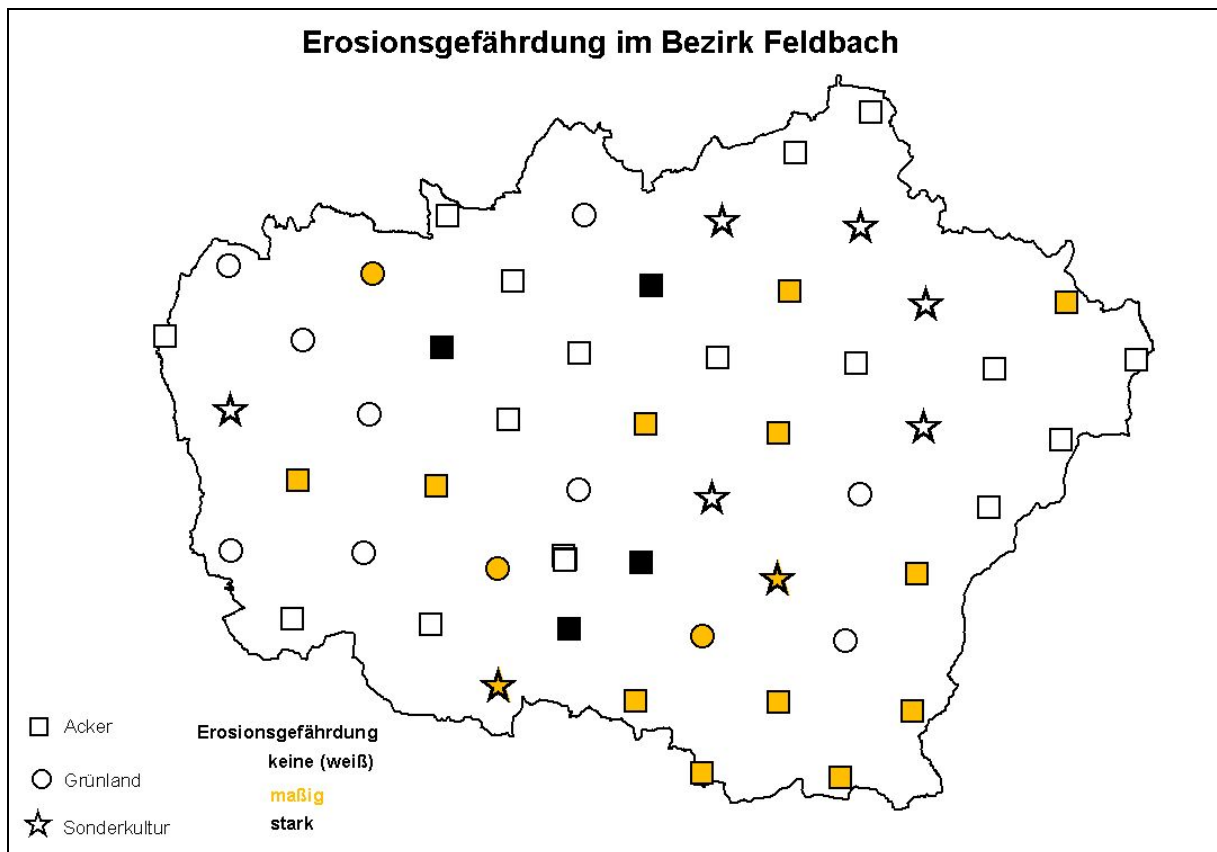
Erosionsgefährdung:	stark	mäßig	keine
Acker	> 10°	5 - 10°	0 - 4°
Grünland, Obstanlagen	---	≥ 20°	0 - 19°
Weinanlagen	---	≥ 10°	0 - 9°

Von den 54 Untersuchungsstellen des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Feldbach sind folgende 4 Ackerstandorte **stark** erosionsgefährdet: **FBA 4, FBC 1, 6 + 8**.

An 17 Untersuchungsstellen ist die Erosionsgefahr **mäßig** stark.

Und an 33 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Erosion.

Die Erosionsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Feldbach:



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 Roherträgen 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	---

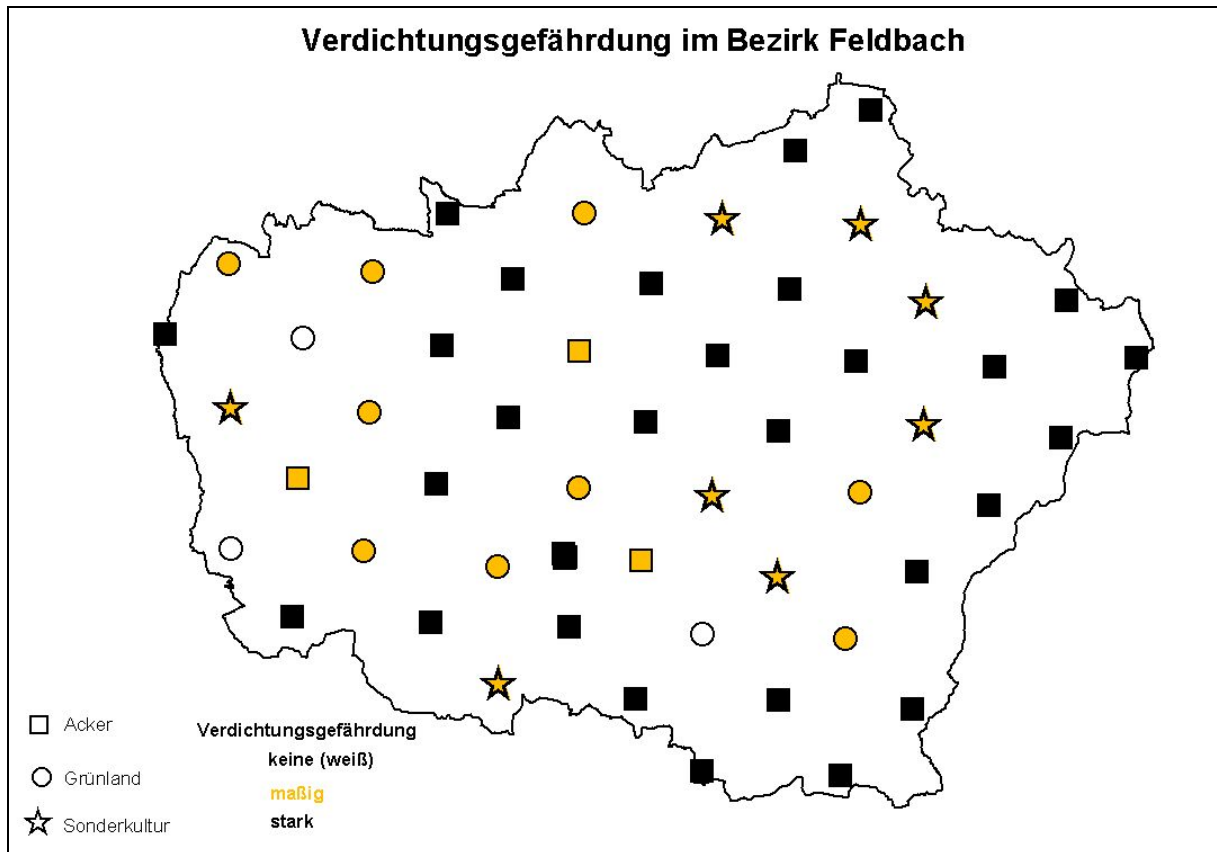
Von den 54 Standorten des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Feldbach sind 31 Ackerböden **stark** verdichtungsgefährdet! Nur drei der ackerbaulich genutzten Untersuchungsstellen sind - da es sich um leichte Böden handelt - als mäßig gefährdet einzustufen.

An 20 Untersuchungsstellen ist die Verdichtungsgefahr **mäßig** stark.

Und an nur 3 Grünlandstandorten mit leichten Böden (**FBX 9, 13 + 14**) besteht **keine** Gefahr von Bodenverdichtung.

Da im Bezirk Feldbach nahezu alle Ackerstandorte stark verdichtungsgefährdet sind, ist eine sorgsame und standortsangepasste Bodenbewirtschaftung besonders wichtig.

Die Verdichtungsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Feldbach:



8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur

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

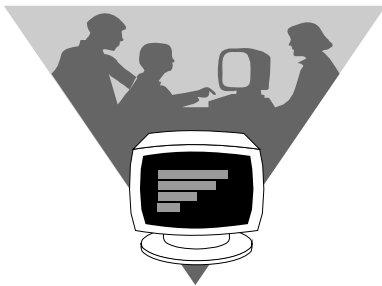
Das Informationspaket umfasst:

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

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

Die **Internet - Adresse** lautet:

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



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

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

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

Die Internetadresse lautet: **www.ubavie.gv.at**

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

Allgemeines

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

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

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

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

Genauigkeit der Messergebnisse:

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

Messwert \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 Feldbach.

Durchschnittsgehalte im Oberboden:

Parameter	Einheit	Mediangehalte (Bez. Feldbach)	Mediangehalte (Raster Steiermark)
Sand	%	27,50	34,00
Schluff	%	50,00	48,00
Ton	%	20,50	17,00
Humus	%	2,85	5,40
P2O5	mg/100g	12,00	5,50
K2O	mg/100g	22,63	17,50
pH-Wert	---	5,85	5,35
CaCO ₃ > 0	%	0,20	0,10
CaKat	mg/100g	303,00	242,75
MgKat	mg/100g	37,25	24,08
KKat	mg/100g	18,05	12,65
NaKat	mg/100g	1,14	1,15
Mg	mg/100g	23,50	16,00
Bor	mg/kg	0,40	0,30
EDTA-Cu	mg/kg	5,17	5,00
EDTA-Zn	mg/kg	5,97	6,57
EDTA-Mn	mg/kg	341,24	282,75
EDTA-Fe	mg/kg	369,00	516,00
Fluor	mg/kg	1,23	0,51
Cu	mg/kg	27,55	25,40
Zn	mg/kg	89,01	94,88
Pb	mg/kg	16,77	24,15
Cr	mg/kg	45,67	40,92
Ni	mg/kg	33,42	27,33
Co	mg/kg	14,68	12,95
Mo	mg/kg	0,59	0,80
Cd	mg/kg	0,17	0,24
Hg	mg/kg	0,10	0,12
As	mg/kg	13,10	11,45
PAH-Summe	µg/kg	40,20	45,50
DDT > 15	µg/kg	65,00	31,50

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

- Die **umweltrelevanten Schwermetalle (Pb, Cd, Zn, Mo)** weisen generell niedrigere Gehalte auf, was sowohl auf einen geringeren geogenen Background, als auch auf eine niedrigere Umweltbelastung zurückzuführen ist.
- Der vergleichsweise hohe Anteil an ackerbaulich genutzten Flächen im Bezirk Feldbach bedingt einen niedrigeren Durchschnittsgehalt an **Humus** und erhöhte Werte bei den durch Düngungsmaßnahmen beeinflussten Parameter **Phosphor, Kalium** und **Fluor**. Auch die Rückstände an **DDT** liegen deutlich über dem Landesschnitt.

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:

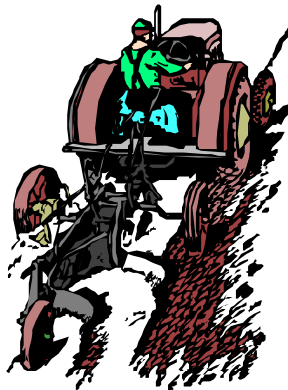
Die Korngrößenverteilung im Boden hat einen großen Einfluss auf Ertragsfähigkeit, Bearbeitbarkeit und Filtervermögen des Bodens. Die grobe Einteilung des mineralischen Bodenmaterials in Sand (63 - 2000 μm), Schluff (2 - 63 μm) und Ton (< 2 μm) ermöglicht eine Beurteilung von wichtigen Bodeneigenschaften,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

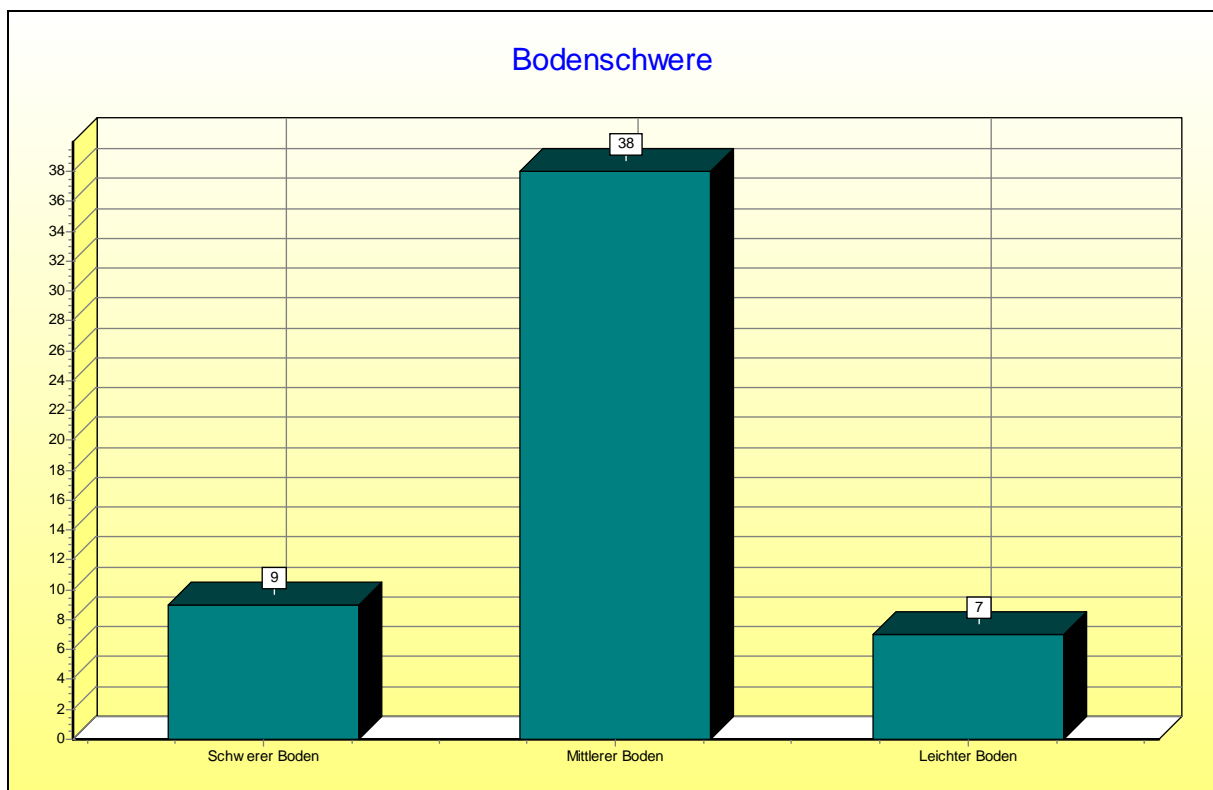


Untersuchungsergebnisse:

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

Bodenschwere	Anzahl Standorte		
	„schwer“	„mittel“	„leicht“
Grünland	1	8	3
Acker	7	24	3
Sonderkultur	1	6	1
Alle Standorte in FB in %	17 %	70 %	13 %
Steiermark - Raster in %	15 %	49 %	36 %

→ Im Bezirk Feldbach findet man deutlich mehr mittelschwere und weniger leichte Böden als bei den landesweiten Erhebungen. Der Anteil der schweren Böden hingegen ist mit dem Landesschnitt vergleichbar.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen der Bodenschwere

Humus:

Allgemeines:

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

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

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

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

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

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

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

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

Im Grünland besteht keine Gefahr der Unterschreitung der Mindestgehalte.

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

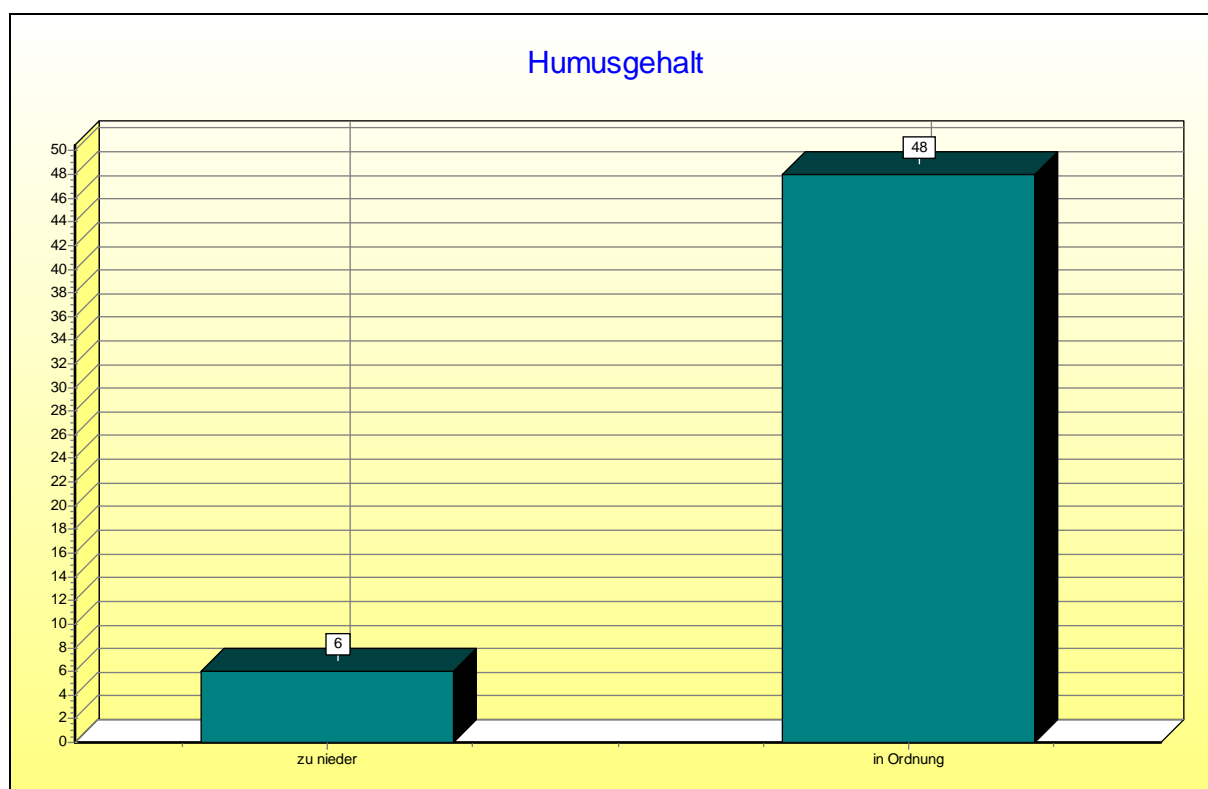
Untersuchungsergebnisse:

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

Humusgehalt	Anzahl Standorte	
	„zu nieder“	„in Ordnung“
Grünland	0	12
Acker	6	28
Sonderkultur	0	8
Alle Standorte in FB in %	11 %	89 %
Steiermark - Raster in %	3 %	97 %

→ Im Bezirk Radkersburg wurden verglichen mit den landesweiten Rasteruntersuchungen deutlich häufiger **zu niedrige Humusgehalte** festgestellt. Davon betroffen sind die sechs Ackerstandorte **FBA 2 + 10, FBB 1 und FBC 3, 6 + 11**.

Um den anzustrebenden Mindestgehalt von 2 % Humus zu erreichen sind landwirtschaftliche Maßnahmen zur Humusvermehrung zu treffen.



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 Feldbach lauten:

Anzahl Standorte

Säuregrad*	„sauer“	„in Ordnung“	„basisch“
Grünland	1	7	4
Acker	18	14	2
Sonderkultur	2	5	1
Alle Standorte in FB in %	39 %	48 %	13 %
Steiermark - Raster in %	38 %	49 %	13 %

* „sauer“: Der anzustrebende Säuregrad ist nicht erreicht (Boden zu sauer).

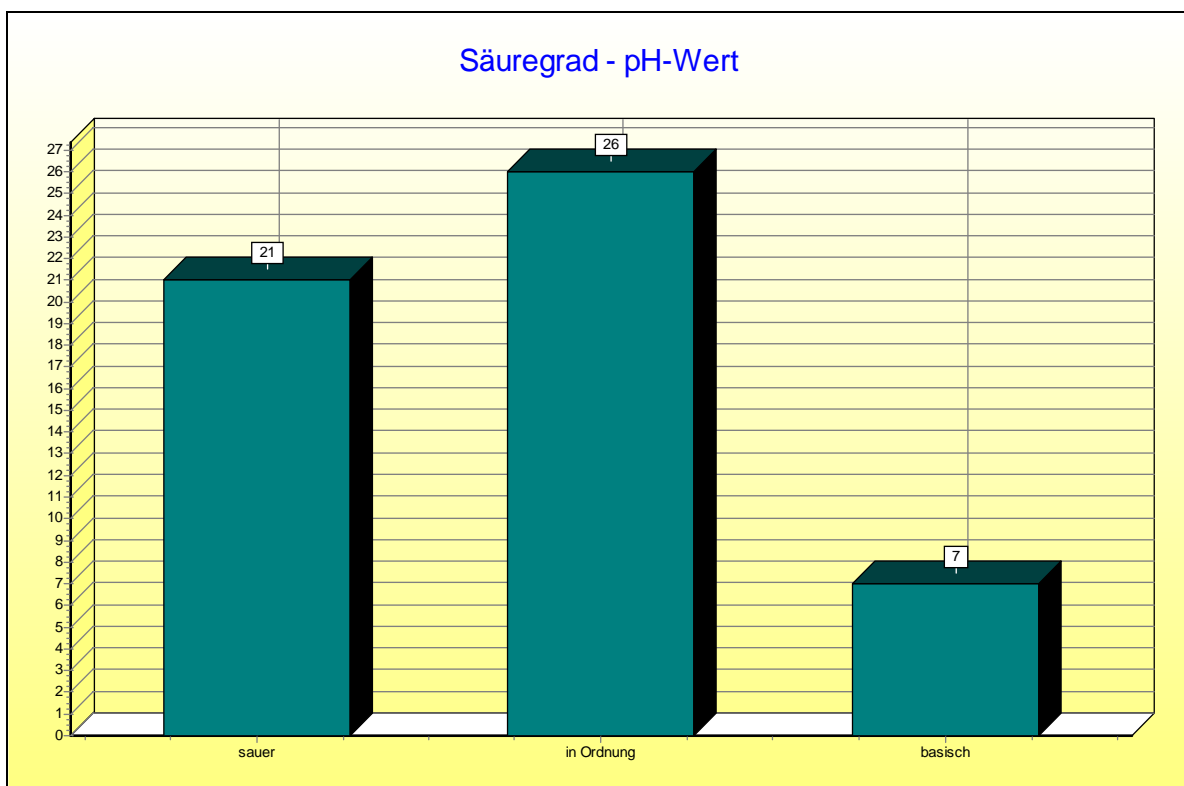
„in Ordnung“: Der anzustrebende Säuregrad ist erreicht.

„basisch“: Der Säuregrad des Bodens ist sogar höher als der Sollwert.

➔ Im Bezirk Feldbach ist vergleichbar mit den landesweiten Untersuchungsergebnissen der Säuregrad etwa an der Hälfte der Untersuchungsstandorte in Ordnung - etwas mehr als ein Drittel der Böden ist zu sauer. Als Ursache der **Bodenversauerungen** ist in erster Linie das weitestgehend kalkfreie Ausgangsmaterial der Böden zu sehen.

Von den sauren Böden werden zwei Standorte für den Weinbau genutzt (**FBB 2** und **FBX 5**), ein Standort als Grünland (**FBX 17**), die restlichen sind Äcker.

An diesen Flächen ist als bodenverbessernde Maßnahme eine Kalkung angebracht.



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:

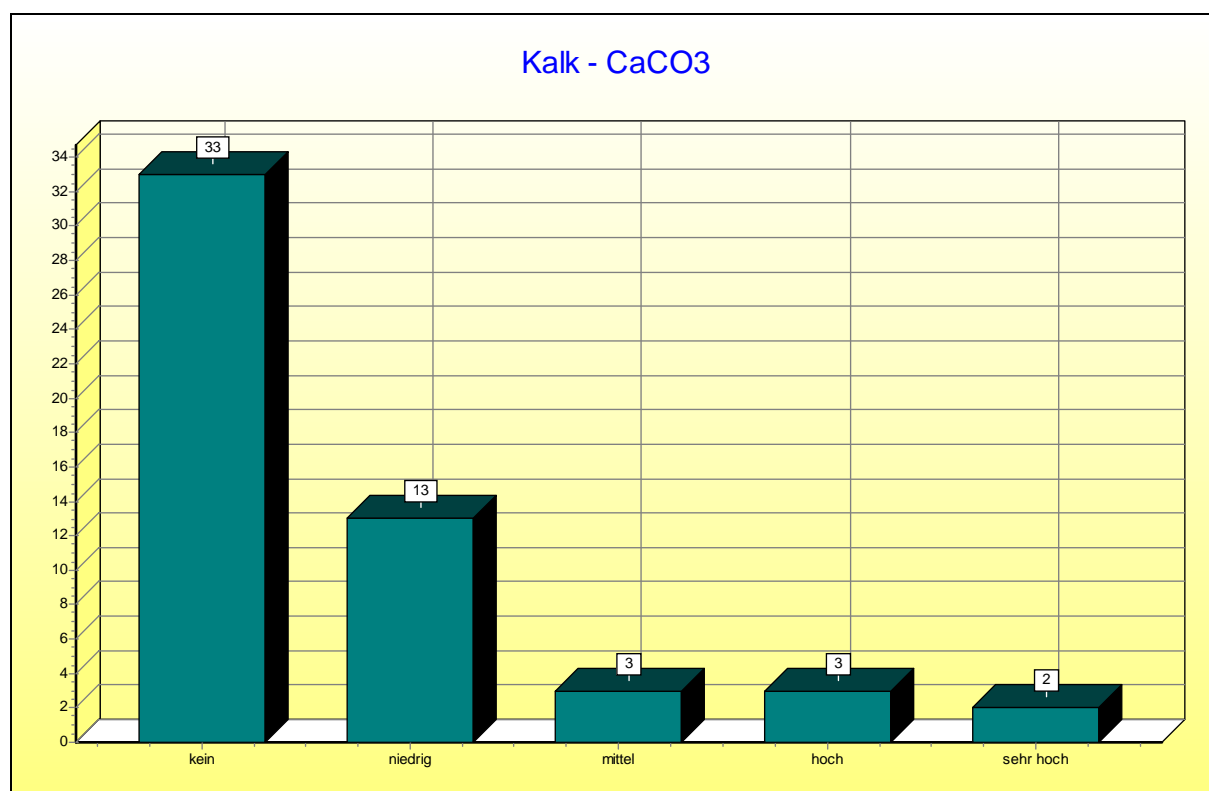
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Kalkgehaltes** im Bezirk Feldbach lauten:

Kalkgehalt	Anzahl Standorte				
	„kein“	„niedrig“	„mittel“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	8	1	1	0	2
Acker	21	10	1	2	0
Sonderkultur	4	2	1	1	0
Alle Standorte in FB in %	61 %	24 %	6 %	6 %	4 %
Steiermark - Raster in %	61 %	30 %	2 %	4 %	3 %

→ Wie auch bei den landesweiten Rasteruntersuchungen, liegt der überwiegende Anteil der Standorte des Bezirkes Feldbach 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.

Die zwei Grünlandstandorte **FBX 11 + 12** weisen einen sehr hohen, natürlichen Kalkgehalt über 5 % auf. Bei diesen Untersuchungsstellen wird das bodenbildende Ausgangsmaterial aus kalkhaltigem Tertiärsediment gebildet.



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 Feldbach lauten:

Anzahl Standorte

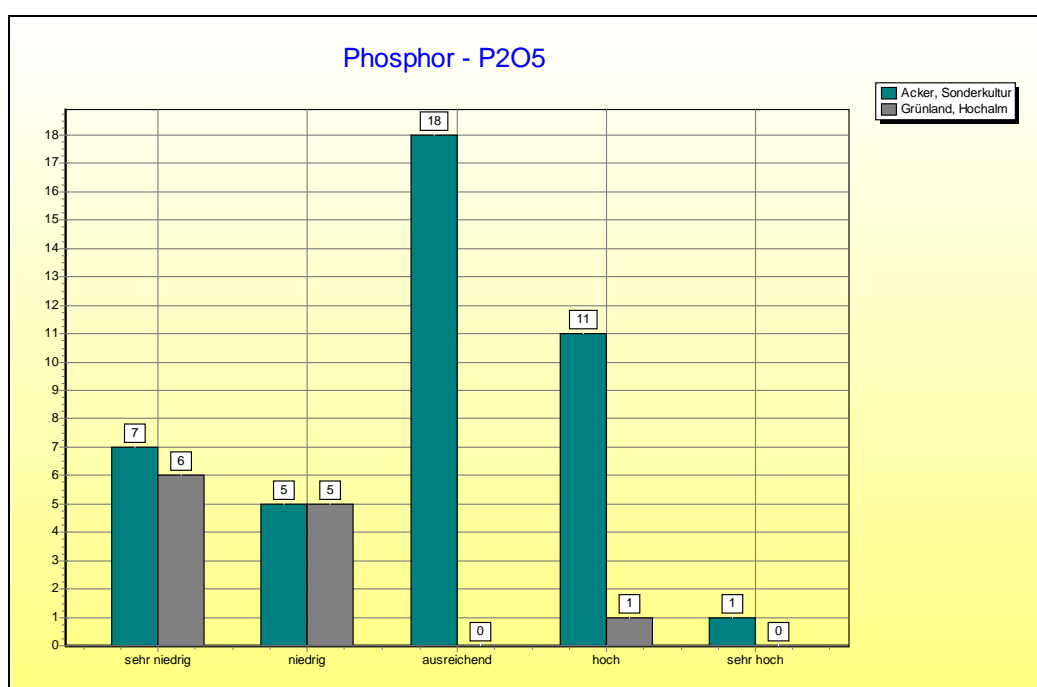
Phosphorgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	6	5	0	1	0
Acker	7	5	15	7	0
Sonderkultur	0	0	3	4	1
Alle Standorte in FB in %	24 %	19 %	33 %	22 %	2 %
Steiermark - Raster in %	48 %	21 %	20 %	9 %	2 %

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

Der Anteil der Standorte mit hoher bzw. sehr hoher Phosphorversorgung liegt bei 24 % und ist somit mehr als doppelt so hoch wie der Landesdurchschnitt !

Der Standort mit sehr hoher Phosphorversorgung ist die Obstanlage **FBB 4**. Dem betreffenden Bauern wird empfohlen sich mit der zuständigen Düngeberatungsstelle der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft in Verbindung zu setzen und die Bewirtschaftungsweise dahingehend zu ändern, dass künftig **Überdüngungen** vermieden werden.

Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit Phosphormangel (43 % 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 Feldbach lauten:

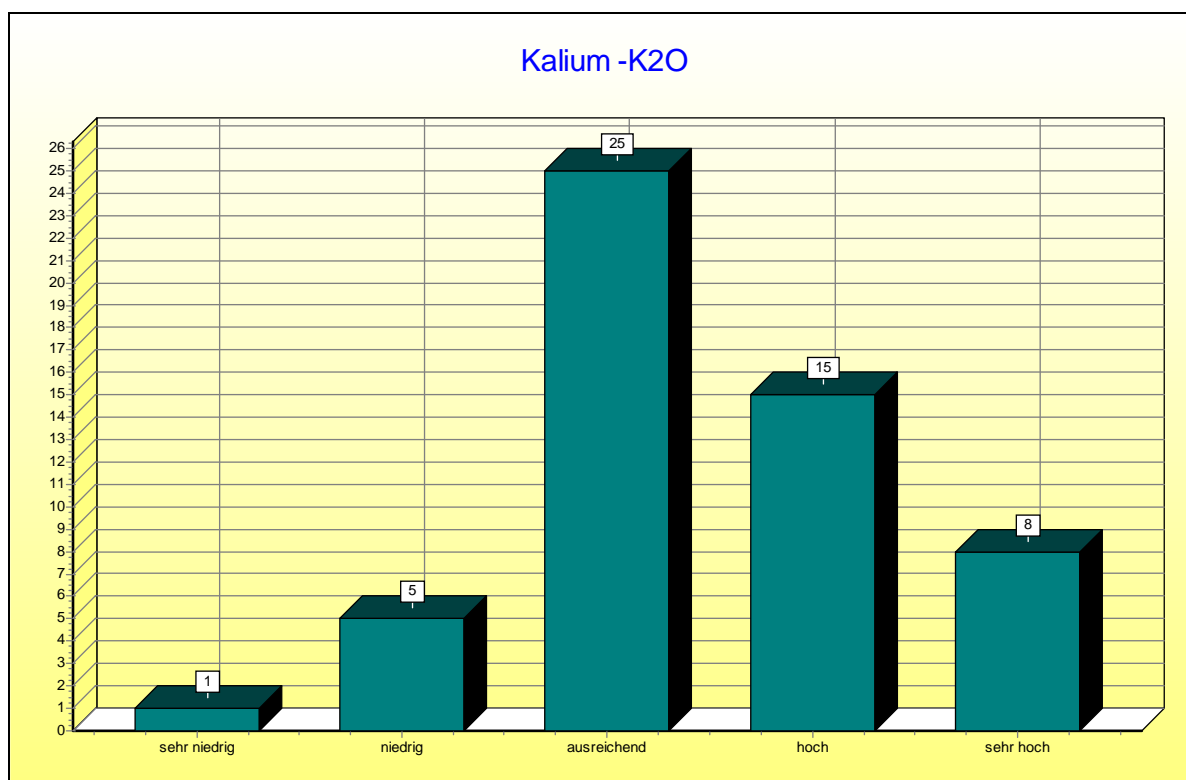
Kaliumgehalt	Anzahl Standorte				
	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	1	6	1	1
Acker	1	4	18	4	2
Sonderkultur	0	0	1	0	5
Alle Standorte in FB in %	2 %	9 %	46 %	28 %	15 %
Steiermark - Raster in %	2 %	17 %	48 %	25 %	8 %

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

43 % der untersuchten Standorte im Bezirk Feldbach weisen bei der Versorgung mit dem Nährstoff Kalium **Überdüngungen auf !**

Folgende Standorte liegen bei der Kaliumversorgung in der Gehaltsklasse "sehr hoch": **FBA 7, FBB 5, 8, 9 + 11 und FBX 2, 5 + 10.**

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 Pflanzen-Aufnehmbarkeit 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:

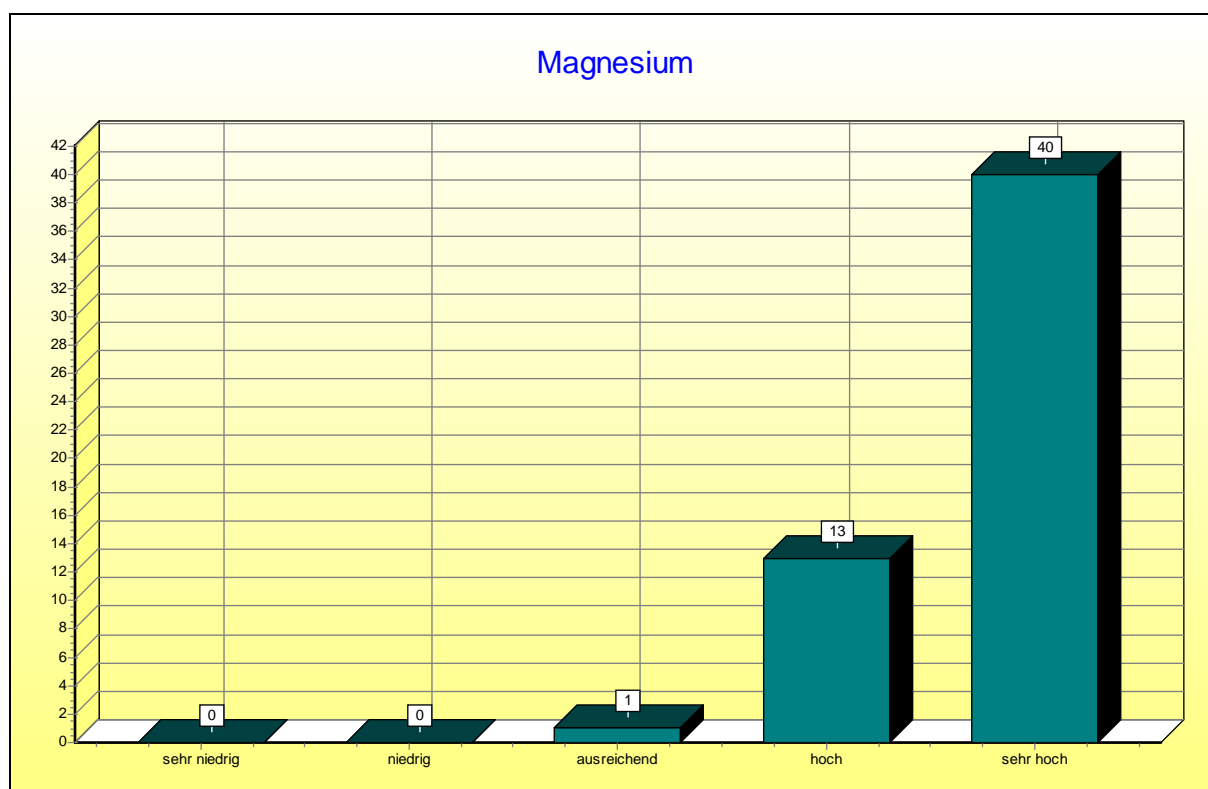
Die Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Magnesiumgehaltes** im Bezirk Feldbach lauten:

Anzahl Standorte

Magnesiumgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	0	2	10
Acker	0	0	1	9	24
Sonderkultur	0	0	0	2	6
Alle Standorte in FB in %	0 %	0 %	2 %	24 %	74 %
Steiermark - Raster in %	0 %	8 %	15 %	34 %	43 %

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

Negative Auswirkungen einer Magnesium-Übersorgung 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 Feldbach lauten:

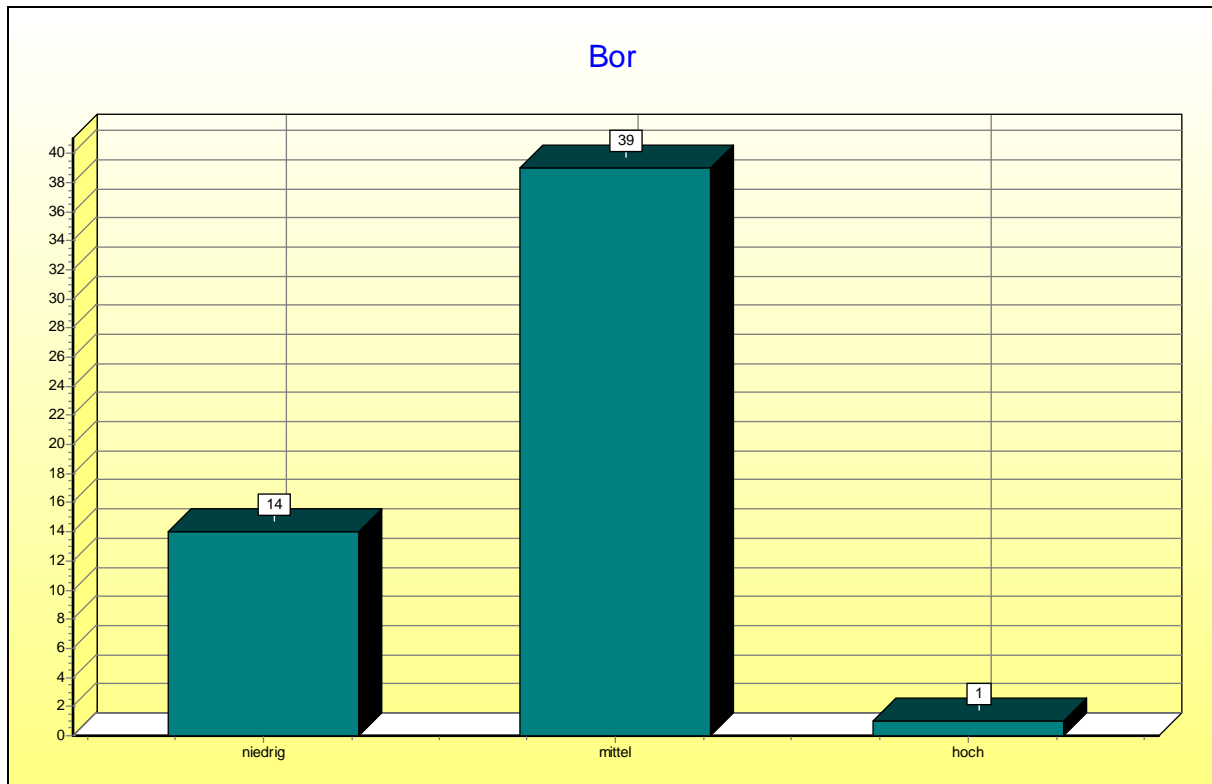
Anzahl Standorte

Borgehalt	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	2	10	0
Acker	12	22	0
Sonderkultur	0	7	1
Alle Standorte in FB in %	26 %	72 %	2 %
Steiermark - Raster in %	21 %	78 %	1 %

→ Die Verteilung der Untersuchungsergebnisse in den einzelnen Bewertungsklassen im Bezirk Feldbach ist gut mit dem Landesdurchschnitt vergleichbar.

Der sehr hohe Borgehalt im Boden der Pfirsichkultur **FBB 8** konnte nur im Wiederholungsjahr festgestellt werden. Offensichtlich wurde hier eine Bordüngung durchgeführt.

An Ackerstandorten mit sehr niedrigen Borgehalten 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 Feldbach lauten:

Anzahl Standorte

EDTA-Cu	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	12	0
Acker	0	34	0
Sonderkultur	0	5	3
Alle Standorte in FB in %	0 %	94 %	6 %
Steiermark - Raster in %	4 %	92 %	4 %

Anzahl Standorte

EDTA-Zn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	12	0
Acker	1	33	0
Sonderkultur	0	5	3
Alle Standorte in FB in %	2 %	93 %	6 %
Steiermark - Raster in %	0 %	94 %	6 %

Anzahl Standorte

EDTA-Mn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	12
Acker	0	3	31
Sonderkultur	0	1	7
Alle Standorte in FB in %	0 %	7 %	93 %
Steiermark - Raster in %	6 %	22 %	72 %

Anzahl Standorte

EDTA-Fe	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	6	6
Acker	0	7	27
Sonderkultur	0	2	6
Alle Standorte in FB in %	0 %	28 %	72 %
Steiermark - Raster in %	0 %	12 %	88 %

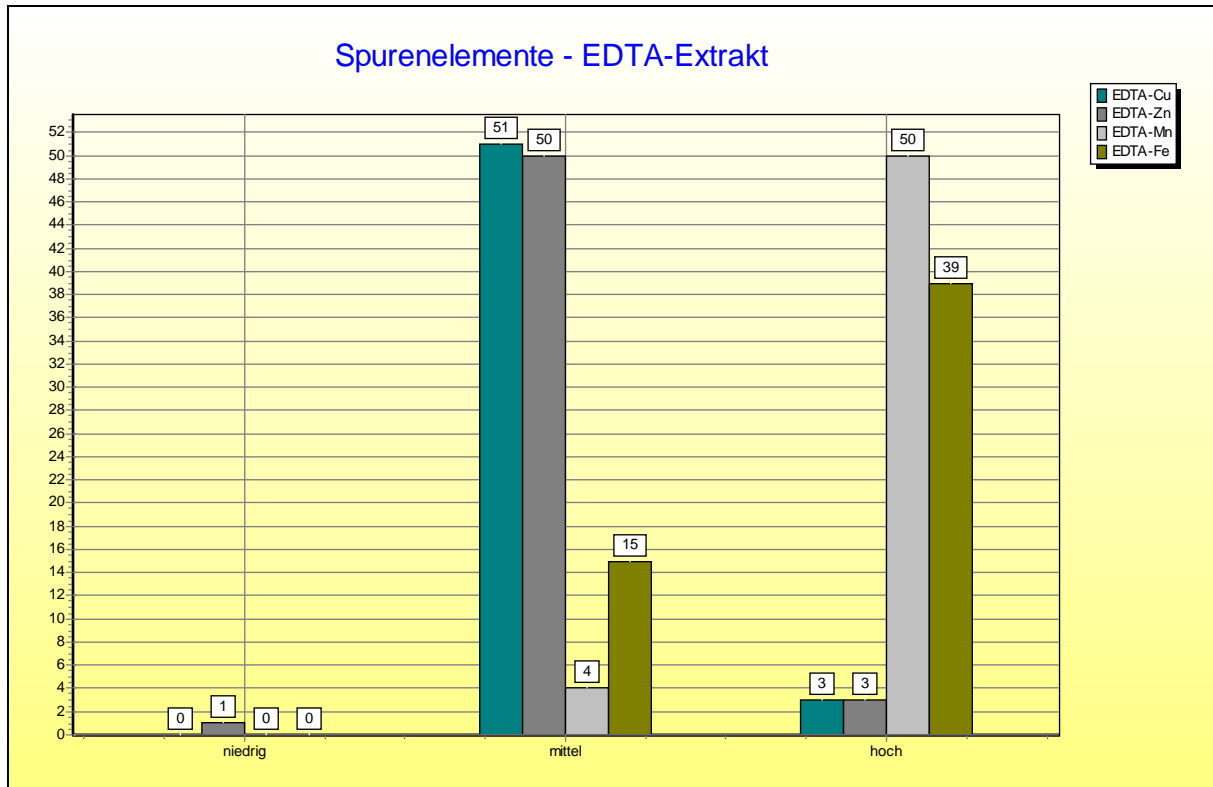
→ Die Spurenelementgehalte der im Bezirk Feldbach untersuchten Standorte stimmen im großen und ganzen gut mit den Ergebnissen der landesweiten Bodenzustandsinventur überein.

Die erhöhten Gehalte an EDTA-extrahierbarem **Kupfer** in den Sonderkulturen **FBB 4** (Obst), **FBB 8** (Pfirsich) und **FBX 5** (Wein) sind durch die jahrelange Verwendung von kupferhaltigen Spritzmitteln erklärbar.

In den Sonderkulturen **FBB 4** und **FBX 5** sind neben den Gehalten an pflanzenverfügbarem **Kupfer** auch jene des **Zink** leicht erhöht, was vermutlich auf Rückstände

aus der Pflanzenschutzmittelanwendung (Dithiocarbamate) zurückzuführen ist. Gleiches gilt für den Weinbaustandort **FBX 10**, wobei hier jedoch die Kupfergehalte im mittleren Bereich liegen.

Die Gehalte der beiden Spurenelemente **Mangan** und **Eisen** liegen - wie in der ganzen Steiermark üblich - im mittleren und hohen Versorgungsbereich, sodass a priori an keinem Standort ein Mangel zu erwarten ist. Probleme durch eine Überversorgung mit diesen beiden Spurennährstoffen sind nicht bekannt.



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

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

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 Feldbach weisen 74 % 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** ergaben die Untersuchungen im Bezirk Feldbach keinen Hinweis auf einen möglichen Magnesiummangel (Magnesiumwerte unter 10 % und gleichzeitig Kaliumwerte über 5 %).

Der Sonderkulturstandort **FBX 10** weist einen **Ca-Gehalt unter 300 mg/100g** auf. Da die Untersuchungsstelle aber zum Weinanbau und nicht als Obstkultur genutzt wird, 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 Feldbach lautet:

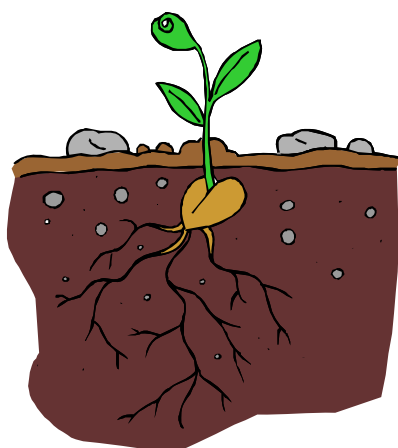
Anzahl der Standorte

Gehaltsklasse AKat	< 10 mval/100 g	10 - 25 mval/100 g	> 25 mval/100 g
Grünland	0	11	1
Acker	0	29	5
Sonderkultur	0	4	4
Alle Standorte in FB in %	0 %	81 %	19 %
Steiermark - Raster in %	24 %	65 %	11 %

Keiner der untersuchten Standorte liegt in der für die Nährstoffversorgung ungünstigen Bewertungsklasse einer Kationensumme unter 10 mval/100 g.

10 Untersuchungsstandorte sind sogar 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, sodass sich in leichten Böden das wasserlösliche Fluor oft deutlich nach unten verlagert.

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).

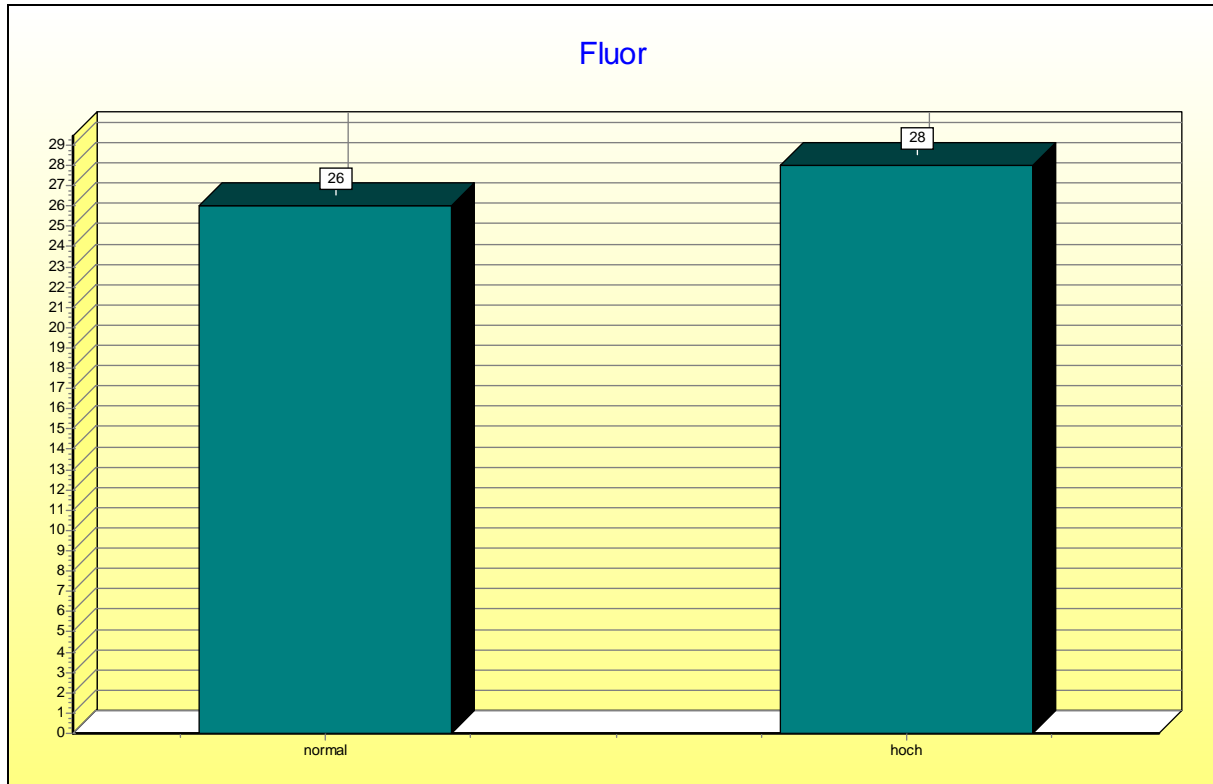
Untersuchungsergebnisse:

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

Fluor (wasserlöslich)	Anzahl Standorte	
	„normal“	„über 1,2 ppm“
Grünland	8	4
Acker	14	20
Sonderkultur	4	4
Alle Standorte in FB in %	48 %	52 %
Steiermark - Raster in %	77 %	23 %

→ Im Bezirk Feldbach findet man im Vergleich zu den bisherigen landesweiten Untersuchungsergebnissen auf Grund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung wesentlich häufiger erhöhte Fluorgehalte im Boden.

Die erhöhten Fluorwerte korrelieren mit Phosphor-überdüngten Böden nur teilweise, sodass angenommen werden muss, dass nur manche Düngemittel vermehrt Fluor als Verunreinigung beinhalten. In einer stichprobenartigen Testserie konnten in den Düngemitteln „Blaukorn“ und „TC Superphosphat“ rund 600 mg/kg wasserlösliches Fluor nachgewiesen werden.



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 die 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 (z. B. das Erkennen von Umwelteinflüssen und erhöhtem geogenen Background) 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 Feldbach:**

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

Richtwertüberschreitungen im Bezirk Feldbach:

Standorte mit Schwermetallgehalten über den jeweiligen Richtwerten:

Standort	Normalwert-Überschreitungen	Grenzwert-Überschreitungen
FBA 2		As
FBA 6	Cr, Ni	Ni
FBA 7		As
FBB 3		As
FBB 4	Cu, Cd	
FBB 8	Cu	Cu, As
FBB 9	Cu	As
FBB 11		As
FBC 1		As
FBC 7		As
FBD 1		As
VFA 4	Pb, As	As
VFA 5	Pb	Pb
VFA 6	Pb	As
FBX 5	Cu	As
FBX 9		As
FBX 11	Pb, Cd	Pb
FBX 12	Ni, Mo	Ni

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	14,00	11,80	13,40
Maximum	242,75	79,60	39,30
Mittelwert	33,38	27,45	25,90
Median - Feldbach	27,55	26,50	25,70
Median - Steiermark	25,40	24,70	26,10

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 50 ppm) findet man nur an den Standorten mit Sonderkulturen (Obst, Pfirsich, Wein) **FBB 4, 8 + 9**, und **FBX 5**.

Die erhöhten Cu-Gehalte an den Standorten sind auf die Verwendung von kupferhaltigen Spritzmitteln zurückzuführen, welche sich zum geogenen Grundgehalt addieren.

Am Standort **FBB 8** (Pfirsichanlage) wurde auch der gesetzliche Grenzwert von 100 ppm Kupfer im Oberboden überschritten.

Auf Grund dieser Grenzwertüberschreitung wurde am Standort gemäß § 3 der Bodenschutzprogramm-Verordnung auch eine Pfirsichprobe untersucht, wobei keine auffälligen Kupfergehalte festzustellen waren (siehe auch Seiten 65 ff.).

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	55,14	48,20	47,00
Maximum	118,80	108,60	108,70
Mittelwert	87,12	79,43	76,41
Median - Feldbach	89,01	80,10	77,00
Median - Steiermark	94,88	85,70	81,80

Es wurden keine **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 140 ppm) festgestellt.

Ebenso gibt es keine Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 300 ppm Zink.

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	10,25	4,50	5,30
Maximum	1.368,84	127,40	24,00
Mittelwert	43,98	16,30	12,69
Median - Feldbach	16,77	14,00	12,20
Median - Steiermark	24,15	19,30	14,20

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 30 ppm) finden wir an den Standorten des Tontaubenschießstandes Obergnas **VFA 4 - 6** (siehe Seiten 85 ff.) und am Grünlandstandort **FBX 11**.

An den Standorten **VFA 5** und **FBX 11** wurde auch der gesetzliche Grenzwert von 100 ppm Blei überschritten.

Die Grenzwertüberschreitung am Standort **FBX 11** wurde nur bei der Wiederholungsprobe 1999 festgestellt. Die Herkunft und Ursache der Schwankungen in den Proben der zwei untersuchten Jahrgänge ist derzeit noch nicht erklärbar.

Auf Grund der Grenzwertüberschreitungen wurden an den betreffenden Standorten gemäß § 3 der Bodenschutzprogramm-Verordnung auch Grasproben untersucht. Die Ergebnisse dieser Kontrollen werden auf den Seiten 65 ff. diskutiert.

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	28,65	25,30	23,60
Maximum	75,05	85,20	71,30
Mittelwert	46,07	45,09	45,33
Median - Feldbach	45,67	44,30	44,10
Median - Steiermark	40,92	41,55	42,20

Eine leichte **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 80 ppm) am Standort **FBA 6** im ersten Untersuchungsjahr (und im Horizont 20 - 50 cm) konnte bei der Folgeuntersuchung nicht verifiziert werden und ist somit vernachlässigbar. Der erhöhte Chromgehalt ist vermutlich rein geogen bedingt.

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

Nickel (Ni):

Allgemeines:

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

Untersuchungsergebnisse:

Nickel (Ni) Normalwert: 60 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	15,85	15,70	19,20
Maximum	72,60	70,60	70,80
Mittelwert	33,52	34,88	36,76
Median - Feldbach	33,42	33,65	34,80
Median - Steiermark	27,33	29,35	31,90

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 60 ppm) finden wir an den Standorten **FBA 6** und **FBX 12**.

Die leichten Nickelüberschreitungen in den beiden obersten Bodenhorizonten des Ackerstandortes **FBA 6** sind vermutlich hauptsächlich naturgegeben.

Die erhöhten Nickelgehalte am Standort **FBX 12** wurden nur im untersten untersuchten Bodenhorizont festgestellt und liegen knapp über dem Richtwert. Auch 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, wobei keine auffälligen Nickelgehalte festzustellen waren (siehe Seiten 65 ff.).

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	8,60	8,80	9,90
Maximum	23,15	25,40	22,60
Mittelwert	14,82	14,94	15,25
Median - Feldbach	14,68	14,95	15,70
Median - Steiermark	12,95	13,50	14,70

Es wurden keine **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 30 ppm) festgestellt.

Ebenso gibt es keine Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 50 ppm Kobalt.

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	0,22	0,29	0,26
Maximum	1,64	1,22	1,51
Mittelwert	0,65	0,60	0,58
Median - Feldbach	0,59	0,52	0,51
Median - Steiermark	0,80	0,69	0,62

Die leichte **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 1,5 ppm) am Standort **FBX 12** im zweiten Untersuchungsjahr (und im Horizont 20 - 50 cm) ist vermutlich rein geogen bedingt und vernachlässigbar.

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

Cadmium (Cd):

Allgemeines:

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

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

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

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

Untersuchungsergebnisse:

Cadmium (Cd) Normalwert: 0,30 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,08	0,04	0,02
Maximum	0,40	0,26	0,20
Mittelwert	0,17	0,11	0,08
Median - Feldbach	0,17	0,10	0,07
Median - Steiermark	0,24	0,16	0,09

Geringfügige **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 0,3 ppm) finden wir an den Standorten **FBB 4** und **FBX 11**.

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

Der Großteil der untersuchten Standorte im Bezirk Feldbach weist keine Cadmiumbelastungen auf und zeugt von der günstigen Umweltsituation der Region.

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	0,06	0,05	0,04
Maximum	0,17	0,23	0,16
Mittelwert	0,10	0,10	0,09
Median - Feldbach	0,10	0,10	0,09
Median - Steiermark	0,12	0,10	0,08

Es wurden keine **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 0,25 ppm) festgestellt.

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	5,70	4,50	4,10
Maximum	58,40	41,40	39,70
Mittelwert	14,91	15,71	15,79
Median - Feldbach	13,10	13,50	13,20
Median - Steiermark	11,45	11,65	12,00

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 40 ppm) findet man nur am Standort **VFA 4**. Auf Grund der Anreicherung des Schadstoffes in den oberen Bodenhorizonten ist eine anthropogene Herkunft (z. B. ehemalige Pestizidanwendung) denkbar.

Zudem wurden häufig leichte Überschreitungen des üblichen Richtwertes für Arsen von 20 ppm festgestellt.

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

Die Verteilung der Arsengehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist sehr gleichmäßig oder nach unten hin zunehmend, was die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls beweist. Die einzige Ausnahme bildet der bereits oben erwähnte Standort VFA 4.

Der Arsengehalt aller untersuchten Pflanzenproben ist so niedrig, dass er unter der analytischen Bestimmungsgrenze liegt (siehe Seiten 65 ff.).

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

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

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

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 Feldbach: **Schwermetallgehalte** in mg/kg TS.

Kennung	Pflanze	Cu	Pb	Ni	As
FBA 2 - 1995	Gerste - Korn				< 0,3
	Gerste - Stängel				< 0,3
FBA 6 - 1995	Kürbiskerne			2,01	
FBA 7 - 1995	Mais - Stängel				< 0,3
	Mais - Blatt				< 0,3
	Mais - Kolben				< 0,3
FBB 3 - 1995	Mais - Stängel				< 0,3
	Mais - Blatt				< 0,3
	Mais - Kolben				< 0,3
FBB 8 - 1995	Pfirsich	14,5			< 0,3
FBB 9 - 1995	Pfirsich				< 0,3
FBB 11 - 1995	Gras 1				< 0,3
	Gras 2				< 0,3
FBC 1 - 1995	Gras 1				< 0,3
	Gras 2				< 0,3
FBC 7 - 1995	Mais - Stängel				< 0,3
	Mais - Blatt				< 0,3
	Mais - Kolben				< 0,3
FBD 1 - 1997	Mais - Stängel				< 0,3
	Mais - Blatt				< 0,3
	Mais - Kolben				< 0,3
VFA 4 - 1999	Mais - Stängel				< 0,3
	Mais - Blatt				< 0,3
	Mais - Kolben				< 0,3
VFA 5 - 1999	Mais - Stängel		12,38		
	Mais - Blatt		0,45		
	Mais - Kolben		0,15		
VFA 6 - 1999	Mais - Stängel				< 0,3
	Mais - Blatt				< 0,3
	Mais - Kolben				< 0,3

Kennung	Pflanze	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
FBX 5 - 2002	Traube	11,9	4,7	< 0,10	< 0,10	1,03	< 0,05	< 0,05	< 0,01	0,01	< 0,3
FBX 9 - 2002	Gras 1	5,8	32,9	0,33	0,52	0,87	0,09	2,85	0,04	0,02	< 0,3
	Gras 2	5,7	27,2	0,32	1,14	2,83	0,06	3,61	0,04	0,01	< 0,3
FBX 11 - 2002	Gras 1	9,5	56,9	0,17	0,48	1,77	0,22	1,93	0,10	0,01	< 0,3
	Gras 2	5,3	20,3	0,27	0,80	0,68	< 0,05	1,22	0,01	0,01	< 0,3
FBX 12 - 2002	Gras 1	8,3	24,3	0,28	0,64	1,34	0,07	1,49	0,03	0,02	< 0,3
	Gras 2	6,0	29,3	0,59	0,90	2,04	< 0,05	3,60	0,02	0,01	< 0,3

Alle angegebenen Werte beziehen sich auf den Schwermetallgehalt in der Trockensubstanz.

Am Standort **FBB 8**, an welchem der **Kupfergehalt** im Boden über dem gesetzlichen Grenzwert liegt, konnten in der untersuchten Pfirsichprobe keine Auffälligkeiten gefunden werden.

Auf den erhöhten **Bleigehalt** in den Maisstängeln des Standortes **VFA 5** (Tontaubenschießstand) wird im Bericht auf den Seiten 85 - 86 gesondert eingegangen. Der Standort **FBX 11**, dessen Bleigehalt im Boden in einem Untersuchungsjahr über dem Grenzwert liegt, weist in den kontrollierten Grasproben völlig normale Werte auf.

Der leicht erhöhte **Chromgehalt** am Standort **FBX 9** wurde nur in einem der beiden untersuchten Grasschnitte festgestellt und dürfte - da auch der Nickel- und Molybdängehalt etwas höher liegt - aus einer Kontamination bei der Probenaufarbeitung stammen (Mühlenabrieb). Der festgestellte Wert ist belanglos.

Am Standort **FBA 6**, an welchem der **Nickelgehalt** im Boden über dem gesetzlichen Grenzwert liegt, konnten in der untersuchten Kürbiskernprobe keine Auffälligkeiten gefunden werden. Auch das Gras am Standort **FBX 12** weist trotz eines erhöhten Bodengehaltes normale Nickelwerte auf.

Beim Element **Kobalt** wird darauf hingewiesen, dass an den drei untersuchten Grünlandstandorten **FBX 9, 11** und **12** fallweise niedrigere Kobaltgehalte als 0,08 mg/kg im Gras festgestellt wurden. Dies kann bei der Verwendung als Alleinfuttermittel zu Mangelercheinungen führen.

Die häufig festgestellten erhöhten **Arsengehalte** im Boden sind im ostalpinen Bereich völlig normal. Der Richtwert von 20 ppm Arsen im Boden ist ungerechtfertigt niedrig. Da Arsen kaum pflanzenverfügbar ist, liegen die Schadstoffgehalte aller untersuchten Pflanzenproben unter der analytischen Bestimmungsgrenze.



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 Feldbach 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
FBA 2	83	73	< 10	< 10
FBB 4	133	145	~ 10	< 10
FBC 4	25	< 10	~ 11	< 10
FBX 2	57	57	80	29
FBX 12	15	< 10	26	< 10

< 10 Spuren kleiner als Nachweisgrenze

~ nicht sicher quantifizierbarer Wert zwischen Nachweis- und Bestimmungsgrenze

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 Feldbach relativ häufig DDT-Rückstände, fallweise auch in sehr hohen Konzentrationen (**FBA 2, FBB 4, FBX 2**).

Die Untersuchungsstandorte FBB 4 und FBX 2 sind Obstkulturen, FBA 2 und FBC 4 werden ackerbaulich genutzt und FBX 12 ist derzeit eine mehrschnittige Wiese und Weide, welche früher geackert wurde.

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. Besonders 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 Feldbach lauten:

PAH-Summe (Horizont 1)	Anzahl Standorte		
	Ubiquitäre Belastung	Erhöhte Belastung	Starke Belastung
Grünland	12	0	0
Acker	29	2	3
Sonderkultur	7	1	0
Alle Standorte in FB in %	89 %	6 %	6 %
Steiermark - Raster in %	93 %	5 %	2 %

→ Der prozentuelle Anteil der PAH - Belastung im Bezirk Feldbach stimmt im großen und ganzen mit dem Landesdurchschnitt überein.

Es wurden drei Ackerstandorte mit **starker Belastung** (PAH-Summe > 500 ppb) festgestellt: **FBA 6**, **VFA 6** und **FBX 3**.

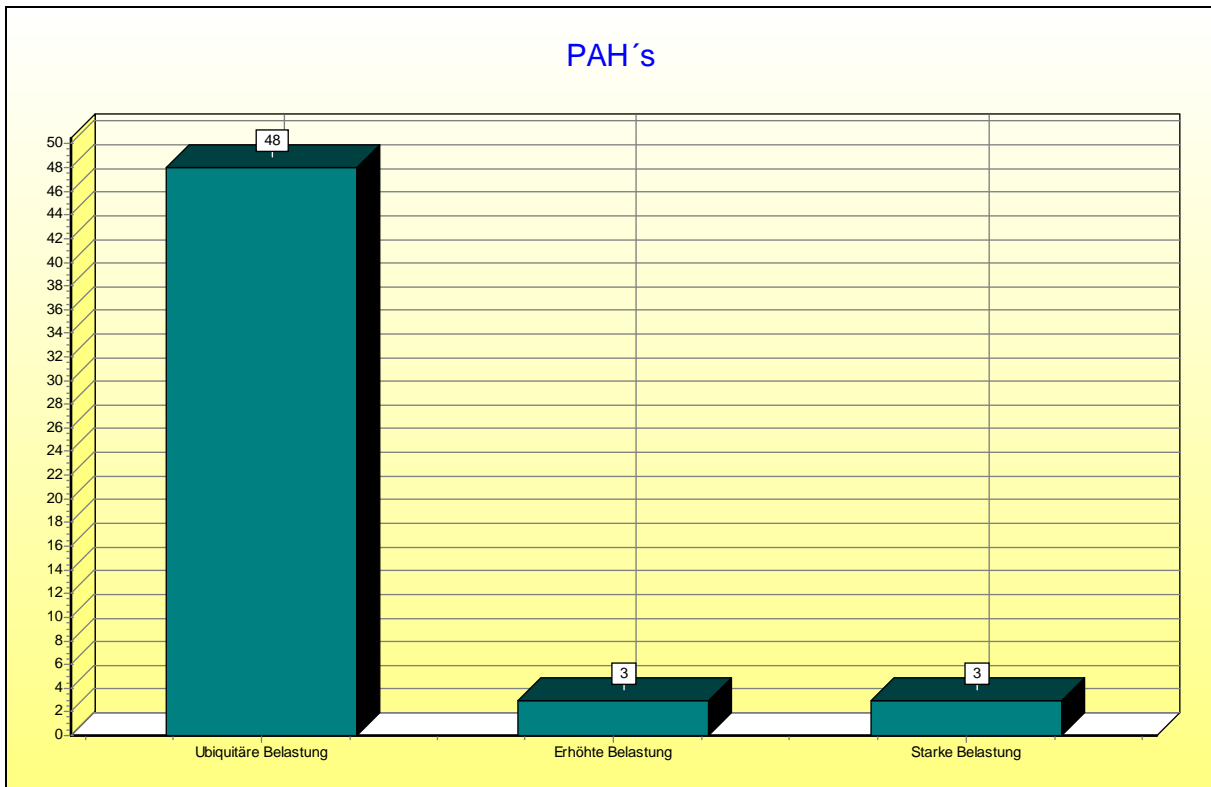
Am Tontaubenschießplatz **VFA 6** wurde eine der höchsten in der Steiermark gemessene PAH - Belastungen mit Gehalten über 20.000 ppb PAH-Summe festgestellt. Die Schadstoffe stammen aus den zerschossenen Wurfscheiben (siehe Seite 85 ff.). Die erhöhten Gehalte am Standort **FBA 6** könnten teilweise verkehrsbedingt sein.

Erhöhte PAH - Werte findet man auch an den drei Standorten **FBX 1 + 7** und **VFA 4**.

Die statistischen Richtwerte der im Bezirk Feldbach untersuchten Standorte lauten:

PAH-Summe in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1
Minimum	11,00
Maximum	21.922,00
Mittelwert	490,21
Median - Feldbach	40,20
Median - Steiermark	45,50

Der Mediangehalt der Böden im Bezirk Feldbach liegt im Bereich der landesweiten Rasteruntersuchungen. Der Mittelwert wird durch den Extremwert am Tontaubenschießplatz VFA 6 nach oben hin verfälscht.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des PAH-Gehaltes

Triazin - Rückstände:

Allgemeines:

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

Atrazin, Simazin, Cyanazin, Terbutylazin und Propazin.

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

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

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

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

Untersuchungsergebnisse:

Es wurden 33 Ackerstandorte im Bezirk Feldbach auf Triazin-Rückstände hin untersucht. Die Standorte mit den Kennungen FBA, FBB und FBC wurden vor Inkrafttreten des Atrazin-Anwendungsverbotes (5. 5. 1995) beprobt, sodass hier Rückstände bis 200 ppb Atrazin im Boden toleriert werden.

Erhöhte Atrazinrückstände im Boden von 250 ppb wurden 1994 am Standort **FBA 5** und 1993 am Standort **FBA 9** festgestellt.

Beide Grundstücksbesitzer wurden von Beratern der Landeskammer kontaktiert, über die Rechtslage informiert und verwarnt. Bei der Zehnjahreskontrolle 2003 waren die Atrazinrückstände am Standort **FBA 5** bereits unter die Nachweisgrenze gesunken.

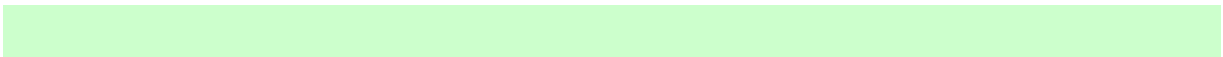
Am Ackerstandort **FBA 9** konnte der weitere Abbau der Schadstoffrückstände nicht weiter verfolgt werden, da der Besitzer bereits 1994 weitere Untersuchungen verbat.

Ab 1996 wurden Atrazinrückstände unter 50 ppb als Altlasten früherer Anwendungen interpretiert, welche im Lauf der Jahre langsam abnehmen. Mit Ausnahme des Standortes **VFA 6** (1997: 57 ppb Atrazin) waren alle untersuchten Böden unter dieser Toleranzgrenze. Ob am Standort VFA 6 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 auf 48 ppb gesunken.

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

FACHBEITRÄGE

- **Die Landwirtschaft im Bezirk Feldbach**
(Auszug aus dem Tätigkeitsbericht 2003 der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Feldbach)
- **Die Bodenbelastung im Bereich der Schießstätte Obergnas**
(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)



Die Landwirtschaft im Bezirk Feldbach

(Auszug aus dem Tätigkeitsbericht 2003
der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Feldbach)

Der Bezirk Feldbach ist sehr stark landwirtschaftlich geprägt. Die guten klimatischen Voraussetzungen bringen eine große Vielfalt an Kulturen wie Getreide, Mais, Raps, Obst, Wein, Gemüse hervor.

Die gesamtwirtschaftliche Situation ist jedoch von ungünstigeren Gegebenheiten (Randlage zu Ungarn und Slowenien, erhöhte Arbeitslosigkeit) gekennzeichnet. Die Entfernung zu Ballungszentren und Arbeitsplätzen bewirkt immer öfter ein Desinteresse an der Bewirtschaftung landwirtschaftlicher Betriebe (speziell bei kleineren Betrieben). Der Strukturwandel in der Landwirtschaft schreitet fort.

Land- und Forstwirtschaftliche Daten

Anzahl der land- und forstw. Betriebe	7.944 *	6.448 **
Beschäftigte in der Land- und Forstw.	8.115 **	
in % der Berufstätigen	23,5 #	
Anzahl der Bewirtschafter	4.946 (lt. MFA 2003)	
Katasterfläche	72.684 ha	
Landw. Nutzfläche	37.803 ha	
Wald	22.499 ha	
Ackerfläche	26.043 ha °	
Grünland	8.591 ha °	
davon Streuobstwiesen	1.302 ha °	
Weingartenfläche	497 ha (Ernteerhebung 2001)	
Intensivobstfläche	1.459 ha °	

Anm.:

* Lt. Land- und forstw. Betriebszählung 1990

** Lt. Land- und forstw. Betriebszählung 1999

Schätzung auf Grund von Arbeitsmarktziffern

° Bewirtschaftete Fläche der Betriebe lt. Mehrfachantrag 2003

Nutzung der landwirtschaftlichen Flächen im Bezirk (lt. MFA 2003):

Ackerland	26.043,26 ha
davon Körnermais	9.819,37 ha
CCM (Corn-Cob-Mix)	5.811,01 ha
Silomais	951,47 ha
Gerste	2.353,95 ha
Weizen	1.175,64 ha
Sonst. Getreide	471,33 ha
Stillegung SL-Grünbrache	1.555,74 ha
SL-Raps	88,14 ha
SL-Energieholz	10,66 ha
SL-Biogas	101,13 ha
Wechselwiese	644,21 ha
unbesch. Ölkürbis	1.860,14 ha
Ackerbohne	194,41 ha
Ölraps	32,43 ha
Öllein	48,60 ha
Saatgutvermehrung (Gräser)	112,31 ha
Gemüse	146,43 ha
sonst. Ackerflächen (Futterrüben, Kartoffel, Feldfutter, Erdbeeren, Tabak, Rebschulen, etc.)	666,29 ha
Grünland	8.591,84 ha
davon mehrmähdig	6.401,96 ha
einmähdig	239,92 ha
Streuobst	1.302,46 ha
Sonst. Grünlandfläche	647,50 ha
Intensivobst	1.459,89 ha
Weingärten	429,17 ha
Wald	22.499,00 ha

Viehbestand und vieherhaltende Betriebe:

(lt. amtlicher Viehzählung)

	1981	1991	1995	1999 (lt. MFA)	2003 (lt. MFA)
Pferde	349	528	774	606	659
Rinder	35.575	28.048	21.600	16.881	16.023
<i>Davon Kühe</i>	14.051	10.582	8.708	7.153	6.434
Schweine	213.431	258.145	294.930	286.042	262.099
Zuchtsauen	20.027	23.623	29.663	27.003	24.856
Geflügel	1.835.620	1.553.330	1.401.860	1.129.907	1.263.880
Schafe	987	2.589	3.202	3.593	3.955
Ziegen	400	558	731	643	574
Wild					582

Viehhaltende Betriebe:	1981	1991	1993	1995	2000	2003
Pferdehalter	189	225	254	262	200	207
Rinderhalter	5.146	3.542	2.993	2.648	1.876	1.646
Schweinehalter	7.542	5.956	5.567	5.102	3.169	2.511 *
Schafhalter	145	267	247	267	275	245
Ziegenhalter	219	274	264	253	191	137
Hühnerhalter	7.438	5.176	4.616	4.226	2.648	2.171
Wildhalter						37

* davon 146 Zuchtsauenhalter, 1.076 Mastschweinehalter, 1.049 Zucht- und Mastschweinehalter

Pflanzenbau**Witterungsverhältnisse:**

Auch im Jahre 2003 setzte sich die niederschlagsarme Witterung der letzten Jahre fort. Die anfangs relativ niedrigen Temperaturen und die geringe Winterfeuchte führten dazu, dass das Getreide erst spät zu wachsen begann. Im Zeitraum 01. 01. bis 30. 04. 2003 gab es nur 71 Liter/m² Niederschlag (Bereich Gniebing), davon 34 l im April und 29,5 l im Jänner. Auffallend ist der kleinräumig sehr unterschiedlich fallende Regen. Die Tage mit extrem hohen Temperaturen häuften sich gegenüber 2002.

Pflanzenschutz:

Hervorzuheben ist das Auftreten von Getreidehähnchen bei Sommer- aber auch Wintergetreide. Im Raps verstärktes Auftreten von Kohltriebrüssler, Rapsglanzkäfer sowie Rapsschotenmücke. Bei Weizen z.T. Ährenfusariosen.

Im Maisbau gab es Probleme mit der Wirksamkeit div. Herbizide – z. B. schlechte Hirsewirkung aufgrund der trockenen Witterung, Voraufmittel mit z. T. schlechter Wirkung. Im Zusammenhang mit den Biogasanlagen gab es bei spät reifenden Maisarten gute Erträge.

Allgemein wirkte sich die Trockenheit bei den Kulturen ertragsbeeinflussend auf.

Tätigkeitsbereiche im Pflanzenbau:

Bodenuntersuchungsaktion für Grünland- und Ackerbau, Flurbegehungen mit der Landeskammer, Betreuung der Ackerbau-Arbeitskreismitglieder, Nährstoffanfallsberechnungen bei Betrieben, Nährstoffbilanzierungen einzelner Betriebe.

Mitbetreuung der Pheromonfallen (Maiswurzelbohrer). Es wurden an der östlichen Bezirksgrenze Pheromonfallen aufgestellt - keine Funde.

Anbauübersicht: (Fläche in ha, Quelle Invekos)

Kulturart	1999	2002	2003
Ackerbohne	222	233	194
Getreide	4.622	4.080	4.000
Unbesch. Ölkürbis	1.281	1.579	1.860
SL-Raps	109	101	88
SL-Grünbrache	1.381	1.548	1.555
Raps	111	39	32
Tabak	20	21	22
Feldg. im Freiland	179	147	127
Mais	15.914	16.987	16.581

Biogasanlagen:

Mit der Anhebung der Einspeistarife für Strom aus erneuerbarer Energie, ist die Zahl der Biogasanlagen im Bezirk Feldbach auf acht Anlagen (bereits in Betrieb) angestiegen. Die durchschnittliche Kapazität je Anlage liegt bei ca. 500 MWh.

In Summe werden mit diesen acht Biogasanlagen ca. 23.800 MWh Strom pro Jahr erzeugt. Wenn man davon ausgeht, dass ein Haushalt im Durchschnitt ca. 4.000 kWh/Jahr an Strom verbraucht, werden mit diesen acht Biogasanlagen umgerechnet ca. 6.000 Haushalte pro Jahr mit Strom aus erneuerbarer Energie versorgt.

Tabakanbau:

Im Bezirk Feldbach wurden 2003 von 15 Tabakpflanzern Tabak auf einer Fläche von 22,40 ha angepflanzt.

Aufgrund des für den Tabakbau äußerst günstigen Witterungsverlauf konnte im vergangenen Jahr ein hervorragendes Ernteergebnis erzielt werden.

Neben den guten Erträgen konnte eine hervorragende Qualität erzielt werden (95 % Klasse 1 und 2; 5% Klasse 3).

Nach dem teilweise starken Blauschimmelaufreten von 2002 konnte 2003 nur in einigen Fällen Blauschimmel festgestellt werden, wodurch auch nur sehr geringe Ernteaufträge zu verzeichnen waren.

Die Tabakübernahme erfolgte für die gesamte Steiermark in Großwilfersdorf. An 10 Übernahmetagen wurde eine Gesamtmenge von rund 146 t Tabak übernommen.

Gemüsebau

Gemüseflächen in ha	1996	1998	2000	2002	2003
Folientunnelfläche Salat, Paradeiser, Paprika, Salatgurken und div. Gemüse	7,98	8,22	7,77	7,64	7,86
Feldgemüse im Freiland Kren, Käferbohnen, Chinakohl etc.	193,06	291,19	136,81	159,37	153,40
Heil- und Gewürzpflanzen	0,45	0,21	1,14	2,02	1,58

Das pflanzenschutzmäßig „ruhige“ Jahr 2003 war geprägt von der Einführung des AMA-Gütesiegels für Gemüse. Die Umsetzung der AMA-Produktionsbestimmungen bildete den Beratungsschwerpunkt. In Gruppen- und Einzelberatungen wurden die Betriebe auf die Kontrollen vorbereitet, so dass es nur zu unwesentlichen Beanstandungen der Kontrollstellen kam. Schwerpunkte der Gemüsebauberatung bilden neben der Umsetzung des Qualitätssicherungsprogramms AMA-Gütesiegel, Düngung, Bewässerung und Pflanzenschutz.

Paradeisanbau:

Der heiße Sommer 2003 bot ideale klimatische Bedingungen für den Paradeisanbau. Sowohl Erträge als auch Preise waren zufriedenstellend. Einzig die Wasserknappheit bereitete einigen Betrieben erhöhten Arbeits- und Kostenaufwand. Pilzliche Erkrankungen traten aufgrund des warmen, trockenen Klimas nur vereinzelt auf. Größere Ausfälle waren durch den Fraß des Baumwollkapselwurmes (*Helicoverpa armigera*) zu verzeichnen. Ab August trat der aus südlichen Ländern eingewanderte Baumwollkapselwurm an Paradeisern und Paprika auf.

Salatanbau:

Die Preise für Grazer Krauthäuptel waren zufriedenstellend. Teilweise traten Schäden durch „Gefrietrocknung“ auf. Butterhäuptel zeigte zum Teil Frostschäden. Am Preisverfall bei Vogerlsalat hat sich mit 4 € je kg nichts geändert. Chinakohl erzielte gute Qualitäten, die Preise waren sowohl ab Feld als auch ab Lager gut. Praxisversuche sollen neue Lagersorten hervorbringen.

Gurken- und Paprikaanbau:

Im Freiland trat bei Paprika heuer aufgrund des heißen Sommers verstärkt Sonnenbrand auf. Der Anbau von Gurken und Paprika verlagert sich immer mehr vom Freiland in den Folientunnel, da eine gleichmäßig gute Qualität im Freiland schwer zu erzielen ist.

Krenanbau:

Die Folierungsversuche bei Kren waren aufgrund des frühen Abbaus der Folie nicht so erfolgreich wie erhofft. Qualitätsmindernd wirkte sich ein *Rhizoctonia*-Befall aus. Diesbezügliche Beizversuche sind für das Jahr 2004 geplant.

Käferbohnenanbau:

Der Käferbohnenanbau geriet im Jahr 2003 unter arge Bedrängnis. Die Trockenheit und hohe Temperaturen führten zum Abfall der Blüten bei der Käferbohne und somit zu einem Ertragsausfall von bis zu 90 %.

Obstbau

Erdbeeren:

Anbauflächen gleichbleibend. Erträge und Qualitäten, nur wo entsprechende Bewässerungsmöglichkeiten vorhanden, zufriedenstellend. Preise über dem Vorjahresniveau. Im Bereich der Selbstpflücker blieben die Preise stabil.

Johannisbeeren:

Die Anbaufläche hat sich in den letzten Jahren auf über 60 ha erhöht. Der Flächenzuwachs wurde zur Gänze auf die Maschinenernte ausgerichtet. Die Preise für Normalware sind rückläufig. Vor allem die Erneuerung des polnischen Anbaues macht sich auf dem Markt deutlich bemerkbar.

Der Anbau von "BIO-WARE" ist nach wie vor preislich zufriedenstellend.

Pfirsich:

Trotz des frühen Vegetationsbeginnes und Spätfröste zur Blütezeit gab es vor allem bei der Hauptsorte Redhaven einen zufriedenstellenden Fruchtansatz. Die Erntemenge in der südlichen EU lag unter dem Vorjahr. Dies bewirkte eine deutliche Steigerung des Preisniveaus über die gesamte Saison. Leider führte die extreme Trockenheit in vielen Betrieben ohne Bewässerungsmöglichkeit zu starken Ertragseinbußen. Nur mehr bei einer entsprechenden Betriebsorganisation sowie Bewässerungsmöglichkeit werden zukünftig rentabel Pfirsiche produziert werden können. Als Sorte ist weiterhin nur Redhaven interessant.

Für die Direktvermarktung, welche noch kleine Nischen bietet, ist weiterhin eine breitere Sortenpalette sinnvoll. Ebenso hat sich die Nektarerzeugung zu einer interessanten Größe entwickelt.

Zwetschken:

Erntemengen ähnlich dem Vorjahr. Preise für qualitativ einwandfreie Ware über dem Vorjahresniveau und durchwegs zufriedenstellend.

Holunder:

Ein enorm guter Blütenansatz verbunden mit schönem Blühwetter lies gute Erträge erwarten. Leider führte die geringe Winterfeuchte sowie die extreme Sommertrockenheit in exponierten Lagen zum Vertrocknen der Dolden. Die Erntemenge belief sich auf 80 % des Vorjahres und kann als deutlich unter dem Durchschnitt bezeichnet werden. Der durchschnittliche Auszahlungspreis lag bei ca. € 0,50. Erneuerungen von Altbeständen sowie Flächenaufstockungen sind zu befürworten.

Birnen:

Das Ernteaufkommen war aufgrund der Spätfröste sortenweise sehr unterschiedlich. Die EU-Erntemenge lag ähnlich dem Vorjahr. Dies bewirkte eine positive Entwicklung bei den Preisen, sodass die Abrechnungen durchwegs zufriedenstellend waren.

Apfel:

Die Ernteerwartung für Tafeläpfel im EU-Raum lag um etwa 8 % unter dem Vorjahresniveau. In der Steiermark lag die Mengenreduktion bedingt durch Frostschäden (Frostzungen) sowie Trockenheit bei etwa 10%. Dies wirkte sich im Herbst positiv auf den Mengenabfluss aus. Die Abrechnungen der Ernte 2002 lagen unter dem Niveau 2001. Das Ernteaufkommen im Verarbeitungsbereich war mittel und die Preise bewegten sich zwischen € 0,05 - € 0,07/kg.

Weinbau

Zur Zeit bewirtschaften 677 Weinbauern eine Weinbaufläche von 445,95 ha.
Die bedeutendsten Rebsorten im Bezirk sind:

Welschriesling	92,50 ha	23,4 %	der Rebfläche
Weißburgunder	73,27 ha	18,2 %	“
Müller-Thurgau	63,52 ha	13,3 %	“
Sämling 88	25,41 ha	6,0 %	“
Goldburger	16,76 ha	3,4 %	“
Ruländer	8,36 ha	2,2 %	“
Traminer	6,23 ha	1,4 %	“
Blauer Zweigelt	65,58 ha	15,3 %	“
Blauburger	7,89 ha	1,1 %	“
Schilcher	6,57 ha	2,0 %	“

Tierhaltung

Gründungsversammlung der Rinderzucht Steiermark:

Diese fand am 28.11.2002 in Graz statt. Alle Rinderrassen mit Ausnahme der Holstein Friesian sind in der neuen Genossenschaft vertreten.

Seit 15.6.03 eigene Homepage unter www.rinderzucht-steiermark.at !

Tierkennzeichnung: Tierkennzeichnungsmeldungen

	2000	2001	2002	2003
Geburt	5.987	5.645	5.230	4.850
Zugang	3.817	3.811	3.913	3.926
Abgang	10.163	10.293	9.713	9.376
Verendung	241	290	324	314
Schlachtung	122	122	112	104
Gesamt	20.330	20.161	19.292	18.570

Betriebe nach Betriebsgrößen

	2000	2001	2002	2003
bis 5 Rinder	880	839	768	675
5 bis 10 Rinder	474	456	403	360
11 bis 20 Rinder	314	289	255	238
21 bis 50 Rinder	153	148	139	132
51 bis 100 Rinder	19	19	18	18
über 100 Rinder	2	2	3	4
Summe	1.842	1.753	1.586	1.427
Durchschnitt. Bestand pro Betrieb	9,21	9,25	9,59	10,03

Arbeitskreis Rindermast:

Die Arbeitskreisarbeit in der Rindermast erstreckt sich auf die gesamte Steiermark, wobei der Schwerpunkt im Süden und Südosten der Steiermark gelegen ist. Von den 30 steirischen Mitgliedsbetrieben sind 6 im Bezirk Feldbach angesiedelt.

Ziel des Arbeitskreises ist eine Verbesserung der Betriebssituation durch:

- ❖ Erfahrungsaustausch innerhalb des Arbeitskreises
- ❖ Datenaufzeichnung und Datenauswertung mit den beteiligten Betrieben
- ❖ Qualifizierung der Betriebe
- ❖ Verbesserungen im Betriebsmitteleinsatz und im Management

Schweinehaltung:

Im Lauf des Jahres hat sich die Marktsituation gebessert, der Basispreis hat teilweise die Produktionskosten nicht abgedeckt. Im Bezirk Feldbach überwiegt die kombinierte Schweinehaltung (Zuchtsauen mit anschließender Mast), der durchschnittliche Tierbestand je Betrieb beträgt 104 Stück. Damit ist die Schweinehaltung die wichtigste Einkommenssäule für die Landwirtschaft im Bezirk Feldbach.

Preisband Ferkelerzeugung	€ 1,45 bis € 2,25
Mastschweine	€ 0,87 bis € 1,36
Altsauen	€ 0,68 bis € 0,88

Die künstliche Besamung nimmt weiter zu, wodurch die Absatzmöglichkeiten für die Zuchtbetriebe weiter kleiner werden. Mit den drei Erzeugergemeinschaften in der Schweinehaltung (Ferkelring Feldbach, ISP Feldbach und Schweinemastring St. Stefan/R.) ist ein relativ guter Organisationsgrad gegeben.

Das Beratungsteam (SBS – Steirische Bildungsoffensive Schweine) am Tieberhof in Gleisdorf bringt über die Arbeitskreisberatung wertvolle Hilfestellungen für die einzelnen Betriebe.

Legehennenhaltung:

Auf den 160 Betrieben mit Legehennenhaltung werden 363.825 Legehennen gehalten. Die Bodenhaltung mit 82.188 Hennen und Auslaufhaltung auf 116 Betrieben mit 174.448 Hennen nimmt zu. Grund dafür ist, dass führende Lebensmittelketten in Österreich diese Produktionsform in ihre Produktpalette haben. Die Übernahmepreise für braunschalige Eier der Güteklasse A unsortiert sind in der folgenden Tabelle:

Gew. Klasse	Packstellenabgabepreise					
	99 (€)	00	01	02(ATS)	02 (€)	03
XL (73-79g)	1,74 0,0991	1,15	1,23	1,18	0,0861	
L (63-72g)	1,42 0,0899	1,10	1,08	1,12	0,0816	
M ((53-62g)	0,32 0,0805	1,00	0,95	1,01	0,0736	
S (45-52g)	1,16 0,0717	0,70	0,85	0,86	0,0630	

Großgeflügel: Es werden 240 Gänse, 500 Truthühner und 2.590 Enten gehalten.

Mastgeflügel:

Im Bezirk werden 1,400.000 Masthühner gehalten. Durchschnittlich werden 6 Umtriebe erreicht, das ergibt eine Jahresproduktion von 8,4 Mill. Stück. Der Preis für 1. Qualität betrug während des ganzen Jahres €0,71 + 12% = €0,79 pro kg.

Fischzucht:

Durch die Trockenheit konnten einzelne Teiche nicht befüllt werden, die Fische haben jedoch die Hitze (bis zu 30°C) gut vertragen. Der Gesamtzuwachs fiel geringer aus und daher konnte im Herbst die gesamte Produktion verkauft werden. Der bisherige Preis von €2,10 konnte gehalten werden und der Importpreis von €1,55 hat den Frischmarkt nicht belastet. Betriebe mit Direktvermarktung konnten durch das Angebot von Zucht- und Sportfischen und dem Verkauf entsprechend (küchenfertige Produkte) eine Wertschöpfung bis zu €3,- erzielen. Für die Wirtschaftlichkeit der heimischen Fischproduktion ist die Investitionsförderung und das ÖPUL-Programm sehr vorteilhaft. Durch die Verteilung der Produktion auf das ganze Jahr können die höheren Niederschläge im Winter besser ausgenutzt werden.

Imkerei:

In den 10 Bienenzuchtvereinen sind 207 Imker organisiert. Diese halten etwa 3.040 Bienenvölker (durchschnittl. 16 Völker pro Betrieb). Durch die ideale Witterung (bis Ende Juli) war die Honigernte mit 40 kg pro Volk die höchste Ernte der letzten 25 Jahre. Beim Verkauf des Honigs in kleinen Mengen kann die Preisobergrenze von €7,- bis €8,- pro kg Honig nicht überschritten werden.

Die Varroamilben sind wieder aufgetreten und wurden mit genauer Anwendung der Ameisensäure und mittels Oxalsäure-Verdampfer bekämpft. Trotzdem sind in einzelnen Betrieben Ausfälle aufgetreten.

Die Verbesserung der Bienenweide konnte durch Gründüngungspflanzen, Sonnenblumen und Kürbis sowie anderen Kulturen erreicht werden. Um die Befruchtungsergebnisse bei Kürbis und Johannisbeeren zu verbessern, stellen Imker Völker gegen einen Umkostenbeitrag auf die Felder zu. Jene Imker, die durch Kurse und Werbung ihren Absatz verstärken konnten, sehen in der Imkerei auch einen fixen landwirtschaftlichen Betriebszweig. Jungimker werden von den örtlichen Vereinen mit einem Gratisbienenstock begrüßt. Zur Information der Jugend über die Bienenhaltung wurden Schulklassen zu den Imkereibetrieben eingeladen.

Schafhaltung:

Im Zuge der extensiven Grünlandnutzung haben sich in unserem Bezirk etwa 70 Betriebe in einer Dimension zur Schafhaltung entschlossen, die auch agrarpolitisch (Förderung der Mutterschafhaltung) unterstützt wird. Diese Bestände stabilisieren sich derzeit. Darüber hinaus gibt es eine Vielzahl von kleinen Hobbyschafhaltern mit geringen Stückzahlen. Überwiegend wird Fleischschafhaltung betrieben. Punktuell beschäftigen sich auch Betriebe mit Milchschaftaltung und der angeschlossenen Direktvermarktung von Schafmilchprodukten.

Ziegenhaltung:

Die Ziegenhaltung beschränkt sich auf wenige Spezialbetriebe mit Kitzfleischproduktion.

Pferdezucht:

Die Pferdezucht ist in der Steiermark über den Steirischen Landespferdezuchtverband als Genossenschaft organisiert. Dieser führt in enger Zusammenarbeit mit der Tierzucht-Abteilung der Landeskammer (Personalunion) die züchterischen Argente für die Hauptpferderassen durch. Regional werden die Züchter vom Pferdezuchtverein Feldbach, als Teilorganisation des Landespferdezuchtverbandes, für die Rassen Haflinger und Noriker betreut. Die Rassen Warmblut und Isländer sind durch eigene Vereine im Landespferdezuchtverband vertreten.

Wildtierhaltung:

Im Bezirk Feldbach bestehen derzeit 80 behördlich bewilligte Wildgatter auf 74 Betrieben mit folgender Verteilung:

Wildtier	Gehege	Tiere	Fläche in ha
Mufflon	3	29	3,8
Strauße	5	220	6,0
Rotwild	8	114	30,7
Damwild	61	827	126
Schwarzwild	3	15	7,4
Summe:	80	1.205	173,9

Betriebsberatung

Die Beratungstätigkeit war neben der individuellen einzelbetrieblichen Beratung zu einem großen Teil durch die Abwicklung der Investitionsförderung geprägt. Die Förderungsrichtlinien haben im Vergleich zur Vergangenheit nur kleine Änderungen erfahren, sodass kein zusätzlicher Informationsaufwand entstanden ist. Die Anzahl der Stallbauten geht zurück, jedoch steigt die Größenordnung der Maßnahmen stark an.

Der Beratungsaufwand über die nachbarschaftsrechtlichen Erfordernisse nimmt stark zu.

Diesbezüglich wird von unserer Bezirkskammer die gesamte Ost- und Weststeiermark fachlich und rechtlich betreut.

Im Jahr 2003 wurden von den Betriebsberatern 223 Förderansuchen abgewickelt. Weitere Arbeitsschwerpunkte waren die Abwicklung und Beratung im Bereich der Mehrfachanträge Flächen. Neben der Übernahme der Mehrfachanträge im Frühjahr wurden im Herbst wieder Voranmeldungen für das Umweltprogramm eingeholt, welche sich überwiegend auf Naturschutzmaßnahmen bezogen haben.

Ein weiterer Schwerpunkt war die Information der Landwirte über die „Regeln guter landw. Praxis“, insbesondere die Stickstoffbilanzierung für die intensiv tierhaltenden Betriebe.

Die Bodenbelastung im Bereich der Schießstätte Obergnas

(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)

Die Schießanlage in Obergnas ist seit etwa 35 Jahren in Betrieb. In Schussrichtung befindet sich ein ebener Acker, welcher derzeit landwirtschaftlich zur Maisproduktion genutzt wird.

Es wurden drei Untersuchungsstellen eingerichtet:

- VFA 4: Kontrollpunkt seitlich abseits der Schießanlage
- VFA 5: 130 m von der Wurfanlage entfernt
- VFA 6: 50 m von der Wurfanlage entfernt

Untersuchungsergebnisse:

Überschreitungen der Normalwerte findet man bei den Elementen:

VFA 4:	Pb, As
VFA 5:	Pb
VFA 6:	Pb

Die festgestellten Überschreitungen des Normalwertes für **Blei** im Boden der Standorte **VFA 4** und **6** (Kontrollpunkt und 50 m - Punkt) sind minimal. Die Belastungen befinden sich nur im Oberboden und sind auf die ubiquitäre Umweltbelastung zurückzuführen.

Am Standort **VFA 5** (130 m Entfernung zur Wurfanlage) jedoch geht die Hauptmenge des verschossenen Bleischrots nieder. Hier kommt es zu massiven Anreicherungen des Schadstoffes im Oberboden (0-20 cm). Auch in der Bodenschicht 20-50 cm ist der **Bleigehalt** auf Grund der Ackerung des Standortes noch erhöht. Erst im Unterboden (50-70 cm) findet man den ursprünglichen, natürlichen Gehalt wieder. Die Bleigehalte im Oberboden sind etwa 100 mal höher!

Der am Kontrollstandort **VFA 4** festgestellte erhöhte Gehalt an **Arsen** ist noch ungeklärter Herkunft. Er könnte aber, da es sich um eine offenbar anthropogen verursachte Anreicherung im Oberboden handelt, aus einer früheren Anwendung eines Schädlingsbekämpfungsmittels stammen. Auch der erhöhte Gehalt an PAH's an diesem Standort ist nicht mit dem Schießbetrieb in Zusammenhang zu bringen.

Die Hauptmenge der über die Tontaubenscherben eingebrachten **PAH's** landet am Standort **VFA 6** in etwa 50 m Entfernung zum Wurfstand. Es werden ähnlich extrem hohe Gehalte, wie bei der Schießanlage in Gamlitz festgestellt.

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

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

Schadstoff	VFA 6 (50 m)	VFA 5 (130 m)	VFA 4 (Kontrolle)	Normalwert
Kupfer (Cu)	36,4	33,9	34,7	50
Zink (Zn)	118,8	103,9	106,4	140
Blei (Pb)	37,2	1.368,8	31,6	30
Chrom (Cr)	63,2	56,1	58,2	80
Nickel (Ni)	49,0	44,0	44,3	60
Kobalt (Co)	19,3	17,0	19,1	30
Molybdän (Mo)	0,41	0,37	0,56	1,5
Cadmium (Cd)	0,22	0,20	0,23	0,30
Quecksilber (Hg)	0,15	0,13	0,15	0,25
Arsen (As)	25,0	19,6	58,4	40
Summe PAH	23.535	101	389	200

Man erkennt sehr deutlich den enormen Schadstoffeintrag durch den Schießbetrieb.

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

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes findet man bei den Elementen:

VFA 4: As
 VFA 5: Pb
 VFA 6: As

Der gesetzlichen Vorgabe entsprechend wurden daher **Pflanzenproben** gezogen und auf jene Schadstoffe, wo es zu Überschreitungen kommt untersucht.

An allen drei Standorten wurden Maispflanzen untersucht, wobei jeweils drei Pflanzenteile (Stängel, Hüllblätter und Kolben) getrennt analysiert wurden.

Mit Ausnahme des **Bleigehaltes** im Maisstängel des Standortes **VFA 5** liegen alle untersuchten Schwermetalle in den als „normal“ anzusehenden Gehaltsbereichen.

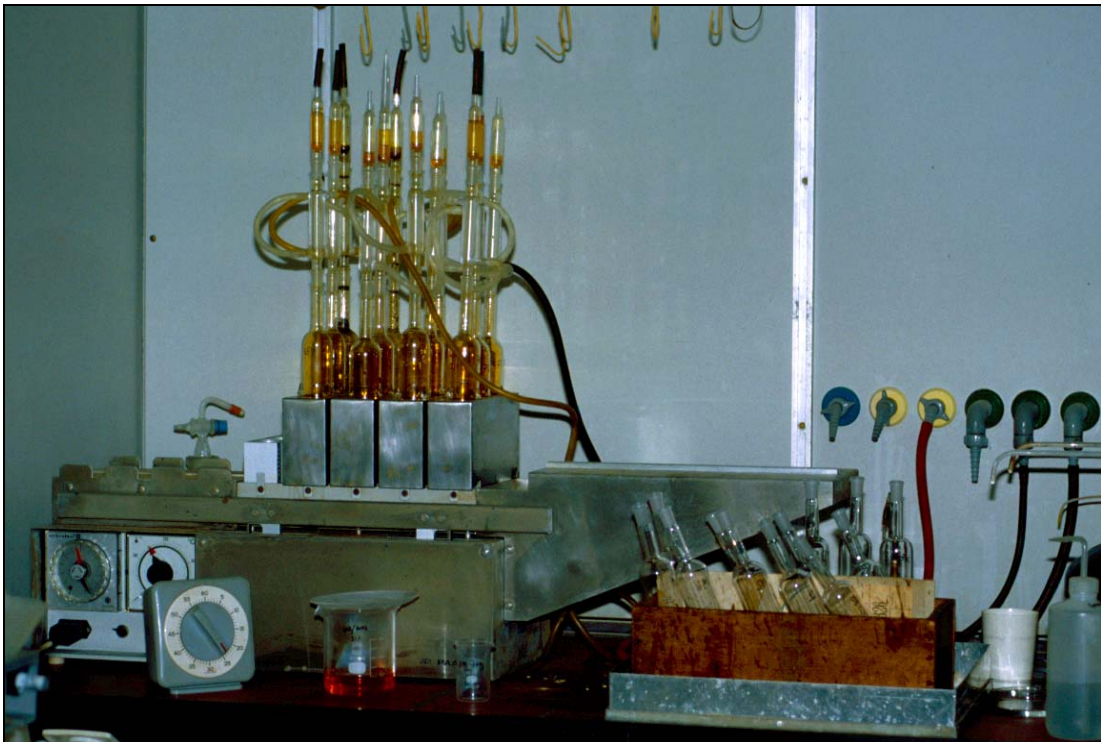
Der erhöhte Bleigehalt (12,38 mg/kg in der Trockensubstanz) dürfte auf Schrotreste im Maisstängel zurückzuführen sein. Der für Pflanzen „normale“ Gehaltsbereich für Blei beträgt 0,1-6 mg/kg in der Trockensubstanz.

Da der Schießbetrieb auch während der Zeit aufrecht ist, wenn der Mais voll ausgewachsen ist (dies war an den Maispflanzen am Standort VFA 5 deutlich zu erkennen), besteht die Möglichkeit, dass Bleischrot direkt über das Futtermittel Mais in den Lebensmittelkreislauf gelangt.

Eine zeitliche Beschränkung des Schießbetriebes, oder eine Änderung der landwirtschaftlichen Nutzung erscheint hier dringend notwendig.



Kalkbestimmung nach Scheibler



Königswasser-Auflschluss für die Schwermetallbestimmung

Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse aller 56 im Bezirk Feldbach 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 Kirchbach (KB 46), Feldbach (KB 87) und Fehring (KB 103); herausgegeben vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft; 1978, 1982 und 1985.

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 - 2003.

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

