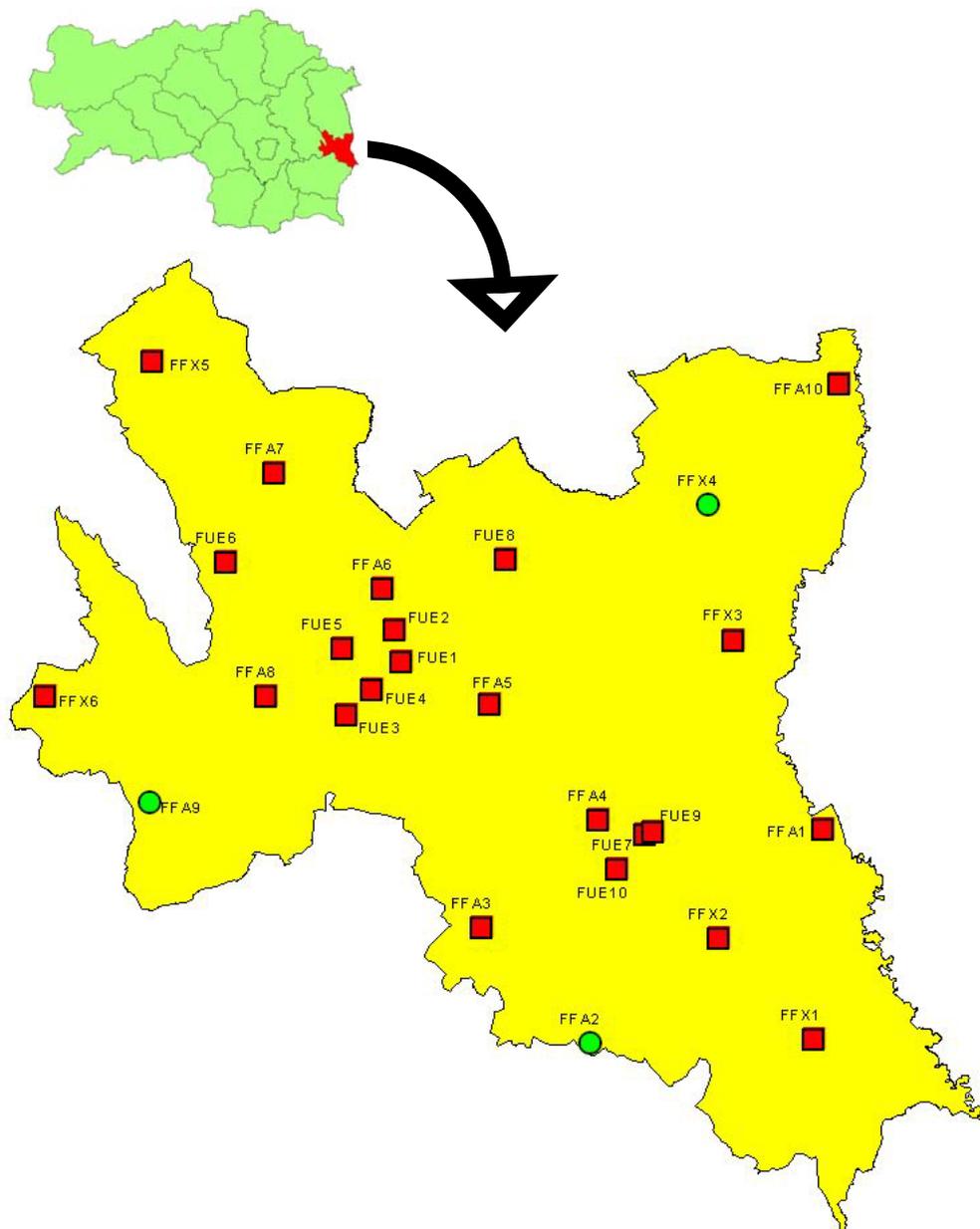


Bodenzustandsinventur Bezirk Fürstenfeld

Bodenschutz-
bericht

2005





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 vier Jahren wurde über jene steirischen Bezirke, in denen die Bodenzustandsinventur bereits abgeschlossen ist, berichtet (Radkersburg, Leibnitz, Deutschlandsberg und Feldbach).

Der vorliegende Bodenschutzbericht 2005 präsentiert die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Fürstenfeld und diskutiert in bewährter Weise die gegebene Nährstoffversorgungs- und Schadstoffbelastungssituation der landwirtschaftlich genutzten Böden.

Diese umfangreiche Erfassung des Bodenzustandes in der Steiermark gibt uns die Möglichkeit Maßnahmen zur nachhaltigen Sicherung unserer Lebensgrundlage Boden zu treffen. Zudem bilden die Ergebnisse der Untersuchungen eine fundierte Basis für die Überwachung etwaiger Bodenveränderungen.

Johann Seitingner

Landesrat für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft, Wohnbau und Nachhaltigkeit.

Inhaltsangabe

	Seite
<u>Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Fürstenfeld</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	67
Die chlorierten Kohlenwasserstoffe HCB, Lindan + DDT	67
Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe	69
Triazin - Rückstände	72
Die Landwirtschaft im Bezirk Fürstenfeld (Auszug aus dem Tätigkeitsbericht der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Fürstenfeld)	73
Untersuchungsergebnisse	76
Erläuterung der Abkürzungen	77
Literatur	78
Impressum	79

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Fürstenfeld:

Ziel und Durchführung der Untersuchungen:

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

Um diesem Auftrag gerecht zu werden, wurden vom Referat Boden- und Pflanzenanalytik des Landwirtschaftlichen Versuchszentrums in den Jahren 1986 - 1999 **26 Untersuchungsstandorte im Bezirk Fürstenfeld** eingerichtet und die Böden auf die vom Gesetz geforderte Vielzahl von Parametern (allgemeine Bodenparameter, Nähr- und Schadstoffe) untersucht.

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

Untersuchungsergebnisse:

Allgemeine Bodenparameter:

Der **Humusgehalt** der im Bezirk Fürstenfeld untersuchten 26 Böden ist an sieben Ackerstandorten zu niedrig, sodass hier pflanzenbauliche und landtechnische Maßnahmen zur Humusvermehrung zu treffen sind.

Der **pH-Wert** oder **Säuregrad** im Bezirk Fürstenfeld ist an etwa drei Viertel der untersuchten Böden zu niedrig. Ursache der Bodenversauerungen ist das kalkarme Ausgangsmaterial der Böden. Alle untersuchten Standorte liegen im weitestgehend kalkfreien Bereich von 0 - 0,5 % **Kalkgehalt** im Boden. Um einen ausreichend hohen Säuregrad im Boden zu erreichen bzw. zu erhalten sind daher gelegentliche Kalkungen notwendig.

Nährstoffe, Spurenelemente und das wasserlösliche Fluor:

Phosphor und **Kalium**: Die Phosphorversorgung der Böden Fürstenfelds entspricht dem üblichen Landesdurchschnitt. Dabei ist eher ein Phosphormangel als ein Überschuss festzustellen.

Beim Kalium findet man häufiger überdüngte Böden; rund ein Viertel der kontrollierten Ackerflächen liegt in der „hohen“ bzw. „sehr hohen“ Versorgungsstufe.

Zur Korrektur sind Düngegaben exakt auf den jeweiligen Nährstoffbedarf der Pflanzen abzustimmen. 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 Düngungsmaßnahmen nur entsprechend einer fachkundigen Bodenuntersuchung und laut Düngeplan (z. B. der Düngeberatungsstelle der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft) durchzuführen.

Magnesium: Vergleichbar mit den landesweiten Rasteruntersuchungen liegt der Großteil der im Bezirk Fürstenfeld 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 sechs 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 Fürstenfelder Böden beim Kupfer und Zink zum überwiegenden Teil im mittleren und bei Mangan und Eisen im hohen Versorgungsbereich.

Einen erhöhten Bodengehalt an pflanzenverfügbarem Kupfer findet man nur am Ackerstandort FFX 2, der auch schon durch Phosphor- und Kaliumüberdüngung aufgefallen ist.

Die austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium:

Die meisten der im Bezirk Fürstenfeld untersuchten Standorte liegen im für die Nährstoffversorgung günstigen Gehaltsbereich über 10 mval/100g Summe an austauschbaren Basen (siehe Seite 46). Probleme in der Nährstoffbilanzierung lassen sich leicht durch eine Anhebung des pH-Wertes (Kalkung) in Verbindung mit optimierten Düngegaben korrigieren.

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 Fürstenfeld findet man im Vergleich zu den landesweiten Untersuchungsergebnissen auf Grund der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung etwa doppelt so häufig erhöhte Fluorgehalte im Boden (42 % der Untersuchungsstandorte). Einträge über Industrieemissionen sind in der Untersuchungsregion auszuschließen. Schädigungen an Pflanzen sind derzeit in der Steiermark auch bei Standorten mit sehr hohem Anteil an wasserlöslichem Fluor nicht bekannt.

Schwermetalle:

Im Bezirk Fürstenfeld ist fast ausschließlich 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 kein Problem darstellen.

Organische Schadstoffe:

HCB - Rückstände wurden nur am Ackerstandort FUE 1 nachgewiesen. Der Standort wurde in den Untersuchungsjahren 1986/87 und 1996 zum Mais- und Getreideanbau genutzt. Da sich HCB-Rückstände in Kürbiskernen anreichern können, wird an diesem Standort von einem Kürbisanbau abgeraten.

An vier Standorten (FUE 5, 6 + 8 und FFA 1) wurden Rückstände des chlorierten Kohlenwasserstoffes **DDT** festgestellt. Eine Gefährdung besteht nach bisherigem Wissensstand nicht, da der im Boden festgestellte Schadstoff immobil und nicht pflanzenverfügbar ist.

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 Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung (10-Jahreskontrollen) der belasteten Standorte.

Belastungen mit **polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen** sind ein Hinweis auf Schadstoffeinträge aus Verbrennungsprozessen. Im Bezirk Fürstenfeld sind die Bodengehalte für diese Schadstoffe generell sehr niedrig. Sie liegen an allen untersuchten Standorten im normalen Bereich ubiquitärer Belastung.

Die Ergebnisse der Rückstandsuntersuchungen auf Triazinherbizide (Unkrautvernichtungsmittel) im Boden der ackerbaulich genutzten Standorte ergab beim Wirkstoff **Atrazin** in den ersten Untersuchungsjahren 1990 - 1992 fallweise Grund zur Beanstandung. Seit 1993 sind die Bodengehalte stark rückläufig und bei den Rückstandskontrollen in den letzten Jahren war Atrazin kaum mehr nachzuweisen.

Das weitere Vorgehen

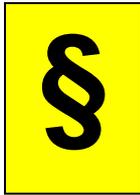
Die in diesem Bericht präsentierte Bodenzustandsinventur des Bezirkes Fürstenfeld ist ein wichtiger Schritt in der Erweiterung unserer Kenntnisse über den Boden. Erst über das Wissen bestehender Belastungen und die generelle Belastbarkeit von Böden ist es möglich, geeignete Maßnahmen zur Erhaltung der Bodenfruchtbarkeit und für einen umfassenden Schutz unserer Lebensgrundlage Boden treffen zu können.

Der nächste Schritt im Sinne eines nachhaltigen Bodenschutzes ist die **Bodendauerbeobachtung**, welche in Form von Kontrollen im Zehn-Jahresabstand in der Steiermark bereits 1996 begonnen worden ist.

Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Fürstenfeld

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 Fürstenfeld** wurde 1986/1987 mit der Einrichtung von 10 Untersuchungsstandorten nach bodenkundlichen und umweltthematischen Kriterien begonnen und 1991/1992 das Untersuchungsnetz im 4 x 4 km Rastersystem um 10 zusätzliche Kontrollpunkte erweitert. 1999/2000 wurde mit der Untersuchung von 6 weiteren, verdichtenden Standorten das Untersuchungsnetz komplettiert.

Teile der Untersuchungsergebnisse wurden in den Bodenschutzberichten der vergangenen Jahre schon präsentiert - so auch die ersten Ergebnisse der Zehn-Jahreskontrollen an den Standorten FUE 1-10 (Bodenschutzbericht 2000).

Der vorliegende Bodenschutzbericht fasst die Ergebnisse aller durchgeführten Untersuchungen - in welche nun auch die bislang nicht diskutierten Ergebnisse der letzten 6 Verdichtungsstandorte mit einfließen - zusammen und stellt so ein umfassendes Bild der Bodenzustandsinventur des Bezirkes Fürstenfeld 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 Fürstenfeld ergaben sich 19 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 auf Waldböden fallen, ausgesondert und es ergab sich eine Soll - Anzahl von **10 Rasterstandorten**, welche es von der Bodenzustandsinventur zu erfassen galt.

Die Bodenprobennahmen an diesen 10 Untersuchungsstellen wurden 1991 begonnen und im Jahre 1992 (Wiederholungsprobennahmen) abgeschlossen.

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 weitere **16 Nichtrasterstandorte** untersucht.

In Summe wurden somit im Bezirk Fürstenfeld 26 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 26 Untersuchungsstandorten im Bezirk Fürstenfeld **105 Bodenproben** untersucht.

Geländearbeit:

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

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



Bezeichnung der 26 Untersuchungsstandorte:

Erst- probennahme	Standortbezeichnung	Anzahl der Standorte
1986	FUE 1-10	10
1991	FFA 1-10	10*
1999	FFX 1-6	6

* Rasterstandorte

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

Standortnutzung

Flächenhafte Verteilung der Nutzungsformen im Bezirk Fürstenfeld:

Bodenfläche nach Nutzung in ha:

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen	Gesamtfläche**
1981	15.038,28	9.915,01	1.428,79	26.382,08
1991	14.587,65	10.001,44	1.798,83	26.387,92
2000	14.454,25	9.984,58	1.949,09	26.387,92

* inkl. Gärten und Weingärten

** Flächenänderungen vermessungstechnisch bedingt.

Bodenfläche nach Nutzung (% - Anteil):

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen
1981	57,0	37,6	5,4
1991	55,3	37,9	6,8
2000	54,8	37,8	7,4
Steiermark gesamt (2000)	27,1	56,8	16,1

* inkl. Gärten und Weingärten

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

Grob gesprochen werden etwas mehr als die Hälfte der Bezirksfläche von Fürstenfeld landwirtschaftlich und rund ein Drittel forstwirtschaftlich genutzt. Steiermarkweit gesehen ist die Verteilung der Nutzungsformen beinahe umgekehrt.

Im Bezirk herrscht eine kleinbäuerliche Betriebsstruktur vor. Die durchschnittliche Betriebsgröße beträgt 12 ha (Agrarstrukturerhebung 1999, Statistik Austria).

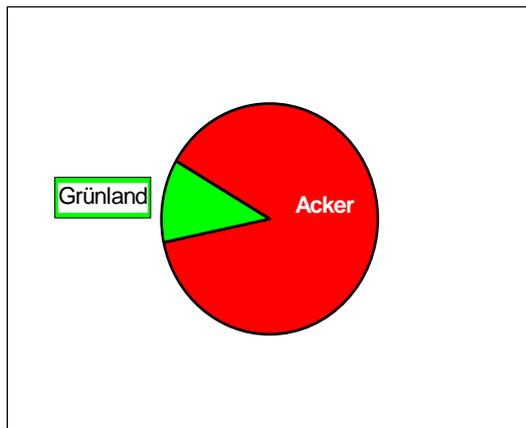
Die Böden der Terrassen und des Hügellandes sind zu zwei Drittel Ackerland, zu einem Drittel Grünland. Die Flächen des Talbodens werden - da die Böden meist entwässert worden sind - bis zu 80 % als Ackerland (fast ausschließlich Mais) genutzt.

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.

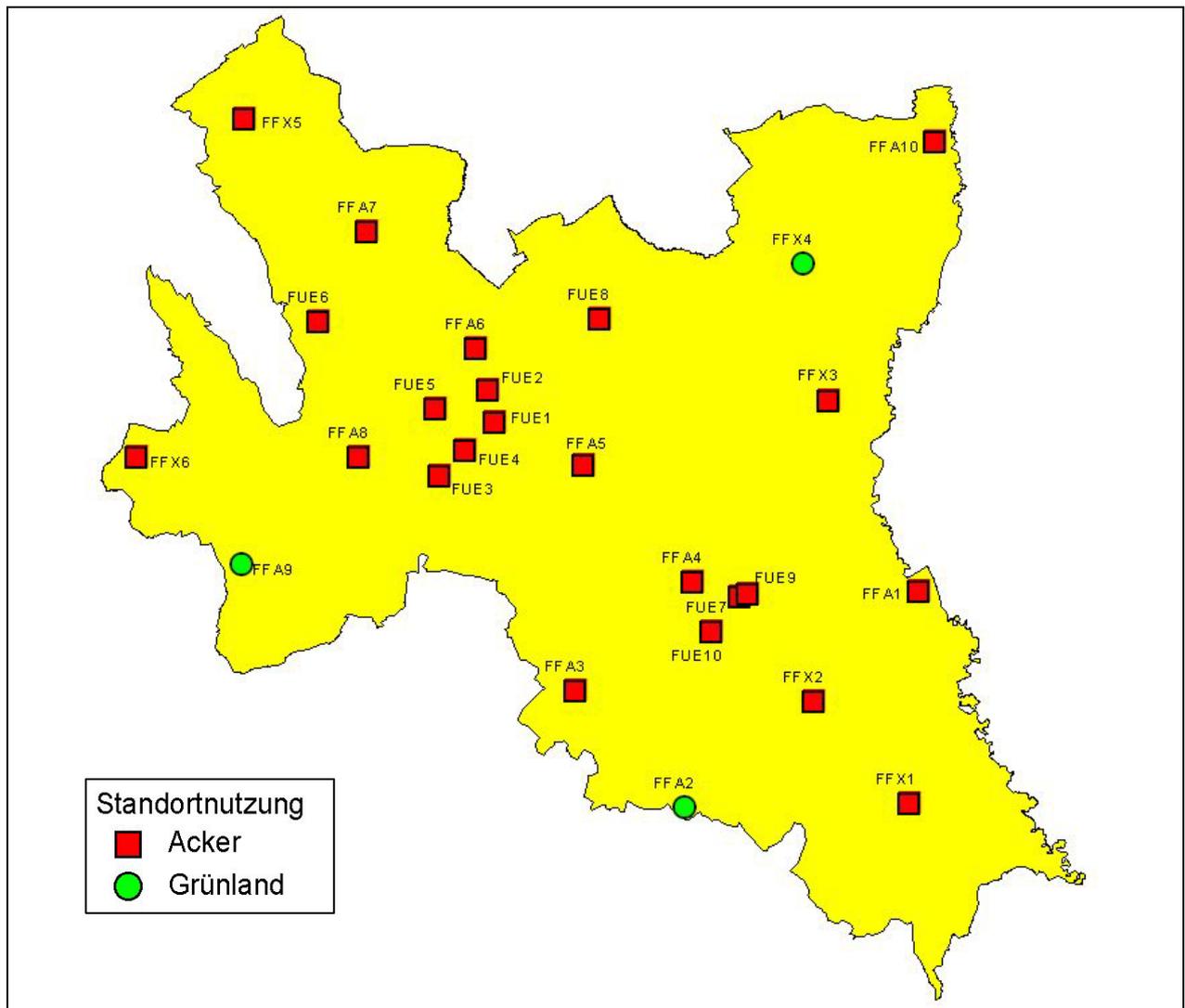
Auf klimatisch besonders begünstigten Hängen und auf den Böden aus vulkanischem Verwitterungsmaterial wird Weinbau betrieben.

Die landwirtschaftliche Nutzung an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes:



23 Ackerstandorte
3 Grünlandstandorte

88 % der Untersuchungsstandorte im Bezirk Fürstenfeld werden ackerbaulich und 3 % als Grünland genutzt.



Die Lage der Untersuchungsstandorte im Bezirk Fürstenfeld

3. Geologie

Der heutige Bezirk Fürstenfeld 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, wobei riesige Schildvulkane entstanden. 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 wir sie westlich von Fürstenfeld finden. Die vulkanischen Sedimente gliedern sich heute nahtlos in das Hügelland ein.

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.

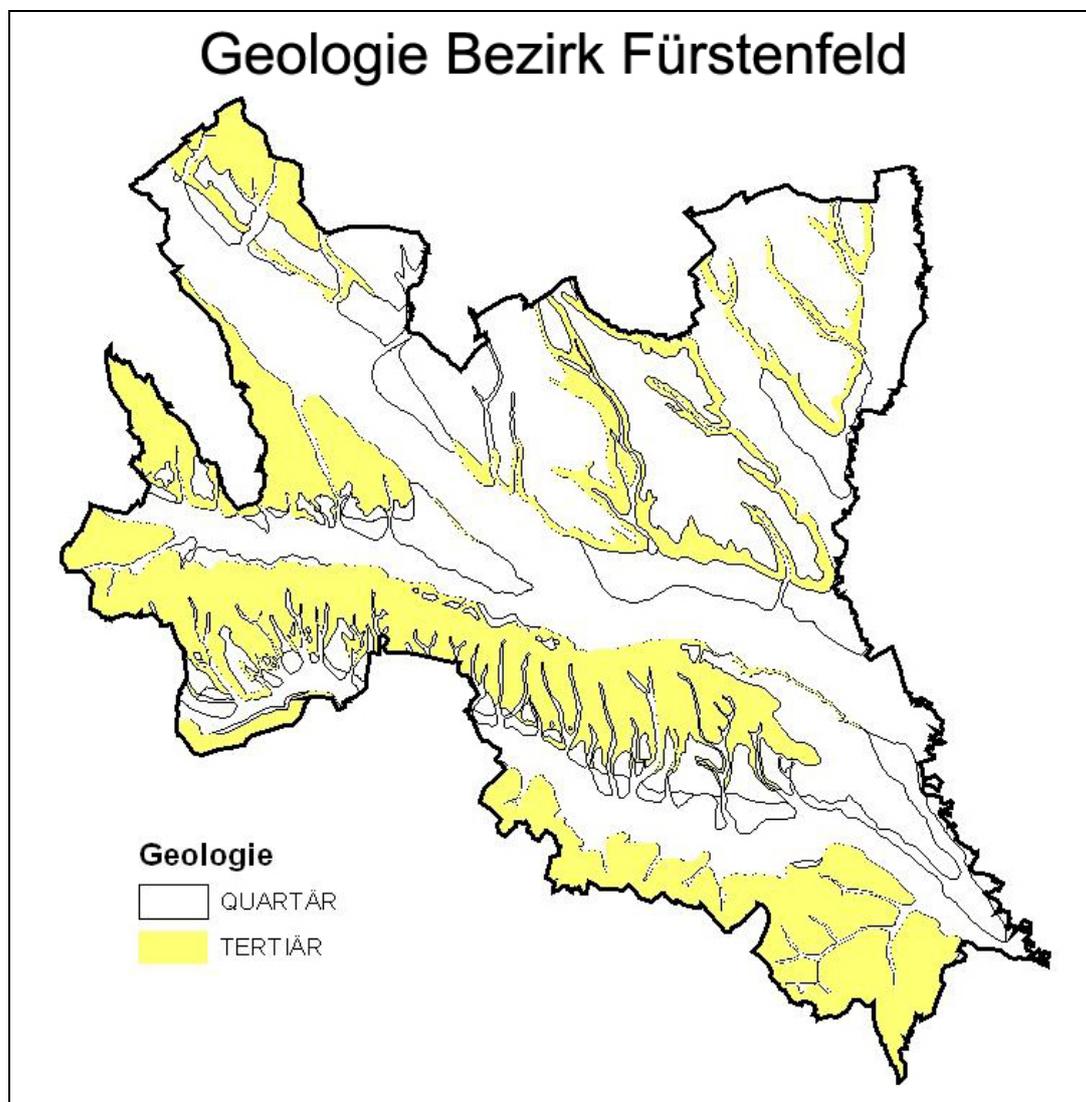
Während der Warmzeiten ging die Aufschüttung durch die Flüsse stark zurück, weil die üppige Vegetation der Bodenerosion entgegen wirkte. Dafür gruben sich die Wasserläufe tief ein und es entstanden entlang der Flussläufe Terrassen, welche entsprechend den vier Eiszeiten Günz-, Mindel-, Riß- oder Würm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

- Die Talböden.
- Die lehmbedeckten Terrassen des Quartär.
- Das Tertiäre Hügelland.

Quelle: Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Fürstenfeld (KB 134); 1990.



Karte: GIS

Die geologischen Großräume im Bezirk Fürstentfeld:

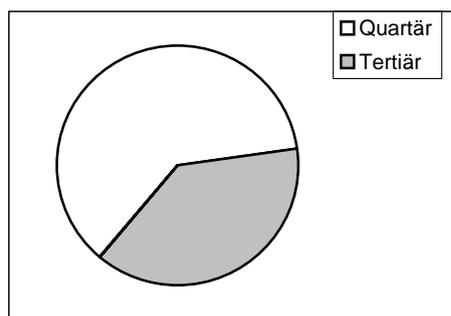
Quartär: In diesen Bereich fallen jene geologischen Ereignisse, welche sich in den letzten 1,8 Millionen Jahren ereignet haben. Im wesentlichen handelt es sich um die Veränderungen der Erdoberfläche durch die 4 Eiszeiten Günz, Mindel, Riß und Würm, sowie um Ablagerungen und Veränderungen aus jüngster 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 26 Standorte des Bodenschutzprogrammes hinsichtlich der geologischen Großräume:

Geologischer Großraum	Standortbezeichnung	Anzahl Standorte
Quartär	FUE 1, 2, 3, 4 + 8 FFA 1, 3, 5, 6, 7, 8 + 10 FFX 2, 3, 4 + 5	16
Tertiär	FUE 5, 6, 7, 9 + 10 FFA 2, 4 + 9 FBX 1 + 6	10



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 Fürstfeld findet man folgende Bodentypen:

Anmoore:

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

Im Bereich von Quellaustritten findet man fallweise kleinräumige Hangniedermoore.

Auböden:

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

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

Gleye:

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

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

Man unterscheidet Typische Gleye, Extreme Gleye und Hanggleye.

Rendsinen und Ranker:

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

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

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

Braunerden:

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

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

Pseudogleye:

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

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

Man unterscheidet Typische und Extreme Pseudogleye, Stagnogleye und Hangpseudogleye.

Reliktböden:

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

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

Atypische Böden:

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

Gestörte Böden (Rest-, Kulturroh- und Rigolböden)

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

Quelle: Niederösterreichische Bodenzustandsinventur 1994.

Bodentypen in den einzelnen Landschaftsräumen des Bezirkes Fürstenfeld:**Die Talböden:**

Dieser Landschaftsraum umfasst hauptsächlich Au- und Gleyböden. Das Ausgangsmaterial ist letzt- oder nacheiszeitliches Schwemmmaterial, welches gegen die Talbodenränder hin zusehends schwerer wird. Ebenfalls zum Landschaftsraum der Talböden gehören die flachen Schwemmfächer in den großen Tälern.

Die eiszeitlichen Quartärterrassen:

In diesem Landschaftsraum der lehmbedeckten Terrassen dominieren pseudo-vergleyte Böden, die sich vor allem durch die Tiefe des Staukörpers unterscheiden.

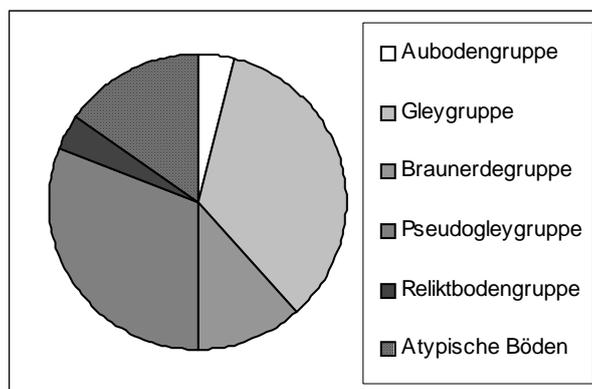
Das tertiäre Hügelland:

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. Westlich von Fürstenfeld tritt kleinflächig auch vulkanisches Material (Tuff) für die Bodenbildung in Erscheinung.

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

Bodentypen	ha	%	Standorte im Bodenschutzprogramm	
			Bezeichnung	Anzahl
Moorböden (Anmoor)	89	0,63	---	---
Aubodengruppe	1.766	12,47	FUE 1	1
Gleygruppe	4.250	30,00	FUE 2 + 3 FFA 1, 2, 3, 5, 8 + 10 FFX 3	9
Rendsinen und Ranker	94	0,66	---	---
Braunerdegruppe	1.807	12,76	FUE 9 FFA 9 FFX 2	3
Pseudogleygruppe	5.245	37,03	FUE 4, 5 + 8 FFA 4, 6 + 7 FFX 4 + 5	8
Reliktbodengruppe	---	---	FUE 10	1
Atypische Böden	914	6,45	FUE 6 + 7 FFX 1 + 6	4
Summe:	14.165	100 %		26

Die von der Bodenkartierung bearbeitete Fläche von 14.165 ha entspricht der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Bezirkes zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Erfassung.



Verteilung der untersuchten Standorte

Quelle: Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung - Kartierungsbereich Fürstenfeld (KB 134); 1990.

5. Bodenbildendes Ausgangsmaterial

Nach der bundesweiten Empfehlung zur Vereinheitlichung der Vorgangsweise bei Bodenzustandsinventuren werden Böden folgenden bodenbildenden Ausgangsmaterialien zugeordnet:

Vulkanite

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

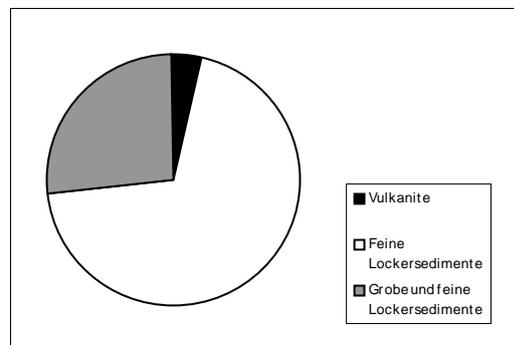
Feine Lockersedimente

Grobe und feine Lockersedimente gemischt

Die Verteilung des bodenbildenden Ausgangsmaterials im Bezirk Fürstenfeld:

Ausgangsmaterial	Standorte	Anzahl
Feine Lockersedimente	alle übrigen Standorte	18
Feine und grobe Lockersedimente	FUE 5 + 6, FFA 5, FFX 2, 3, 5 + 6	7
Vulkanite (Tuff)	FUE 10	1

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°

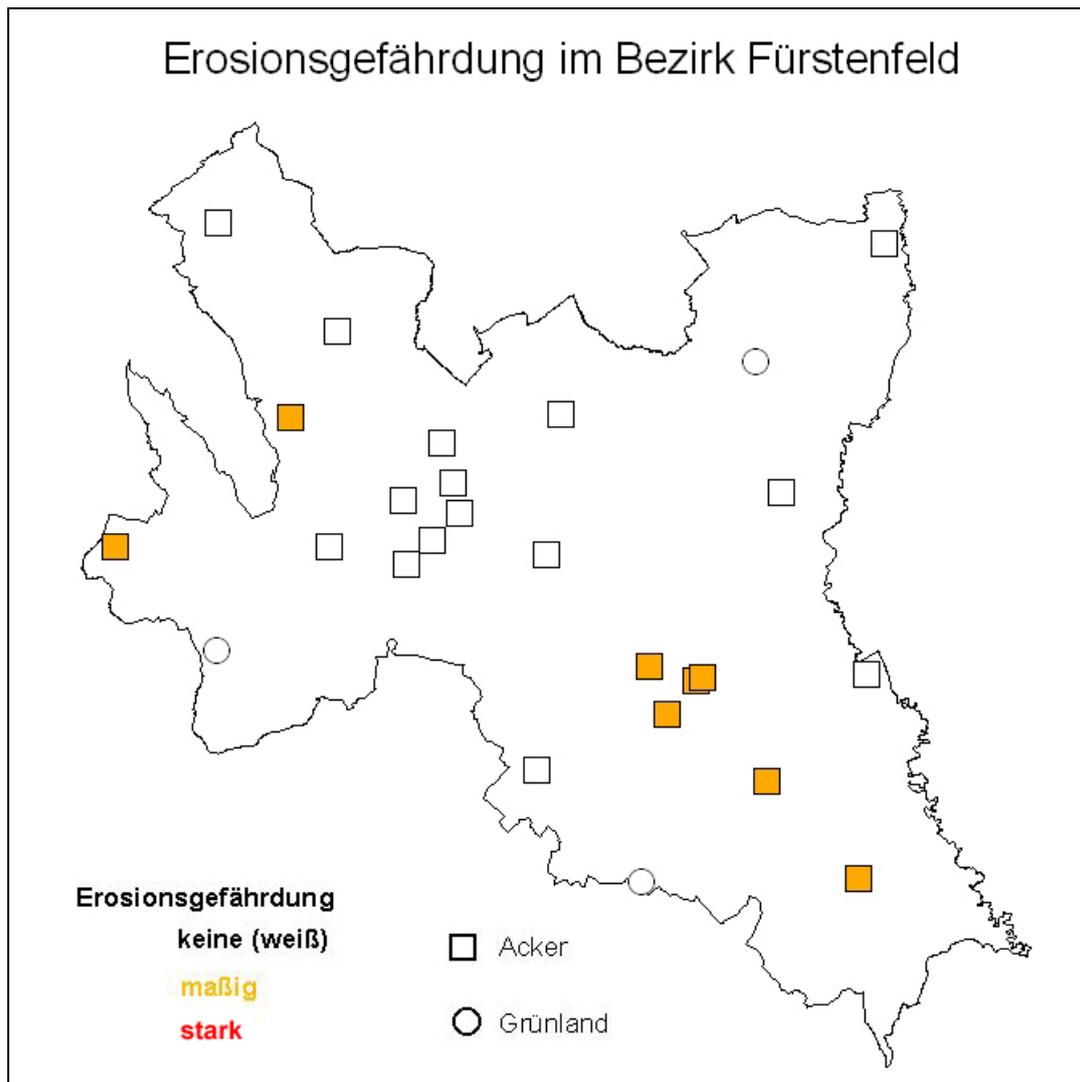
Von den 26 Untersuchungsstellen des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Fürstentfeld sind folgende 8 Ackerstandorte **mäßig** stark erosionsgefährdet:

FFA 4, FFX 1, 2 + 6 und FUE 6, 7, 9 + 10.

An den übrigen 18 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Erosion.

Auf Grund der geringen Neigung der Untersuchungsstellen im Bezirk gibt es keine Standorte mit **starker** Erosionsgefährdung.

Die Erosionsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Fürstenfeld:



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.

Fruchtfolgen mit hohem Bedeckungsgrad sind ebenfalls geeignet.

Auch die Anlage von Dauergrünland, die Stilllegung und die Aufforstung stellen in extremen Hanglagen Lösungsansätze dar.

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 einerseits die Kulturpflanzen ausreichend mit Nährstoffen versorgt werden und andererseits das Bodenleben gefördert wird. Dadurch werden günstige Voraussetzungen zur Erhaltung der Bodengare geschaffen (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):

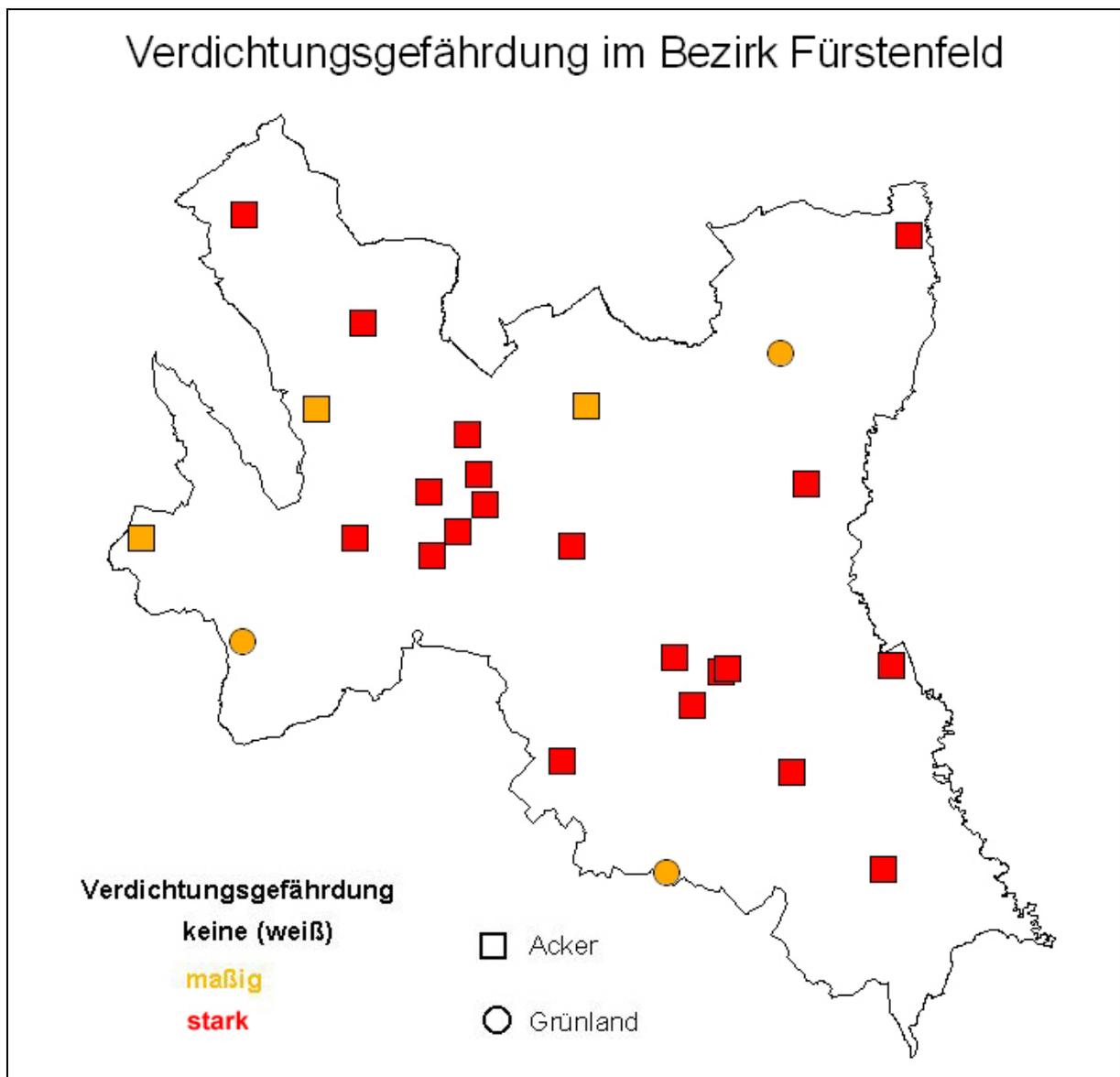
Gefahr von Bodenverdichtung:	stark	mäßig	keine
Acker	mittlere und schwere Böden	leichte Böden	---
Grünland	---	mittlere und schwere Böden	leichte Böden
Sonderkulturen	---	alle	---

Von den 23 Ackerstandorten des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Fürstenfeld sind 20 Böden **stark** verdichtungsgefährdet! Nur drei der ackerbaulich genutzten Untersuchungsstellen sind - da es sich um leichte Böden handelt - als **mäßig** gefährdet einzustufen.

An den 3 Grünlandstandorten **FFA 2 + 8** und **FFX 4** besteht ebenfalls eine **mäßige** Gefahr von Bodenverdichtung.

Da im Bezirk Fürstenfeld alle Untersuchungsstandorte verdichtungsgefährdet sind, ist eine sorgsame und standortsangepasste Bodenbewirtschaftung besonders wichtig.

Die Verdichtungsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Fürstenfeld:



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.bodenschutz.steiermark.at



Das umfassende Informationsangebot beinhaltet unter anderem alle Untersuchungsdaten, welche ausgehend von einer Übersichtskarte 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 Übersichtskarte 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 polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe prinzipiell nur im Oberboden erfolgt und der jeweilige Unterboden nur bei Auffälligkeiten im Gehalt der Krume 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 Fürstenfeld.

Durchschnittsgehalte im Oberboden:

Parameter	Einheit	Mediangehalte (Bez. Fürstenfeld)	Mediangehalte (Raster Steiermark)
Sand	%	25,50	34,00
Schluff	%	54,00	48,00
Ton	%	20,00	17,00
Humus	%	2,40	5,40
P2O5	mg/100g	6,75	5,50
K2O	mg/100g	17,25	17,50
pH-Wert	---	5,40	5,35
CaCO ₃ > 0	%	0,20	0,10
CaKat	mg/100g	210,91	242,75
MgKat	mg/100g	25,25	24,08
KKat	mg/100g	13,75	12,65
NaKat	mg/100g	1,04	1,15
Mg	mg/100g	18,25	16,00
Bor	mg/kg	0,30	0,30
EDTA-Cu	mg/kg	4,38	5,00
EDTA-Zn	mg/kg	4,03	6,57
EDTA-Mn	mg/kg	256,00	282,75
EDTA-Fe	mg/kg	410,75	516,00
Fluor	mg/kg	1,18	0,51
Cu	mg/kg	23,98	25,40
Zn	mg/kg	64,75	94,88
Pb	mg/kg	18,90	24,15
Cr	mg/kg	39,33	40,92
Ni	mg/kg	24,80	27,33
Co	mg/kg	15,13	12,95
Mo	mg/kg	0,48	0,80
Cd	mg/kg	0,20	0,24
Hg	mg/kg	0,09	0,12
As	mg/kg	9,85	11,45
PAH-Summe	µg/kg	31,25	45,50
DDT > 15	µg/kg	21,00	31,50

Aus dem **Vergleich der Durchschnittsgehalte** der Steiermark mit jenen der Böden im Bezirk Fürstenfeld 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 Fürstenfeld bedingt einen niedrigeren Durchschnittsgehalt an **Humus** und einen erhöhten Mediangehalt bei dem durch Düngungsmaßnahmen beeinflussten Parameter **Fluor**.

Allgemeine Bodenparameter und Nährstoffe:

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

Sand, Schluff, Ton:

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

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.

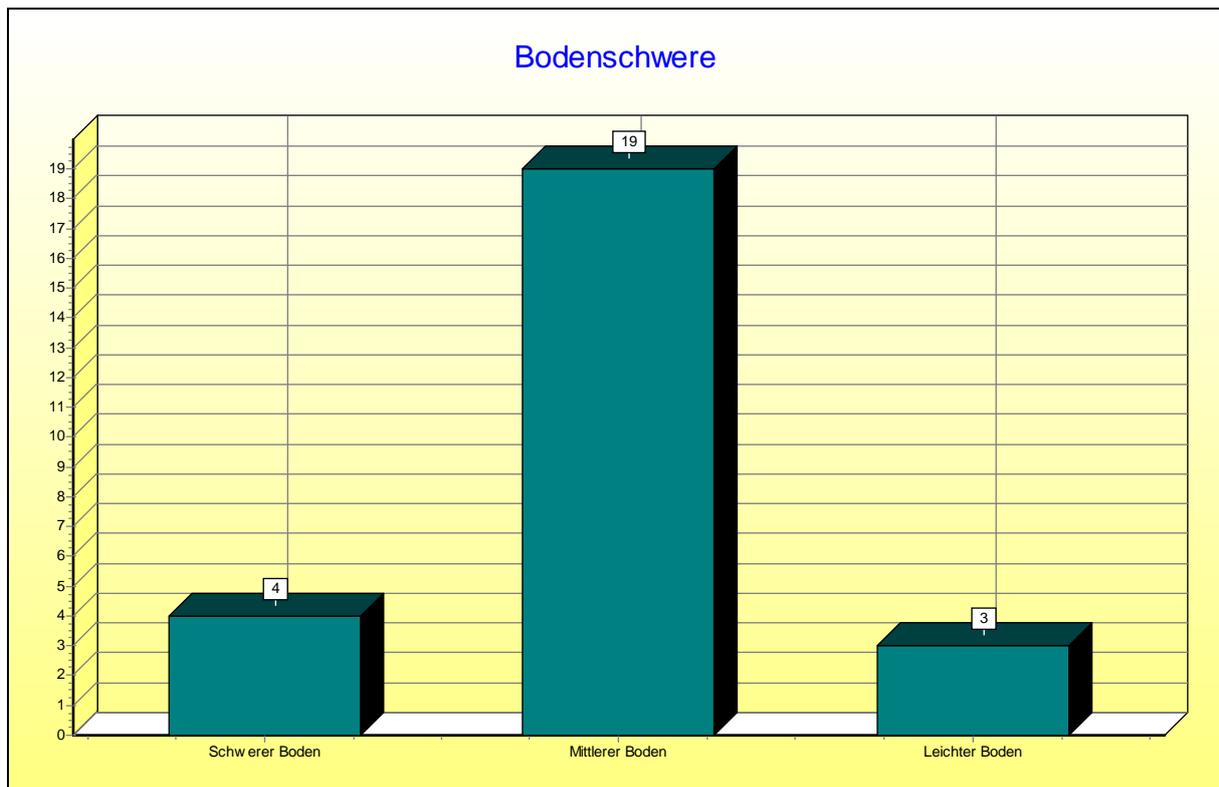


Untersuchungsergebnisse:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen der **Bodenschwere** im Bezirk Fürstenfeld:

Bodenschwere	Anzahl Standorte		
	„schwer“	„mittel“	„leicht“
Grünland	1	2	0
Acker	3	17	3
Alle Standorte in FF in %	15 %	73 %	12 %
Steiermark - Raster in %	15 %	49 %	36 %

➔ Im Bezirk Fürstenfeld findet man deutlich mehr mittelschwere und weniger leichte Böden als bei den landesweiten Erhebungen. Der Anteil der schweren Böden hingegen entspricht dem Landesschnitt.



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 positiv, wie die Pufferkapazität oder die Strukturstabilität. Humus ist deshalb nicht nur ein wesentlicher Faktor der Bodenfruchtbarkeit, 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).

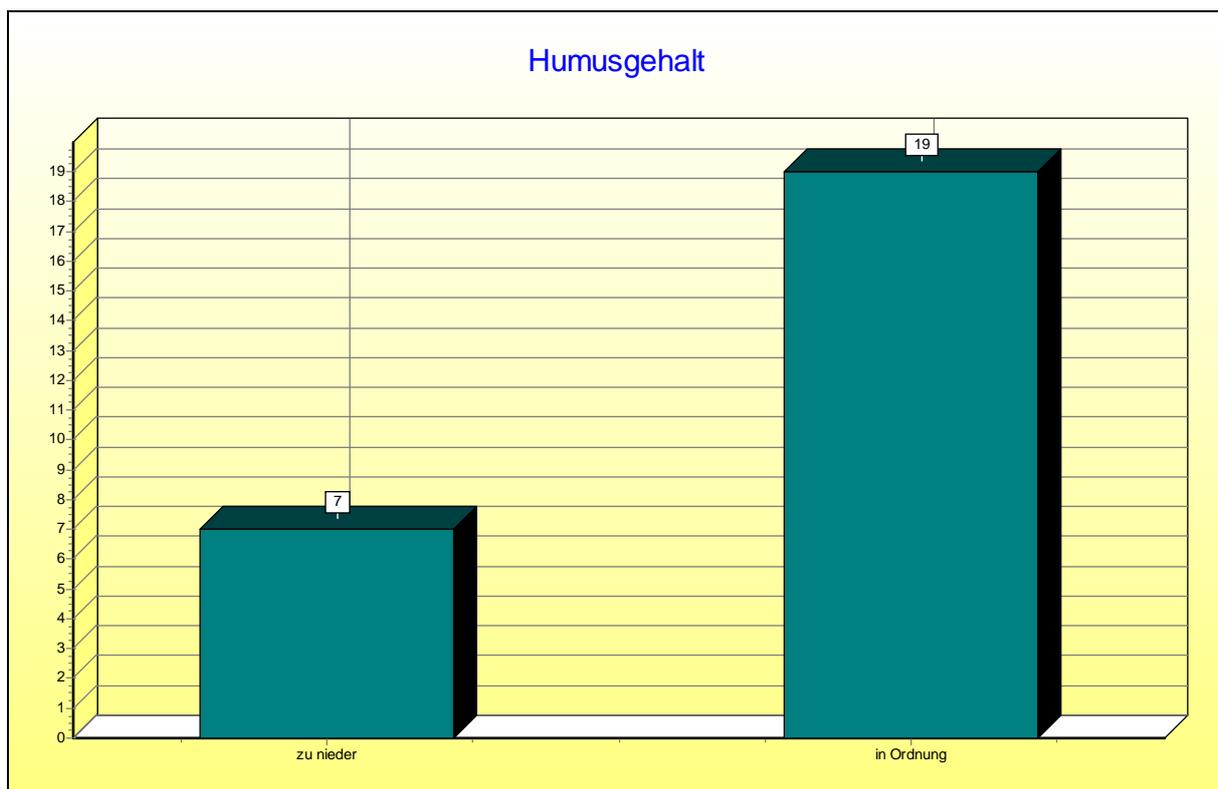
Untersuchungsergebnisse:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Humusgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

Humusgehalt	Anzahl Standorte	
	„zu nieder“	„in Ordnung“
Grünland	0	3
Acker	7	16
Alle Standorte in FF in %	27 %	73 %
Steiermark - Raster in %	3 %	97 %

→ Im Bezirk Fürstenfeld wurden - verglichen mit den landesweiten Rasteruntersuchungen - deutlich häufiger **zu niedrige Humusgehalte** festgestellt. Davon betroffen sind die sieben Ackerstandorte **FUE 4, 5, 6, 7 + 10** und **FFX 1 + 6**.

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 (auch Acidität oder Säuregrad genannt) hat maßgeblichen Einfluss auf die Mobilisierbarkeit von Metallen (Nährstoffhaushalt und Verfügbarkeit von Schadstoffen).

Bei Umweltdiskussionen hat die Befürchtung einer zunehmenden Bodenversauerung in den letzten beiden Jahrzehnten immer wieder zu Bedenken Anlass gegeben. Dazu kann allgemein gesagt werden, dass der Boden am besten vor Versauerung geschützt ist, wenn seine Austauschkapazität hoch und mit Erdalkalitionen (Kalzium, Magnesium) gut abgesättigt ist, oder wenn freies Karbonat im Boden vorliegt. Die natürlichen sowie die durch die Bewirtschaftung bedingten, unvermeidlichen Basenverluste werden damit kompensiert. In humusarmen Sandböden kann die Versauerung allerdings innerhalb kurzer Zeit schwerwiegende Ausmaße erreichen.

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

Auf 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:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Säuregrades** im Bezirk Fürstenfeld:

Anzahl Standorte

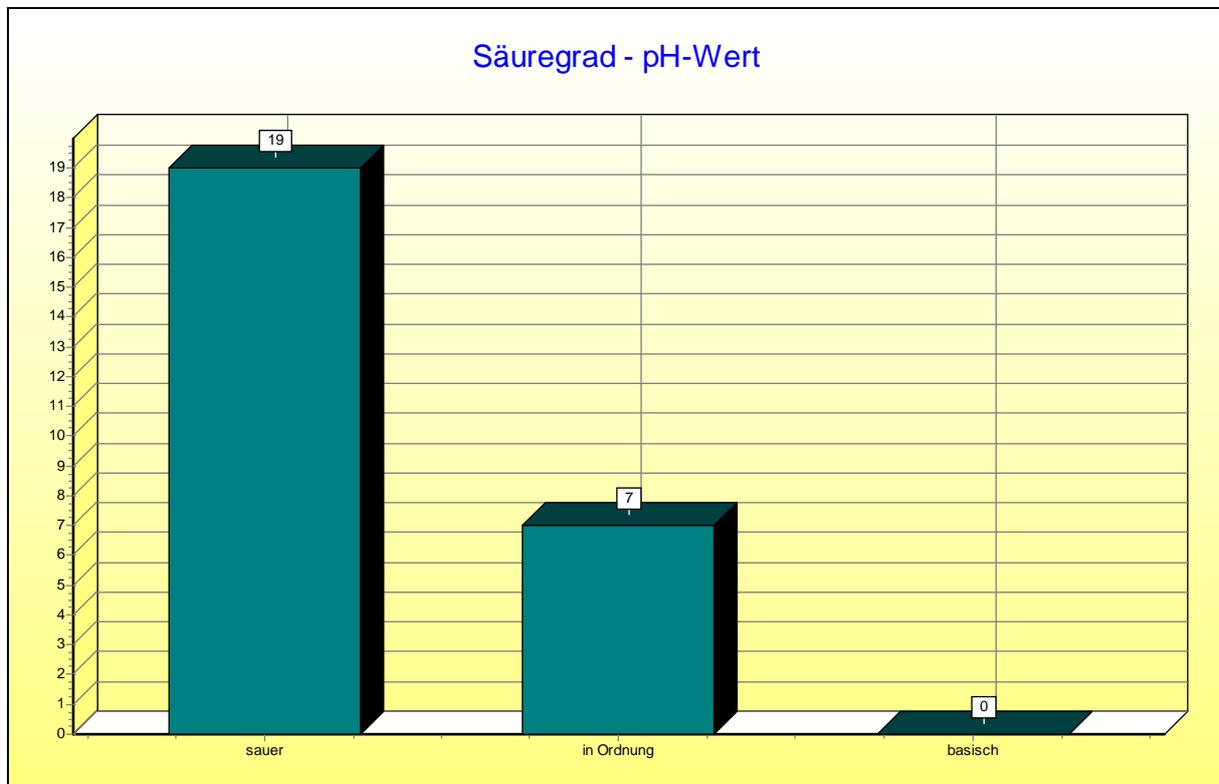
Säuregrad*	„sauer“	„in Ordnung“	„basisch“
Grünland	2	1	0
Acker	17	6	0
Alle Standorte in FF in %	73 %	27 %	0 %
Steiermark - Raster in %	38 %	49 %	13 %

* „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 Fürstenfeld ist im Gegensatz zu den landesweiten Untersuchungsergebnissen der Säuregrad nur an etwa einem Viertel der Untersuchungsstandorte in Ordnung - rund drei Viertel der Böden sind zu sauer. Als Ursache der **Bodenversauerung** ist in erster Linie das weitestgehend kalkfreie Ausgangsmaterial der Böden zu sehen.

Von den sauren Böden werden zwei Standorte als Grünland genutzt (**FFA 2 + 9**), die restlichen sind Äcker.

Auf 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 ergeben sich im Zusammenspiel mit anderen Faktoren (hoher Humusgehalt, leichter sandiger Boden, anhaltende saure Depositionen u. a.) an vielen Standorten zwangsläufig niedrigere pH-Werte. 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 (z. B.: 0-0,5 / 0,6-5 / >5) wäre ausreichend. Die in Arbeit befindliche 6. Auflage der „Richtlinien für die sachgerechte Düngung“ des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft sieht eine diesbezügliche Änderung bereits vor.

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

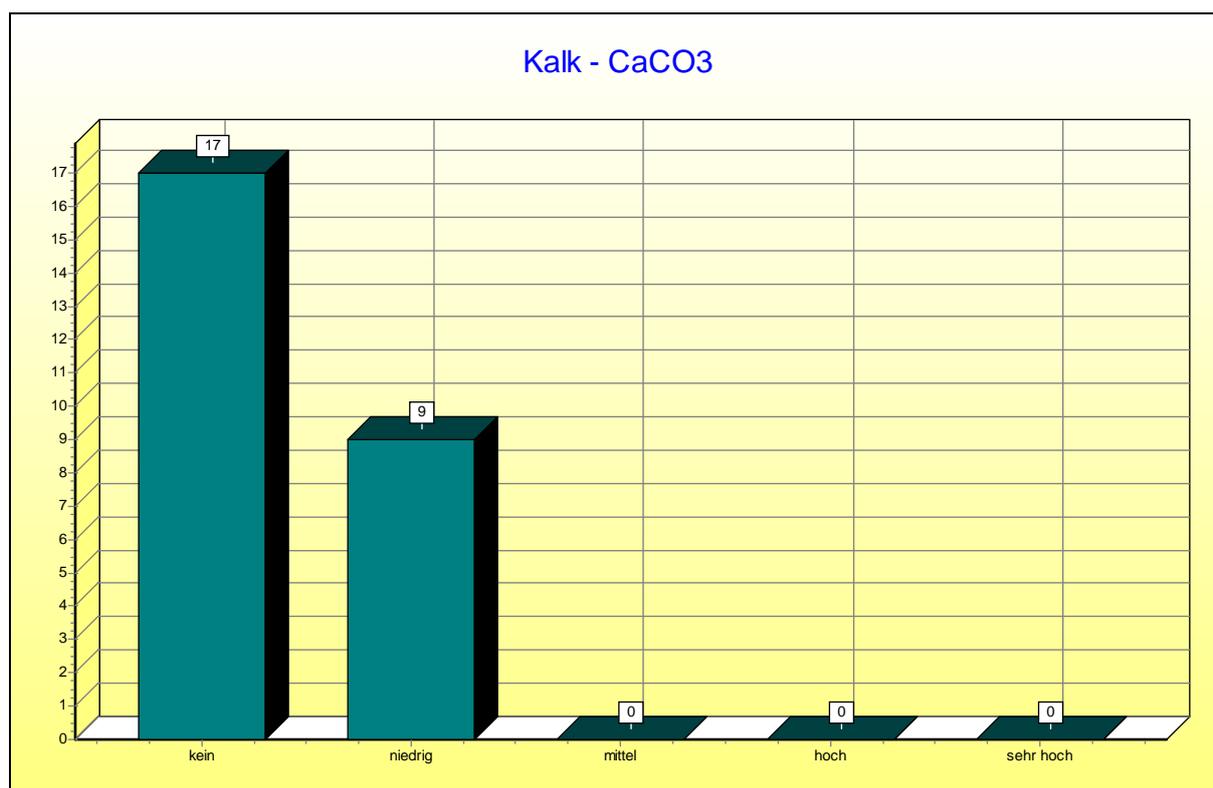
Untersuchungsergebnisse:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Kalkgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

Kalkgehalt	Anzahl Standorte				
	„kein“	„niedrig“	„mittel“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	3	0	0	0	0
Acker	14	9	0	0	0
Alle Standorte in FF in %	65 %	35 %	0 %	0 %	0 %
Steiermark - Raster in %	61 %	30 %	2 %	4 %	3 %

→ Alle untersuchten Standorte des Bezirkes Fürstenfeld liegen 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.



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 Phosphors 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.

Zur Unterstützung einer bedarfsgerechten Düngung werden von der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft gemeinsam mit der FA 10B Aktionen zur Untersuchung der Böden und die Erstellung von Düngeplänen angeboten.

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:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Phosphorgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

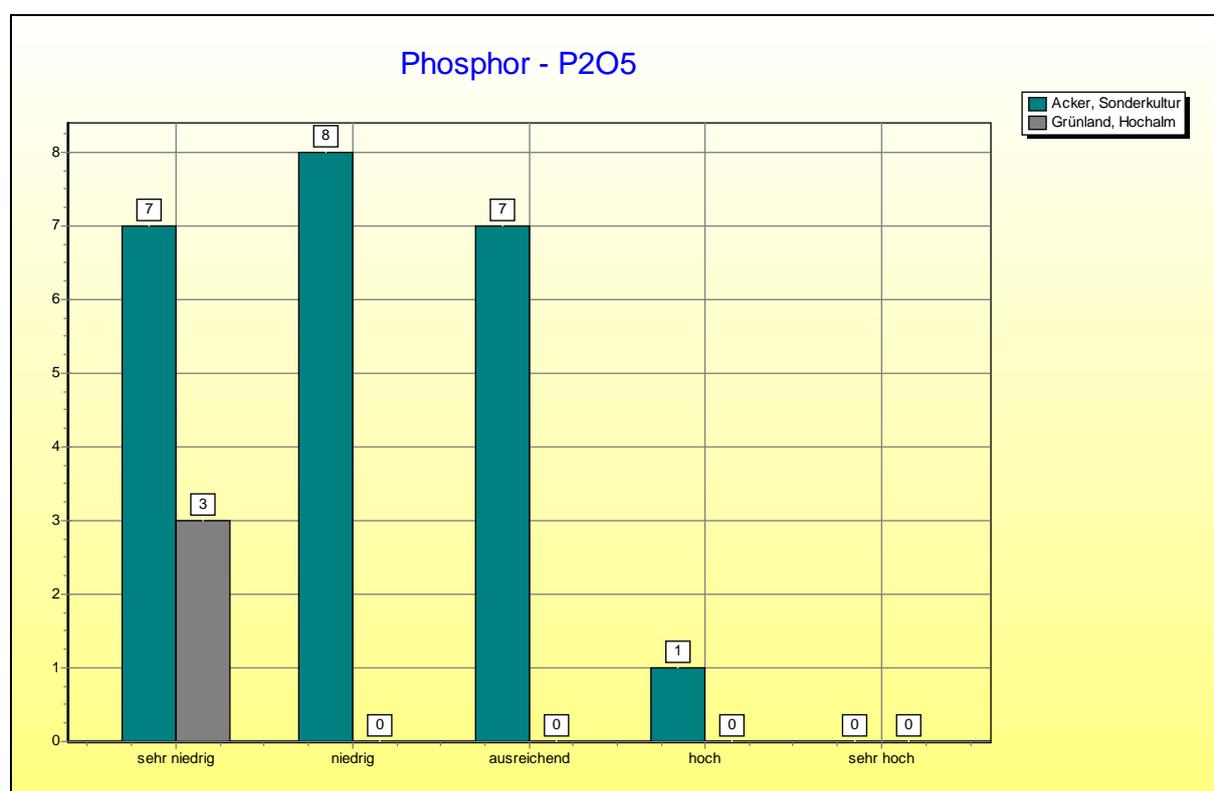
Anzahl Standorte

Phosphorgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	3	0	0	0	0
Acker	7	8	7	1	0
Alle Standorte in FF in %	38 %	31 %	27 %	4 %	0 %
Steiermark - Raster in %	48 %	21 %	20 %	9 %	2 %

→ Die Phosphorversorgung des Bezirkes Fürstenfeld ist mit den landesweiten Rasteruntersuchungen durchaus vergleichbar. Trotz der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung des Untersuchungsgebietes ist eher Phosphormangel als Überschuss festzustellen.

Der einzige Standort mit hoher Phosphorversorgung (nur ein Untersuchungsjahr) ist der Acker **FFX 2**.

Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit **Phosphormangel** (69 % der untersuchten Standorte) ist eine Düngung entsprechend einer fachkundigen Bodenuntersuchung 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 es 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 mit der Erstellung von Düngeplänen erfolgt im Zuge von Aktionen der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft und der FA 10B.

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:

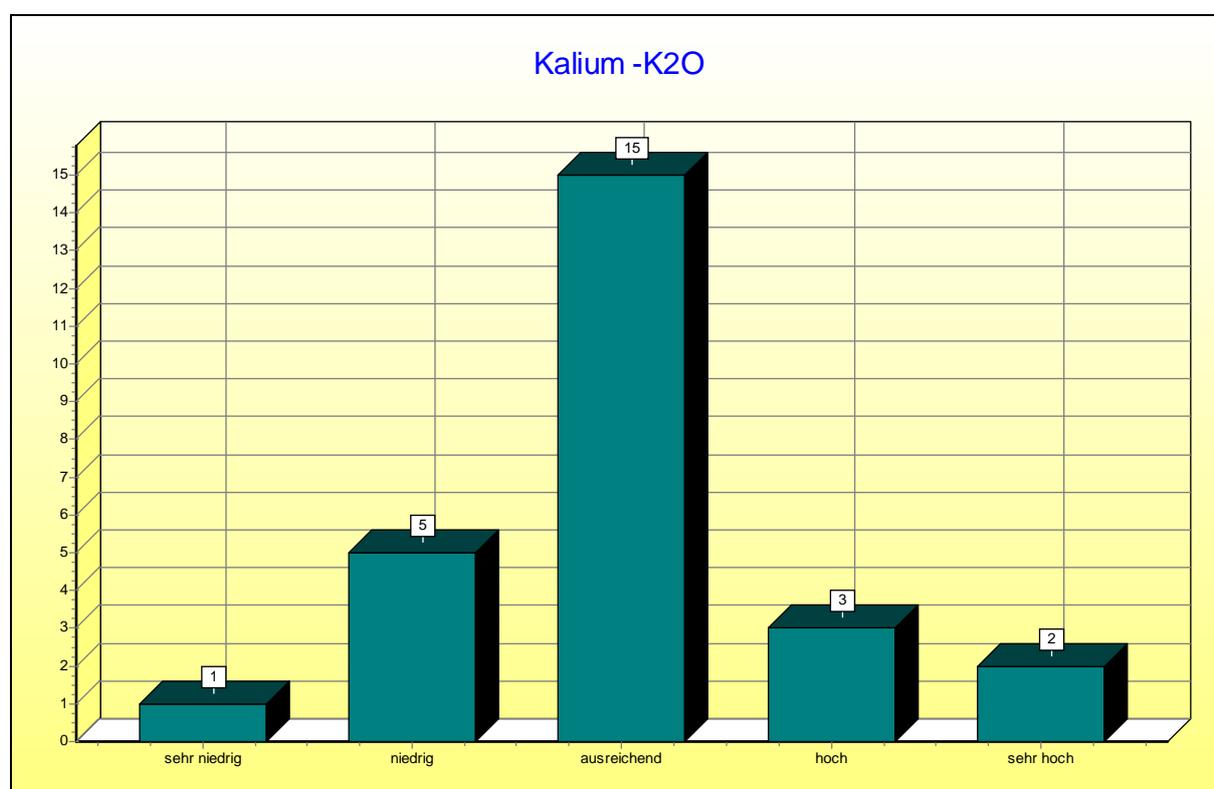
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Kaliumgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

Kaliumgehalt	Anzahl Standorte				
	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	3	0	0
Acker	1	5	12	3	2
Alle Standorte in FF in %	4 %	19 %	58 %	11 %	8 %
Steiermark - Raster in %	2 %	17 %	48 %	25 %	8 %

→ Die Kaliversorgung des Bezirkes Fürstenfeld ist mit den landesweiten Rasteruntersuchungen durchaus vergleichbar. Kaliummangel ist - wie generell in der Steiermark - eher selten.

Zwei Ackerstandorte liegen bei der Kaliumversorgung in der Gehaltsklasse "sehr hoch" (**FUE 6** und **FFA 7**) und drei ebenfalls ackerbaulich genutzte Flächen in der Gehaltsklasse "hoch" (**FUE 4 + 5** und **FFX 2**). Der Standort **FFX 2** weist in einem Untersuchungsjahr auch eine Phosphorübersversorgung auf.

Es wird empfohlen Düngungen nur nach 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 zeigen 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:

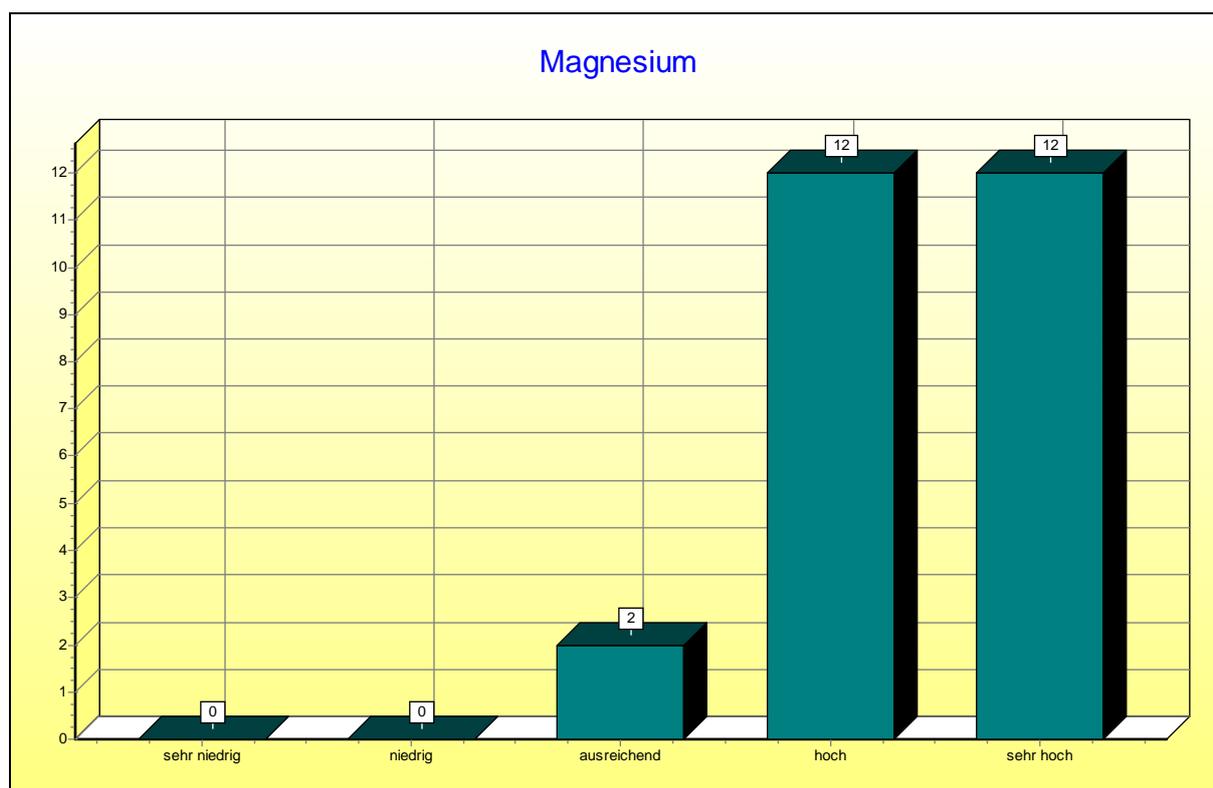
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Magnesiumgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

Anzahl Standorte

Magnesiumgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	0	0	3
Acker	0	0	2	12	9
Alle Standorte in FF in %	0 %	0 %	8 %	46 %	46 %
Steiermark - Raster in %	0 %	8 %	15 %	34 %	43 %

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

Negative Auswirkungen einer Magnesium-Übersorgung der Böden sind nicht bekannt. Die Fachliteratur nennt nur Mangelercheinungen 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 einem zu hohen Borgehalt in der Bodenlösung infolge zu hoher Bor-Düngung. Im ariden Klimabereich führt häufig die Anwendung von Beregnungswasser mit 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:

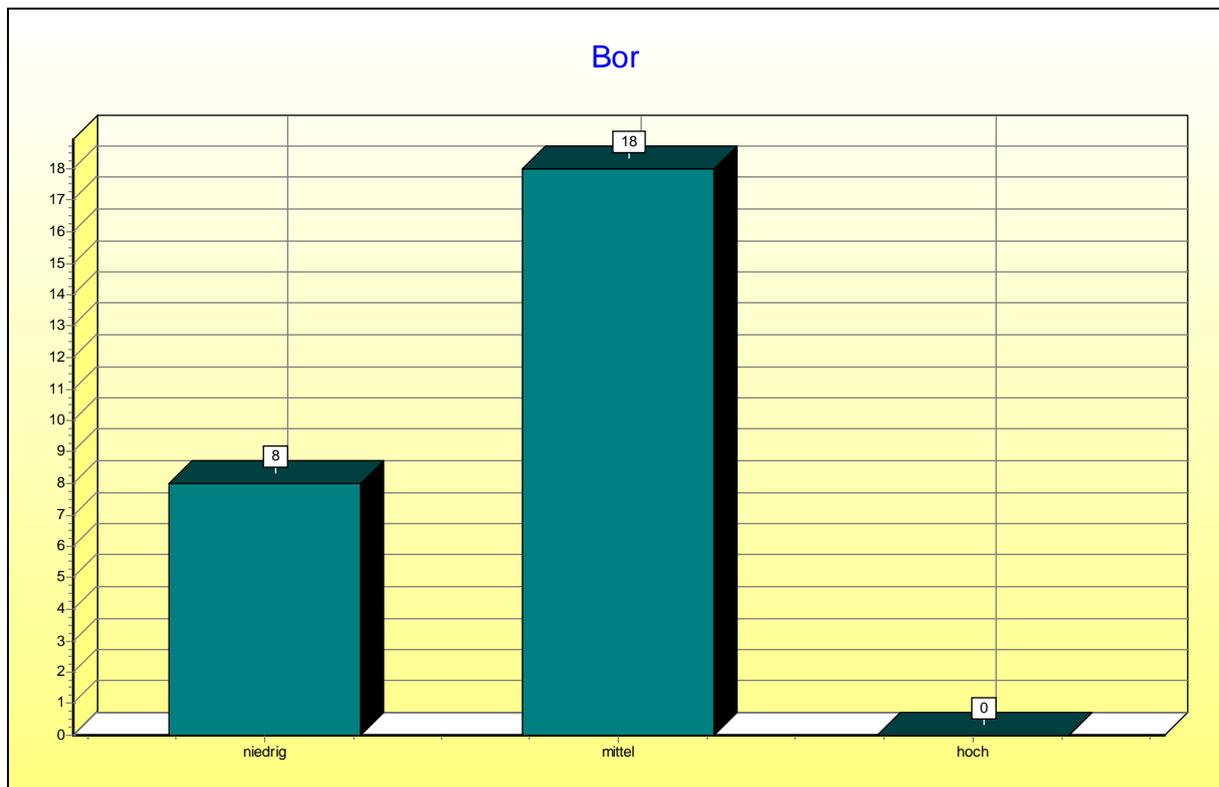
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Borgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

Anzahl Standorte

Borgehalt	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	2	1	0
Acker	6	17	0
Alle Standorte in FF in %	31 %	69 %	0 %
Steiermark - Raster in %	21 %	78 %	1 %

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

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:

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

Anzahl Standorte

EDTA-Cu	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	3	0
Acker	1	21	1
Alle Standorte in FF in %	4 %	92 %	4 %
Steiermark - Raster in %	4 %	92 %	4 %

Anzahl Standorte

EDTA-Zn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	3	0
Acker	0	23	0
Alle Standorte in FF in %	0 %	100 %	0 %
Steiermark - Raster in %	0 %	94 %	6 %

Anzahl Standorte

EDTA-Mn	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	1	2
Acker	0	5	18
Alle Standorte in FF in %	0 %	23 %	77 %
Steiermark - Raster in %	6 %	22 %	72 %

Anzahl Standorte

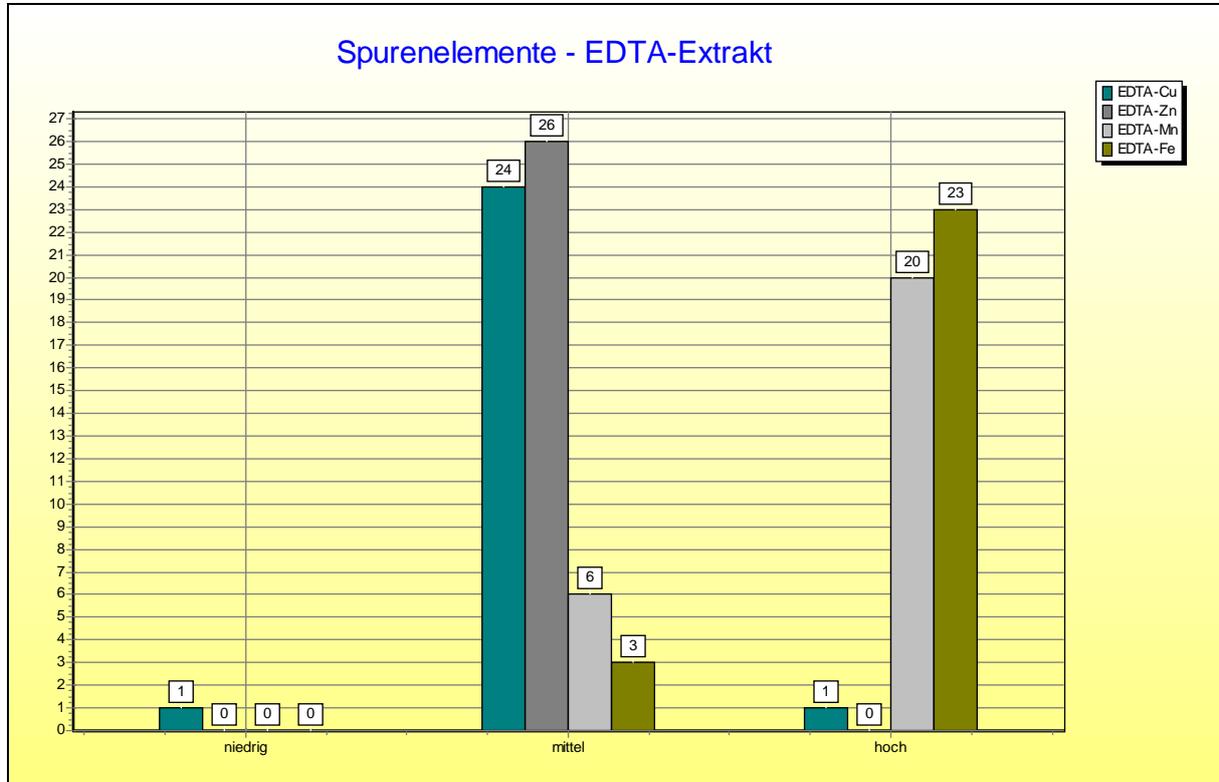
EDTA-Fe	„sehr niedrig“	„mittel“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	3
Acker	0	3	20
Alle Standorte in FF in %	0 %	12 %	88 %
Steiermark - Raster in %	0 %	12 %	88 %

→ Die Spurenelementgehalte der im Bezirk Fürstenfeld untersuchten Standorte stimmen sehr gut mit den Ergebnissen der landesweiten Bodenzustandsinventur überein.

Einen erhöhten Gehalt an EDTA-extrahierbarem **Kupfer** findet man im ackerbaulich genutzten Standort **FFX 2**, der auch schon durch Phosphor- und Kali-Überdüngung aufgefallen ist.

Die Versorgung mit dem Spurennährstoff **Zink** liegt an allen untersuchten Standorten im mittleren Gehaltsbereich.

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 Gesetzesvorgabe nur die Bestimmung der austauschbaren Kationen Ca^{++} , Mg^{++} , K^+ und Na^+ erfolgt, 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

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

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 Fürstenfeld weisen 35 % 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 Fürstenfeld nur am ackerbaulich genutzten Standort **FUE 4** einen Hinweis auf einen möglichen Magnesiummangel (Magnesiumwerte unter 10 % und gleichzeitig Kaliumwerte über 5 %). Da an diesem Standort eine Kalium-Überdüngung festgestellt wurde, ist durch eine Reduzierung der Düngegaben eine Verbesserung des Verhältnisses der antagonistisch wirkenden Elemente Magnesium und Kalium erzielbar.

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)

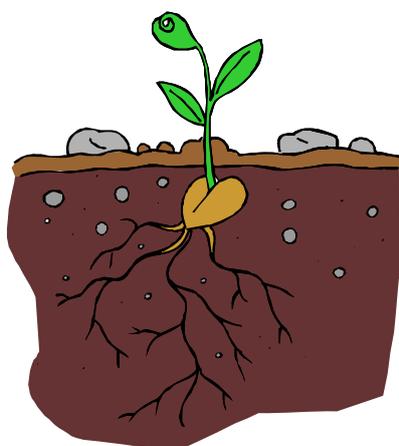
Die Verteilung der **Summe aus Ca, Mg, K und Na (AKat-Summe)** in den drei Gehaltsklassen im Bezirk Fürstenfeld lautet:

Gehaltsklasse AKat	Anzahl der Standorte		
	< 10 mval/100 g	10 - 25 mval/100 g	> 25 mval/100 g
Grünland	0	3	0
Acker	3	19	1
Alle Standorte in FF in %	11 %	85 %	4 %
Steiermark - Raster in %	24 %	65 %	11 %

Drei ackerbaulich genutzte Standorte (**FUE 4 + 6** und **FFX 6**) liegen in der für die Nährstoffversorgung ungünstigen Bewertungsklasse einer Kationensumme unter 10 mval/100 g. Probleme in der Nährstoffbilanzierung lassen sich leicht durch eine Anhebung des pH-Wertes (Kalkung) in Verbindung mit optimierten Düngegaben korrigieren.

Der Boden des Ackerstandortes **FFA 8** befindet sich 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).

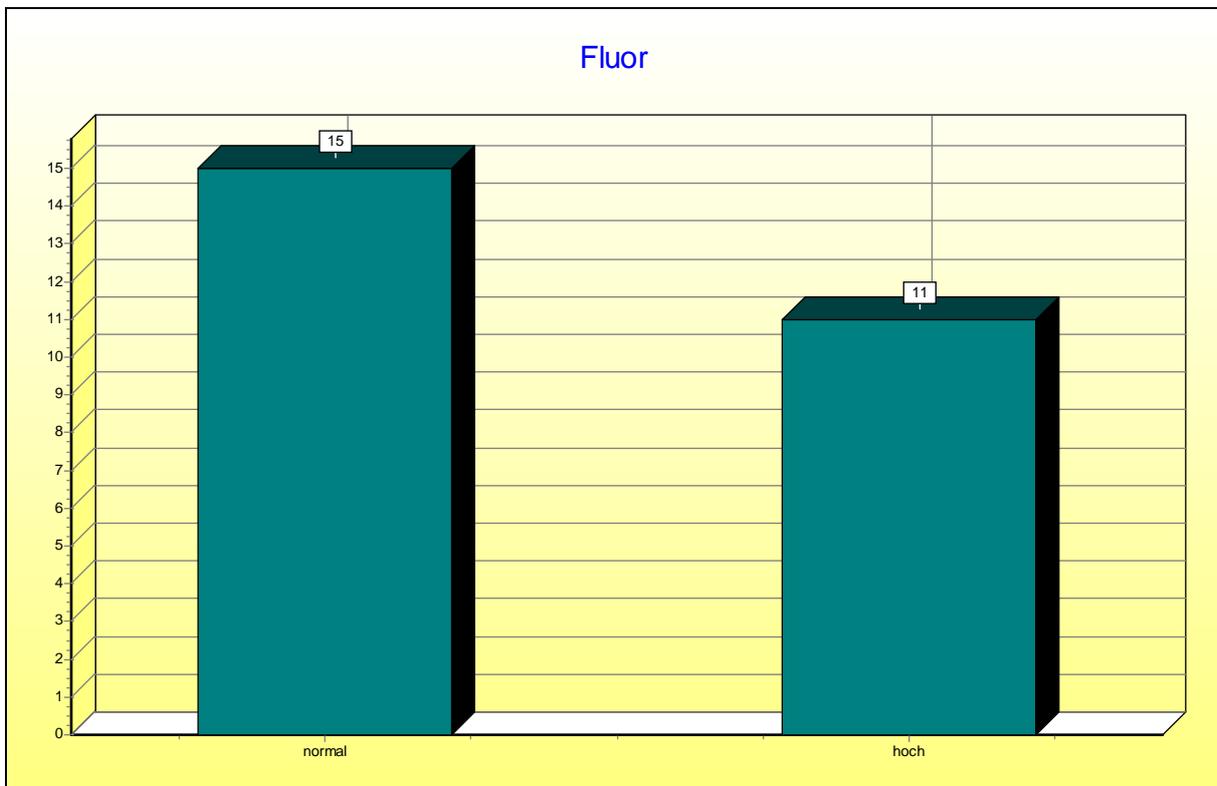
Untersuchungsergebnisse:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Fluorgehaltes** im Bezirk Fürstenfeld:

Fluor (wasserlöslich)	Anzahl Standorte	
	„normal“	„über 1,2 ppm“
Grünland	3	0
Acker	12	11
Alle Standorte in FF in %	58 %	42 %
Steiermark - Raster in %	77 %	23 %

➔ Im Bezirk Fürstenfeld 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 überdüngten Böden nur teilweise, sodass angenommen werden muss, dass nur manche Düngemittel hohe Fluorgehalte als Verunreinigung beinhalten. In einer stichprobenartigen Testserie der FA 10B im Jahr 2000 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 Krebs-erkrankungen - 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 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 geogener 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 weisen Anreicherungen von Cadmium im Oberboden auf; beim Blei sind es etwa zwei Drittel der untersuchten Standorte.

Etwa 30 % der untersuchten steirischen Böden weisen 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 Fürstenfeld:**

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

Richtwertüberschreitungen im Bezirk Fürstenfeld:

Standorte mit Schwermetallgehalten über den jeweiligen Richtwerten:

Standort	Normalwert-Überschreitungen	Grenzwert-Überschreitungen
FUE 1	Cd	As
FUE 2	Cd	As
FUE 3	Cu, Cr, Cd	As
FUE 5	Pb, Hg	
FUE 6		As
FUE 8	Cd	
FUE 9	Cu	
FUE 10	Ni, Co	Ni
FFA 8	Ni	Ni, As
FFA 9	Cd	

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

Kupfer (Cu):

Allgemeines:

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

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

Untersuchungsergebnisse:

Kupfer (Cu) Normalwert: 50 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	11,10	10,70	8,00
Maximum	49,10	41,30	52,40
Mittelwert	23,95	23,76	24,42
Median - Fürstenfeld	23,98	23,15	20,40
Median - Steiermark	25,40	24,70	26,10

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 50 ppm) findet man nur in den Unterböden der beiden Standorte **FUE 3 + 9**. Die Überschreitungen sind minimal (52,4 bzw. 50,7 ppm Cu) und geogen bedingt.

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

Zink (Zn):

Allgemeines:

Zink ist ein für Pflanze, Tier und Mensch essentielles Spurenelement. Erst bei sehr hohen Gehalten im Boden wirkt es toxisch auf Pflanzen und Mikroorganismen. Auch für Tiere und Menschen ist Zink nicht sehr giftig. Viel häufiger gibt es Probleme durch Zinkmangel, sodass in der Futtermittelverordnung Minimalwerte für Zink vorgeschrieben werden. Zinkmangel in der Landwirtschaft wird zumeist über den aus dem EDTA-Extrakt abgeschätzten pflanzenverfügbaren Zinkanteil im Boden kontrolliert.

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

Untersuchungsergebnisse:

Zink (Zn) Normalwert: 140 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	39,70	27,00	22,40
Maximum	126,00	119,50	130,00
Mittelwert	72,01	67,29	69,52
Median - Fürstenfeld	64,75	65,50	64,20
Median - Steiermark	94,88	85,70	81,80

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

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

Blei (Pb):

Allgemeines:

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

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

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

Untersuchungsergebnisse:

Blei (Pb) Normalwert: 30 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	6,50	5,60	1,70
Maximum	36,90	23,20	21,70
Mittelwert	19,60	16,22	14,85
Median - Fürstenfeld	18,90	17,15	15,70
Median - Steiermark	24,15	19,30	14,20

Eine **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalte > 30 ppm) wurde nur im Oberboden des Standortes **FUE 5** festgestellt. Die Überschreitung ist minimal (36,9 ppm Pb) und wurde nur in einem der beiden Untersuchungsjahre (1987) gemessen. Die Herkunft des Schafstoffes ist vermutlich eine Summe aus anthropogenem und geogenem Ursprung.

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

Chrom (Cr):

Allgemeines:

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

Untersuchungsergebnisse:

Chrom (Cr) Normalwert: 80 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	20,70	16,00	12,00
Maximum	68,00	70,60	84,00
Mittelwert	40,14	42,41	45,31
Median - Fürstenfeld	39,33	41,90	43,00
Median - Steiermark	40,92	41,55	42,20

Eine **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 80 ppm) findet man nur im Unterboden des Standortes **FUE 3**. Die Überschreitung ist minimal (84,0 ppm Cr) und gegen 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	11,60	13,00	13,80
Maximum	48,90	67,10	64,80
Mittelwert	26,70	31,19	34,20
Median - Fürstenfeld	24,80	31,25	31,20
Median - Steiermark	27,33	29,35	31,90

Überschreitungen des Normalwertes (Gehalte > 60 ppm) findet man nur in den Unterböden der beiden Standorte **FUE 10** und **FFA 8**. Die Überschreitungen sind als geringfügig einzustufen (67,1 bzw. 64,8 ppm Ni) und geogen bedingt.

Da beim Element Nickel Normal- und Grenzwert gleich sind (60 ppm), wurden an den Standorten mit **erhöhten Gehalten** 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	6,67	5,20	4,10
Maximum	21,70	30,40	28,20
Mittelwert	13,86	16,52	17,08
Median - Fürstenfeld	15,13	16,70	16,70
Median - Steiermark	12,95	13,50	14,70

Eine **Überschreitung des Normalwertes** (Gehalt > 30 ppm) findet man nur im Unterboden des Standortes **FUE 10**. Die Überschreitung ist vernachlässigbar (30,4 ppm Co) und geogen bedingt.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 50 ppm Kobalt wurden nicht festgestellt.

Molybdän (Mo):

Allgemeines:

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

Untersuchungsergebnisse:

Molybdän (Mo) Normalwert: 1,5 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,00	0,24	0,22
Maximum	1,16	1,15	1,50
Mittelwert	0,54	0,48	0,48
Median - Fürstenfeld	0,48	0,42	0,43
Median - Steiermark	0,80	0,69	0,62

Es wurden keine **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 1,5 ppm) festgestellt.

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

Cadmium (Cd):

Allgemeines:

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

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

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

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

Untersuchungsergebnisse:

Cadmium (Cd) Normalwert: 0,30 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,08	0,00	0,00
Maximum	0,38	0,24	0,18
Mittelwert	0,20	0,08	0,06
Median - Fürstenfeld	0,20	0,08	0,05
Median - Steiermark	0,24	0,16	0,09

Geringfügige **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 0,3 ppm) finden wir an den Standorten **FUE 1, 2, 3 + 8** und **FFA 9**.

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 Fürstenfeld 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	0,04	0,03	0,03
Maximum	0,26	0,14	0,13
Mittelwert	0,10	0,08	0,07
Median - Fürstenfeld	0,09	0,07	0,07
Median - Steiermark	0,12	0,10	0,08

Es wurden bis auf den vernachlässigbaren, minimal erhöhten Wert eines Untersuchungsjahres (1986) am Standort **FUE 5** (0,26 ppm Hg) 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 Hauptaufnahmequelle 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	4,10	4,50	3,10
Maximum	24,30	23,60	26,40
Mittelwert	12,04	11,81	13,01
Median - Fürstenfeld	9,85	11,05	12,30
Median - Steiermark	11,45	11,65	12,00

Es wurden keine **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalt > 40 ppm) festgestellt.

Leichte Überschreitungen des allgemein verwendeten Richtwertes für Arsen von 20 ppm findet man an den Standorten **FUE 1, 2, 3 + 6** und **FFA 8**. Dieser Richtwert von 20 ppm ist im ostalpinen Bereich wegen der naturgegebenen höheren Grundbelastung nicht sinnvoll.

Die Verteilung der Arsengehalte in den einzelnen Bodenhorizonten ist meist gleichmäßig oder nach unten hin zunehmend, was die überwiegend geogene Herkunft dieses Schwermetalls beweist.

Die untersuchten Pflanzenproben der Standorte mit Richtwert-Überschreitungen weisen keine Auffälligkeiten auf (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 Schwermetallgehalten in Pflanzen (laut "Lehrbuch der Bodenkunde" von Scheffer und Schachtschabel, 1984) herangezogen (Angaben in mg/kg Trockensubstanz):

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

Weitere Beurteilungsgrundlagen:

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

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

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

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

Daraus erkennt man, dass es nicht möglich ist, von Bodengehalten auf Pflanzenbelastungen und somit auf eventuelle Gefährdungen zu schließen. Seit dem Jahr 2000 werden daher im Zuge der Zehn-Jahreskontrollen an allen Standorten des Bodenschutzprogrammes Pflanzenproben auf alle Schwermetalle hin untersucht.

Untersuchungsergebnisse im Bezirk Fürstentfeld: **Schwermetallgehalte** in mg/kg TS.

Kennung	Pflanze	As	Ni
FUE 1 - 1989	Winterweizen - Korn	0,3	
	Winterweizen - Stängel	< 0,3	
FUE 1 - 1996	Mais - Stängel	< 0,3	
	Mais - Blatt	< 0,3	
	Mais - Kolben	< 0,3	
FUE 2 - 1989	Mais - Stängel	< 0,3	
	Mais - Blatt	0,7	
	Mais - Kolben	0,3	
FUE 2 - 1996	Chinakohl	< 0,3	
FUE 2 - 1996	Gras	< 0,3	
FUE 3 - 1989	Mais - Stängel	0,3	
	Mais - Blatt	0,4	
	Mais - Kolben	0,3	
FUE 3 - 1996	Mais - Stängel	< 0,3	
	Mais - Blatt	< 0,3	
	Mais - Kolben	< 0,3	
FUE 6 - 1989	Mais - Stängel	0,4	
	Mais - Blatt	0,6	
	Mais - Kolben	0,4	
FUE 6 - 1996	Röhrlsalat 1	< 0,3	
	Röhrlsalat 2	< 0,3	
FUE 10 - 1996	Gras 1		1,53
	Gras 2		1,16
FFA 8 - 1993	Mais - Stängel	0,4	< 0,05
	Mais - Blatt	0,3	< 0,05
	Mais - Kolben	< 0,3	0,72

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

An den Standorten **FUE 10** und **FFA 8**, an welchen der **Nickelgehalt** im Boden knapp über dem gesetzlichen Grenzwert liegt, wurden in den untersuchten Pflanzenproben normale Nickelgehalte festgestellt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass das Nickel im Boden sehr gut gebunden und kaum pflanzenverfügbar ist - übrigens eine Tatsache, die generell für Schwermetalle geogenen Ursprungs gilt.

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 auch das Arsen geogenen Ursprungs kaum pflanzenverfügbar ist, liegen die Schadstoffgehalte in den untersuchten Pflanzenproben häufig 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 wurde wegen der starken Schwankungen geringfügiger Bodengehalte (inhomogene Verteilung im Boden) auf 15 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$) festgelegt.

Speziell beim DDT ist die inhomogene Verteilung des Schadstoffes im Boden oft extrem.

Untersuchungsergebnisse:

Im Bezirk Fürstenfeld wurden an den untersuchten Standorten **keine Rückstände** von **Lindan** gefunden.

HCB-Rückstände wurden nur am Ackerstandort **FUE 1** nachgewiesen (1986/87/96, ~ 54 ppb). Der Standort wird zum Mais- und Getreideanbau genutzt. Da sich HCB-Rückstände in Kürbiskernen anreichern können, wird an diesem Standort von einem Kürbisanbau abgeraten (Bodenschutzbericht 2000, Seite 54).

DDT-Rückstände wurden an folgenden Ackerstandorten festgestellt:

DDT in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1 Erstjahr	Horizont 1 Zweitjahr	Horizont 2	Horizont 3
FUE 5 (1986/87)	< 15	126	< 15	< 15
FUE 6 (1986/87)	49	< 15	< 15	< 15
FUE 8 (1986/87)	16	17	< 15	< 15
FFA 1 (1991/92)	21	< 15	< 15	< 15

< 15 Gehalt kleiner als Bestimmungsgrenze

Fallweise wurden 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.

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

Die ersten Kontrollen nach zehn Jahren (1996) zeigten noch unveränderte Gehalte und beweisen die große Persistenz der Schadstoffe.

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 „polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen“) und „PCA“ (von „polyzyklische 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:

Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen der **PAH-Summe** im Bezirk Fürstenfeld:

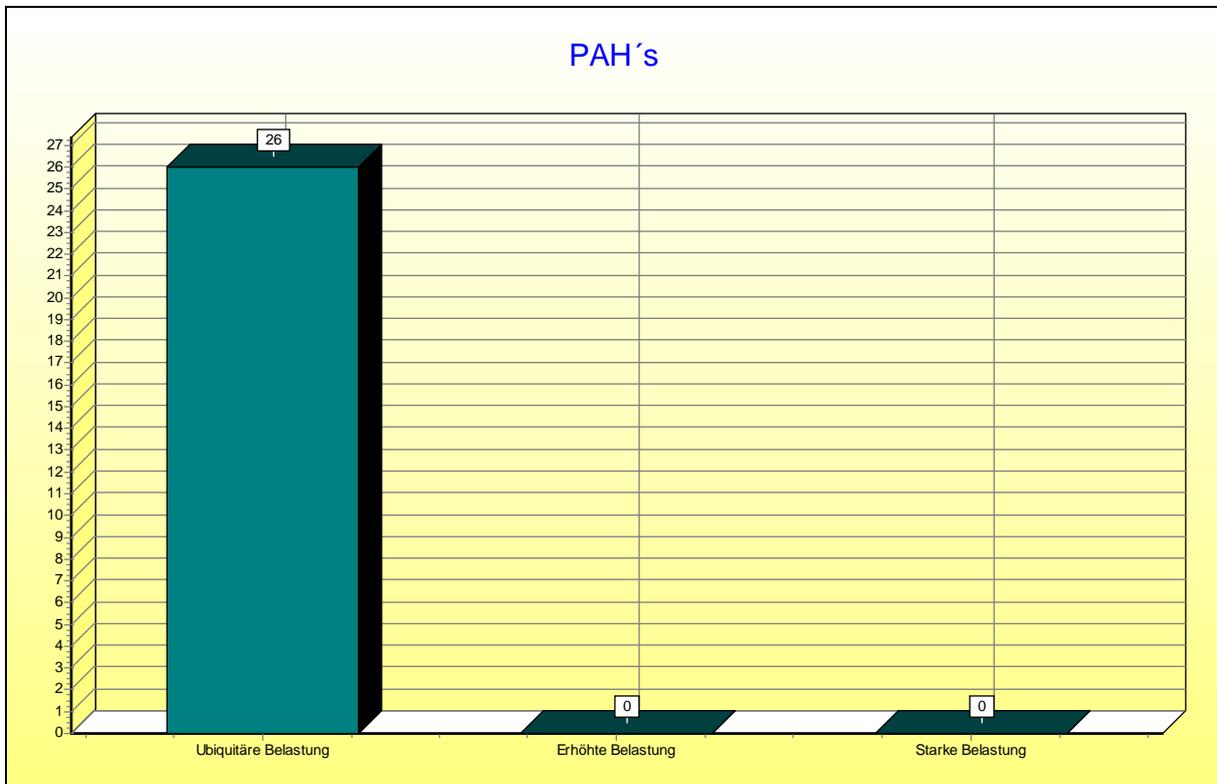
PAH-Summe (Horizont 1)	Anzahl Standorte		
	Ubiquitäre Belastung	Erhöhte Belastung	Starke Belastung
Grünland	23	0	0
Acker	3	0	0
Alle Standorte in FF in %	100 %	0 %	0 %
Steiermark - Raster in %	93 %	5 %	2 %

→ Die PAH - Belastung im Bezirk Fürstenfeld ist generell gesehen sehr niedrig und liegt an allen Untersuchungsstandorten im Bereich der heute üblichen ubiquitären Umweltbelastung.

Die statistischen Richtwerte der im Bezirk Fürstenfeld untersuchten Standorte lauten:

PAH-Summe in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1
Minimum	11,00
Maximum	103,65
Mittelwert	34,30
Median - Fürstenfeld	31,25
Median - Steiermark	45,50

Der Mediangehalt der Böden im Bezirk Fürstenfeld liegt niedriger als jener der landesweiten Rasteruntersuchungen, was für die positive Umweltsituation der Region spricht.



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** bis Mitte der 90er Jahre 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 alle 23 Ackerstandorte im Bezirk Fürstenfeld auf Triazin-Rückstände hin untersucht.

Entsprechend den sukzessive verschärften Anwendungsbeschränkungen wurden bis 1991 Rückstände bis 400 ppb Atrazin und 1992 - 1995 Rückstände bis 200 ppb Atrazin im Boden toleriert.

Ab 1996 - am 5. 5. 1995 wurde das Anwendungsverbot für Atrazin erlassen - wurden Atrazinrückstände unter ca. 50 ppb als Altlasten früherer Anwendungen interpretiert, welche im Lauf der Jahre langsam abnehmen. In den letzten Jahren liegen die gefundenen Werte meist unter der Bestimmungsgrenze oder knapp darüber.

In diesem Sinne wurden 1990 folgende Standorte wegen **erhöhter Atrazinrückstände** im Boden beanstandet:

FUE 3 (430 ppb Atrazin), **FUE 4** (700 ppb Atrazin) und **FUE 8** (1230 ppb Atrazin).

1991 waren die Bodengehalte aller untersuchten Standorte deutlich niedriger.

1992 wurde nur mehr am Standort FFA 10 ein überhöhter Atrazingehalt festgestellt (330 ppb Atrazin).

Die Grundstücksbesitzer wurden von Beratern der Landeskammer kontaktiert, über die Rechtslage informiert und verwarnet.

Bei Folgeuntersuchungen im Rahmen der 10-Jahreskontrolle 1996 waren die Atrazinrückstände an allen Standorten auf ein normales Maß gesunken.

Die Landwirtschaft im Bezirk Fürstenfeld

(Auszug aus dem Tätigkeitsbericht 2004
der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Fürstenfeld)

Gemüsebau

Gemüseflächen im Bezirk Fürstenfeld:

Gemüseflächen in ha	2002 (lt. MFA 2002)	2003 (lt. MFA 2003)
Folientunnelfläche Salat, Paradeiser, Paprika, Salatgurken und div. Gemüse	2,42	2,31
Feldgemüse im Freiland Kren, Käferbohnen, Chinakohl, etc.	40,66	44,33

Paradeisanbau:

Trotz der schlechten klimatischen Bedingungen und dem damit verbundenen späten Erntebeginn lagen die Erträge im Paradeisanbau ähnlich wie 2003 bei knapp 20 kg/m². Katastrophal gestaltete sich allerdings die Preissituation. Bereits Ende Juli fiel der Preis auf 0,22 €/kg und erholte sich die ganze Saison über nicht mehr. Tiefstpreise lagen bei 0,16 €/kg. Dazu kamen die erhöhten Kosten für den Pflanzenschutzmitteleinsatz gegen Phytophthora, Botrytis, Sclerotinia und andere Pilzinfektionen. Zurückzuführen ist der Preisverfall auf ein Überangebot in allen Paradeisanbaugebieten (Spanien, Italien, Polen, Holland).

Salatanbau:

Beim Grazer Krauthäuptel gab es 2003 Vermarktungsprobleme wegen schlechter Kopfbildung. Die Erträge lagen daher durchschnittlich unter denen des Vorjahres. Am Preisverfall bei Vogelsalat hat sich mit Preisen unter 4 € je kg nichts geändert. Chinakohl erzielte gute und sehr gleichmäßige Qualitäten, die Preise waren sowohl ab Feld als auch ab Lager gut. Praxisversuche sollen neue Lagersorten hervorbringen.

Gurken- und Paprikaanbau:

Die Freilandpaprikaanbau war im heurigen Jahr aufgrund der feucht-kühlen Witterung von Wachstumsproblemen, niedrigen Erträgen und schlechter Qualität geprägt. 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. Paprika und Gurken konnten im Gegensatz zu Paradeisern gute Preise erzielen.

Krenanbau:

Aufgrund eines verstärkten Rhizoctoniabefalls im Jahr 2003, wurden heuer an drei Standorten Beizversuche durchgeführt, die Auswertung ist derzeit im Gange. Das feuchte Klima hat sich sehr positiv auf die Qualität des Krens ausgewirkt.

Käferbohnenanbau:

Die Erträge waren im heurigen Jahr zufriedenstellend.

Maisanbau:

Der Maisanbau ist 2004 um 422 ha angestiegen und es waren fast 50 % der Ackerfläche im Bezirk Fürstfeld mit Mais bebaut. Bedingt durch die feucht kühlen Witterungsverhältnisse im Frühjahr wurde der Mais sehr spät angebaut, was eine deutliche Entwicklungsverzögerung nach sich zog. Dazu kam noch die ungünstige Witterung bei der Ernte, sodass der Mais erst extrem spät geerntet werden konnte. Die Erntefeuchte war sehr hoch und es gab auch vermehrt Probleme mit Kolbenverpilzung. Die Erträge waren gut, jedoch die Verkaufspreise sehr niedrig.

Der gesamte Bezirk Fürstfeld wurden als Maiswurzelbohrerbefallsgebiet verordnet und es sind seither besondere Maßnahmen gegen diesen gefährlichen Schädling, wie die Einhaltung einer zweijährigen Fruchtfolge oder die chemische Bekämpfung erforderlich.

Getreideanbau:

Auf 20 % der Ackerfläche wurde Getreide angebaut, der Pilzkrankheitsdruck sehr hoch, die Abreife erfolgte oft innerhalb kürzester Zeit, sodass die Erträge nur mittel und die Korngrößen schlecht waren. Der Herbstanbau war durch die ungünstige Witterung bei Wintergerste oft nicht möglich, Winterweizen und Winterroggen wurden teilweise verspätet angebaut.

Alternativkulturen:

Die Anbauflächen der **Eiweißfrüchte (Ackerbohne und Körnererbse)** sind 2004 um 108 ha auf 206 ha gesunken, ebenso haben die **Sojabohnenanbaufläche** mit 192 ha (-26 ha), die **Rapsanbaufläche** mit 11 ha (-8 ha) sinkende Tendenz aufgewiesen. Die Erträge waren bei Ackerbohne z. T. außergewöhnlich hoch, weil genug Niederschläge vorhanden waren und weniger befruchtete Schoten abgeworfen wurden. Bei Raps und Sojabohne waren die Erträge mittel.

Beachtenswert ist, dass die Anbaufläche bei **Sonnenblumen** stetig steigt und 2004 bereits 64 ha betragen hat. Dieser Trend wird sich bei Sonnenblume aufgrund des Pflanzenölprojektes zur Treibstoffherzeugung im Bezirk Fürstfeld weiter fortsetzen. Die Erträge bei Sonnenblume waren unterschiedlich, bei früher Ernte waren sie mittel, bei später Ernte waren Ertragsverluste die Folge.

Der **Öllein** hatte 2004 mit 121 ha Anbauflächen noch 1,3 % der Ackerfläche eingenommen, wobei damit zu rechnen ist, dass sich der Ölleinbau durch die Entkopplung der Produktion über GAP 03 reduzieren wird.

Stillegungsflächen:

Das Ausmaß reduzierte sich um 50 ha auf 858 ha. Durch die Errichtung von 3 Biogasanlagen wurden im Jahr 2004 vermehrt Verträge für Rohstoffbrachen abgeschlossen.

Ackersonderkulturen:

Die **Ölkürbisfläche** hat nach dem Rekordjahr 2003 (1172ha) um 255 ha auf 862 ha abgenommen. Der Ertrag war extrem schlecht, die Qualität ebenfalls schlecht.

Der **Feldgemüseanbau** blieb gleich bei rund 29 ha, die Fläche im Nachanbau stieg von 7 ha auf rund 16 ha.

Saatgutvermehrung:

Folgende Saatgutvermehrungsflächen wurden vom Saatbauverein HB/FF kultiviert:

Kultur	2004	Vergleich zu 2003
Wintergetreide	353,00 ha	+ 16,00 %
Sommergetreide	72,49 ha	- 39,73 %
Kartoffel	54,88 ha	+ 15,46 %
Alternativkulturen	76,53 ha	+ 23,12 %
Gras und Klee	23,40 ha	+ 0,73 %
Mais	17,45 ha	- 29,00 %
Kürbis	44,29 ha	- 64,00 %
Gesamtfläche	642,04 ha	

Kartoffel:

Die Anbaufläche ist gleich geblieben, der Ertrag war außergewöhnlich gut bei sehr schlechtem Preis.

Grünland:

Die Erträge waren gut, durch die gleichmäßige und ausreichende Niederschlagsverteilung haben sich die in den Trockenjahren geschädigten Grasnarben etwas erholen können. Auspflanzung (für ca. 20 ha) ist feststellbar.

Tabak:

Im Jahr 2004 haben 13 Tabakpflanzler auf einer Fläche von 19,5 ha Tabak angepflanzt.

In der Zeit der Jugendentwicklung nach dem Auspflanzen (Anfang bis Ende Mai) kam es aufgrund von Gewitterniederschlägen (Abschwemmungen, Verschlammungen, Pflanzenausfälle und Nachpflanzungen), aber auch aufgrund der niedrigen Temperaturen zu einer verlangsamten Entwicklung, was sich auch in einem ca. 14 Tage verspäteten Erntebeginn niederschlug.

In der Folge waren auch geringe Ausfälle durch Hagel und stauende Nässe zu beklagen. Ausfälle durch Virose und Blauschimmel waren im Jahr 2004 nicht zu beklagen.

Die nasskalte Witterung setzte sich während der Ernteperiode fort und erforderte eine genaue Trocknungsführung (Klappensteuerung, Zusatzventilatoren, etc.) um entsprechende Qualitäten zu erreichen.

All diese Gründe führten dazu, dass das Erntergebnis je nach Betrieb um bis zu 35 % geringer ausfiel als in den letzten beiden Jahren.

So konnten von Anfang Dezember 2004 bis März 2005 in Großwilfersdorf an 10 Übernahmemetagen 101 t Rohtabak übernommen werden, wobei die Qualität der übernommenen Tabake trotz der ungünstigen Bedingungen während der Trocknung mit rund 92 % Klasse I und II und lediglich 8 % Klasse III sehr gut ausfiel. Der Durchschnittspreis pro kg Tabak (Produktpreis; MWSt.; EU-Prämie) betrug 4,36 €.

Weinbau:

Die Weinbaufläche hat leicht zugenommen, die Erntemenge war durchschnittlich bei sehr guter Qualität mit stabilen bis steigenden Preisen.

Untersuchungsergebnisse

Die Untersuchungsergebnisse aller 26 im Bezirk Fürstenfeld 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	Polyzyklische 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 Fürstenfeld (KB 134); 1990.

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 - 2004.

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 Fürstenfeld - 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:

FA10B - Landwirtschaftliches Versuchszentrum
Ragnitzstrasse 193, 8047 Graz
Fachabteilungsleiter Hofrat Dipl. Ing. Josef Pusterhofer

Redaktion, Layout und Inhalt:

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

Druck:

FA1A - Präsidialangelegenheiten und Zentrale Dienste

