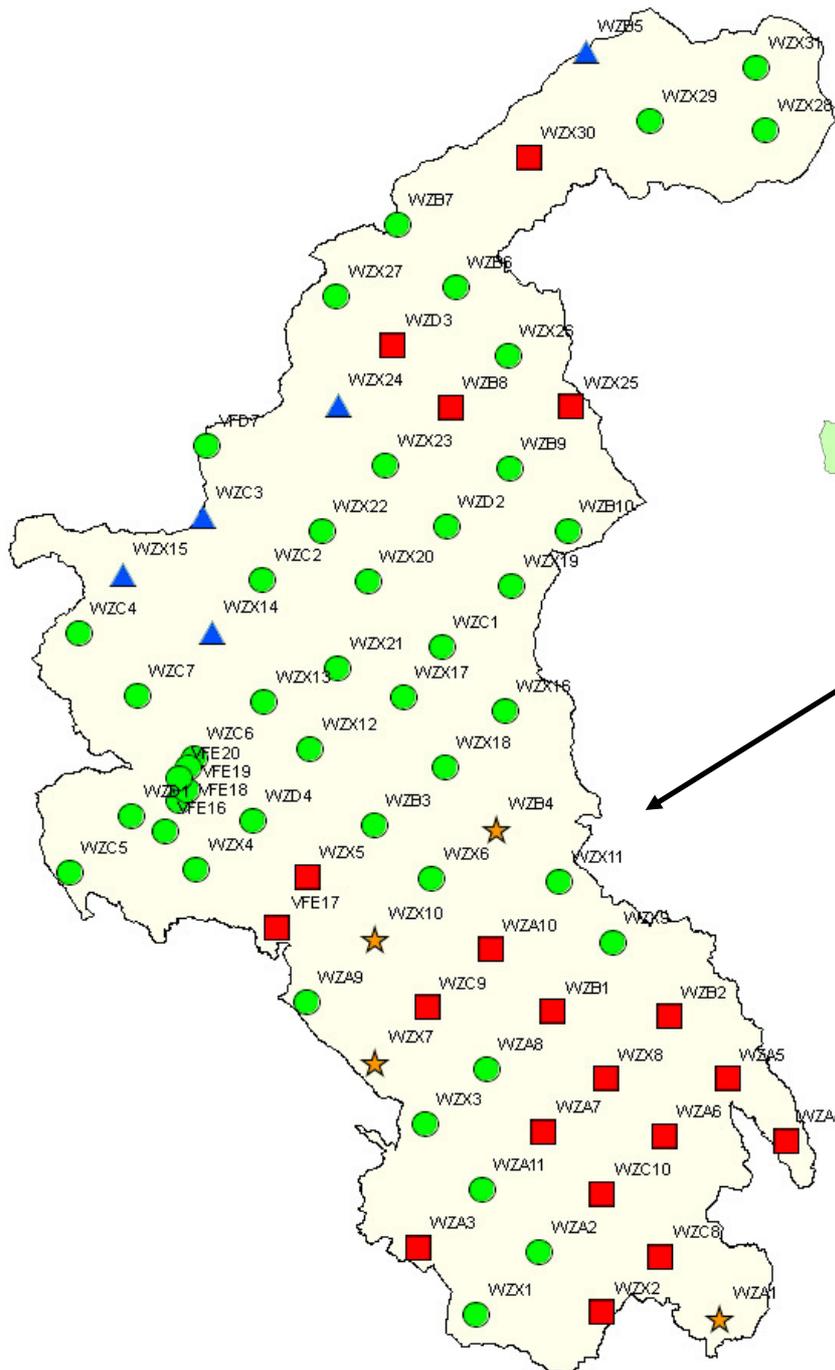


Bodenzustandsinventur Bezirk Weiz

Bodenschutz-
bericht

2008



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



Das Land
Steiermark

FA10B - Landwirtschaftliches
Versuchszentrum
Referat Boden- und Pflanzenanalytik



LANDESRAT JOHANN SEITINGER

Vorwort

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



In den vergangenen sieben Jahren wurde über die steirischen Bezirke Radkersburg, Leibnitz, Deutschlandsberg, Feldbach, Fürstenfeld, Hartberg und Murau berichtet.

Der vorliegende Bodenschutzbericht 2008 präsentiert die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Weiz 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 Seiting
Landesrat für Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Abfallwirtschaft, Wohnbau und Nachhaltigkeit.

Inhaltsangabe

	Seite
<u>Die Bodenzustandsinventur im Bezirk Weiz</u>	
Zusammenfassung	3
1. Zielsetzung und gesetzlicher Auftrag	6
2. Durchführung der Untersuchungen	7
3. Geologie	11
4. Bodentypen	15
5. Bodenbildendes Ausgangsmaterial	21
6. Erosion	23
7. Bodenverdichtung	25
8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur	27
Allgemeines	28
Allgemeine Bodenparameter und Nährstoffe	31
Sand, Schluff, Ton	31
Humus	33
pH-Wert	35
Kalk	37
Phosphor	39
Kalium	41
Magnesium	43
Bor	45
Die EDTA-extrahierbaren Spurenelemente Cu, Zn, Mn + Fe	47
Die austauschbaren Kationen Ca, Mg, K + Na	50
Das wasserextrahierbare Fluor	53

Inhaltsangabe

	Seite
Schwermetalle	55
Allgemeines	55
Kupfer	59
Zink	60
Blei	61
Chrom	62
Nickel	63
Kobalt	64
Molybdän	65
Cadmium	66
Quecksilber	67
Arsen	68
Untersuchung von Pflanzenproben	69
Organische Schadstoffe	71
Die chlorierten Kohlenwasserstoffe HCB, Lindan + DDT	71
Die polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe	73
Triazin - Rückstände	76
Die Landwirtschaft im Bezirk Weiz (Auszug aus dem Tätigkeitsbericht der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Weiz)	77
Untersuchungsergebnisse in ehemaligen Bergbaugebieten (Arzberg-Haufenreith, Straßegg)	87
Erläuterung der Abkürzungen	92
Literatur	93
Impressum	94

Zusammenfassung

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im Bezirk Weiz:

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 bis 2006 **1.000 Untersuchungsstandorte** in der Steiermark eingerichtet (**73 davon im Bezirk Weiz**) 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 Weiz.

Untersuchungsergebnisse:

Allgemeine Bodenparameter:

Der **Humusgehalt** fast aller im Bezirk Weiz untersuchten 73 Böden ist in Ordnung. Nur an drei Ackerstandorten ist er zu niedrig und sollte durch ackerbauliche Maßnahmen angehoben werden.

pH-Wert oder **Säuregrad**: Der Prozentsatz der als „sauer“ eingestuften Böden im Bezirk Weiz (37 %) entspricht jenem der landesweiten Bodenzustandsinventur. 93 Prozent der untersuchten Standorte liegen im weitgehend kalkfreien Bereich unter 1 % **Kalkgehalt** im Boden. Um einen ausreichend hohen Säuregrad im Boden zu erreichen bzw. zu erhalten sind daher Gesundungs- bzw. Erhaltungskalkungen notwendig.

Nährstoffe, Spurenelemente und das wasserlösliche Fluor:

Phosphor und **Kalium**: Die mittleren Gehalte beider Nährstoffe im Boden entsprechen dem Landesdurchschnitt. Beim Kalium ist der Großteil der untersuchten Standorte ausreichend versorgt und vier Böden liegen in der Gehaltsklasse „sehr hoch“. Beim Phosphor hingegen wurde an 60 % der landwirtschaftlich genutzten Flächen ein Nährstoffmangel festgestellt.

Zur Korrektur des Nährstoffangebotes im Boden sind Düngegaben exakt auf den jeweiligen Nährstoffbedarf der Pflanzen abzustimmen. An den überdüngten Flächen

sind die Düngegaben zu reduzieren. 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. Die Besitzer/Pächter der kontrollierten Flächen wurden von den Untersuchungsergebnissen informiert; außerdem sind sämtliche Analysendaten in anonymisierter Form im Internet einsehbar.

Magnesium: Vergleichbar mit der landesweiten Bodenzustandsinventur liegt der Großteil der im Bezirk Weiz 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 vier Ackerstandorten, wo ein sehr niedriger Borgehalt im Falle einer Kultivierung von borbedürftigen Pflanzen Probleme bereiten kann, ist eine entsprechende Düngemaßnahme in Erwägung zu ziehen.

Die pflanzenverfügbaren Spurenelemente Kupfer, Zink, Mangan und Eisen:

Wie bei der landesweiten Bodenzustandsinventur liegen die Spurenelementgehalte der untersuchten Weizer Böden beim Kupfer und Zink zum überwiegenden Teil im mittleren und bei Mangan und Eisen im hohen Versorgungsbereich.

Hohe Gehalte an Kupfer findet man fallweise in Böden von Sonderkulturen, wo die jahrelange Verwendung von kupferhaltigen Spritzmitteln zu einer Anreicherung des Spurenelementes geführt hat.

An einigen wenigen Standorten wurden niedrige Gehalte der Elemente Kupfer, Zink bzw. Mangan festgestellt – Mangelerscheinungen sind derzeit aber nicht bekannt.

Die austauschbaren Kationen Kalzium, Magnesium, Kalium und Natrium:

Die Nährstoffbilanz der im Bezirk Weiz untersuchten Standorte ist großteils in Ordnung. Probleme an einigen landwirtschaftlich genutzten Böden lassen sich aber meist durch eine Anhebung des pH-Wertes (Kalkung) 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. Die Ergebnisse an den Untersuchungsstellen im Bezirk Weiz sind mit dem landesweiten Durchschnitt (etwa 20 % Böden mit erhöhten Fluorgehalten) vergleichbar. Schädigungen an Pflanzen sind derzeit in der Steiermark auch bei Standorten mit sehr hohem Anteil an wasserlöslichem Fluor nicht bekannt.

Schwermetalle:

Durch die Auswertung von allen 1.000 Untersuchungsstellen in der Steiermark konnten die noch als normal geltenden und geogen üblichen Obergrenzen für Schwermetalle - die **Normalwerte** - neu berechnet werden. Bei den Untersuchungsstellen im Bezirk Weiz zeigte sich, dass 37 % der Böden diese Richtwerte überschreiten (der Prozentsatz der Normalwert-Überschreitungen für alle 1.000 Standorte in der Steiermark beträgt 46 %). Die erhöhten Gehalte sind zumeist auf die naturgegebene geogene Grundbelastung des bodenbildenden Ausgangsmaterials zurückzuführen und nur in Ausnahmefällen anthropogen bedingt (ehemalige Bergbautätigkeiten im Raum

Arzberg und am Strasseck, bzw. Einsatz von kupferhaltigen Spritzmitteln im Erwerbsobstbau). Anthropogen verursachte Einträge sind auch bei den ubiquitär vorhandenen Schadstoffen **Blei**, **Cadmium** und in geringerem Ausmaß beim **Zink** und **Molybdän** nachweisbar.

An den Standorten mit Grenzwertüberschreitungen wurden **Pflanzenproben** untersucht, wobei fallweise erhöhte Gehalte festgestellt wurden. Richtwerte der Futtermittel-Verordnung 2000 sind davon nicht betroffen.

Organische Schadstoffe:

HCB- und Lindan-Rückstände sind in den untersuchten Böden des Bezirkes Weiz nicht relevant.

DDT-Rückstände wurden nur in drei der kontrollierten Böden 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 um lokal eng begrenzte Rückstände mit sehr großer lokaler Variabilität.

Belastungen mit **polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen** sind ein Hinweis auf Schadstoffeinträge aus Verbrennungsprozessen. Im Bezirk Weiz liegen die Schadstoffrückstände bei den meisten untersuchten Standorten im normalen Bereich ubiquitärer Belastung. Nur drei Untersuchungsstandorte weisen eine starke Belastung auf. Zwei davon liegen im Bereich des ehemaligen Bergbaugebietes Arzberg, am dritten Standort konnten die nur in einem Untersuchungsjahr erhöhten Schadstoffgehalte durch Holzkohlestückchen im Boden erklärt werden.

Die Rückstandsuntersuchungen auf **Triazinherbizide** (Unkrautvernichtungsmittel) zeigen, dass die in den Jahren 1991 und 1992 an neun Ackerstandorten festgestellten **Atrazin-Rückstände** nach zehn Jahren nur mehr in zwei Böden nachzuweisen waren und auch dort ist der Gehalt auf ein Drittel bzw. Viertel des Ausgangswertes gesunken.

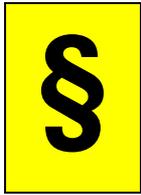
Das weitere Vorgehen

Die in diesem Bericht präsentierte Bodenzustandsinventur des Bezirkes Weiz 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 Weiz

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.

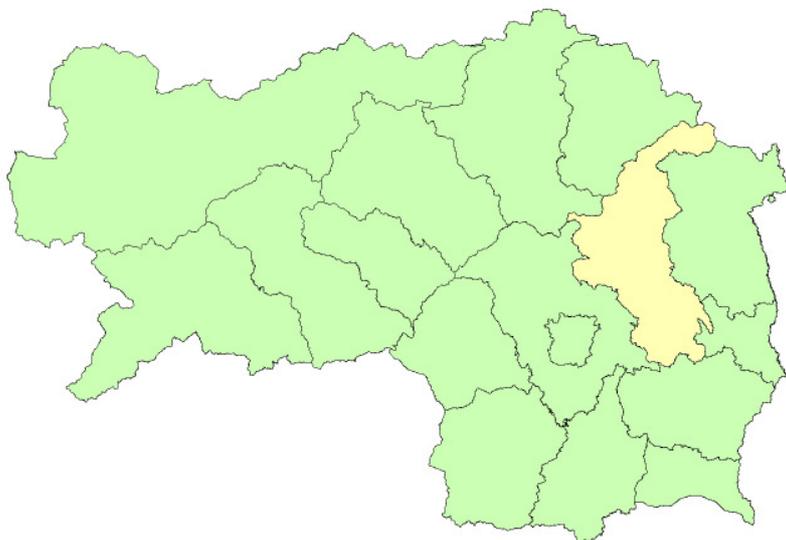


Der gesetzliche Auftrag dazu erfolgte 1987 durch das **Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzgesetz** (LGBl. Nr. 66 / 1987) und die **Bodenschutzprogrammverordnung** (LGBl. Nr. 87 / 1987).

Im **Bezirk Weiz** wurden in den Jahren 1991 - 2005 **73 Untersuchungsstandorte** im 4 x 4 km Rastersystem, sowie nach bodenkundlichen und umweltthematischen Kriterien eingerichtet.

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

Der vorliegende Bodenschutzbericht fasst die Ergebnisse aller Untersuchungen - in welche nun auch die bislang nicht diskutierten Ergebnisse der letzten 31 Verdichtungsstandorte mit einfließen - zusammen und stellt so ein umfassendes Bild der Bodenzustandsinventur des Bezirkes Weiz 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 Weiz ergaben sich 71 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 36 Rasterstandorten, welche es von der Bodenzustandsinventur zu erfassen galt. Ein Standort davon fällt in nicht beprobbares Gelände, sodass letztlich **35 Rasterstandorte** untersucht wurden. Die Bodenprobenahmen an diesen Untersuchungsstellen wurden 1991 begonnen und im Jahre 1996 (Wiederholungsprobenahmen) 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!

Nicht rasterstandorte:

Zur Abklärung spezieller Fragestellungen und um die Lücken im Untersuchungsnetz, welche durch den Wegfall von Standorten (Wald, nicht beprobbares Gelände) entstanden sind zu schließen, wurden **38 Nicht rasterstandorte** untersucht.

In Summe wurden im Bezirk Weiz **73 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 73 Untersuchungsstandorten im Bezirk Weiz **328 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 73 Untersuchungsstandorte:

Erstprobennahme	Standortbezeichnung	Anzahl der Standorte
1991	WZA 1-10, WZB 1-10, WZC 1-10	30*
1992	WZA 11	1*
1995	WZD 1-4	4*
1997	VFD 7, VFE 15-20	7
2000	WZX 1-30	30
2005	WZX 31	1

* Rasterstandorte

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

Standortnutzung

Flächenhafte Verteilung der Nutzungsformen im Bezirk Weiz:

Bodenfläche nach Nutzung in ha:

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen	Gesamtfläche**
1981	49.931,01	53.540,32	3.423,83	106.895,16
1991	49.139,94	53.780,90	4.012,84	106.933,68
2005	46.308,64	55.015,80	5.723,26	107.047,70

* inkl. Gärten und Almen

** Flächenänderungen vermessungstechnisch bedingt.

Bodenfläche nach Nutzung (% - Anteil):

Jahr	Landwirtschaftliche Nutzfläche*	Forstwirtschaftliche Nutzfläche	Sonstige Flächen
1981	46,7	50,1	3,2
1991	46,0	50,3	3,7
2005	43,3	51,4	5,3
Steiermark gesamt (2005)	33,4	57,1	9,5

* inkl. Gärten und Almen

Grob gesprochen wird etwa die Hälfte der Bezirksfläche von Weiz forstwirtschaftlich genutzt, die landwirtschaftlich genutzte Fläche ist etwas geringer. Aus dem zeitlichen Vergleich erkennt man, dass die landwirtschaftliche Nutzfläche zu Gunsten des Waldes und der sonstigen Flächen (Gewässer, verbaute Flächen) abnimmt.

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

Etwas mehr als die Hälfte der Betriebe weist eine Betriebsgröße unter 10 ha auf, wobei die Mehrzahl der Betriebe im Nebenerwerb geführt wird. Bei den größeren Betrieben hat wegen des erhöhten Waldanteils die forstwirtschaftliche Nutzung einen bedeutenden Anteil am Erwerb.

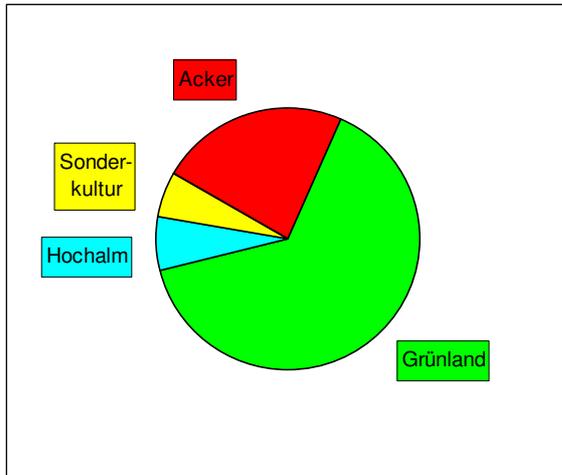
Auf den ebenen Terrassen und in den breiten Talböden dominiert der Ackerbau - vorherrschende Feldfrucht ist der Mais.

Große Bedeutung hat der Erwerbsobstbau, dem die Rücken und Oberhänge ideale klimatische Bedingungen bieten; im Raum Puch bei Weiz ist er sogar zur vorherrschenden Betriebsform geworden.

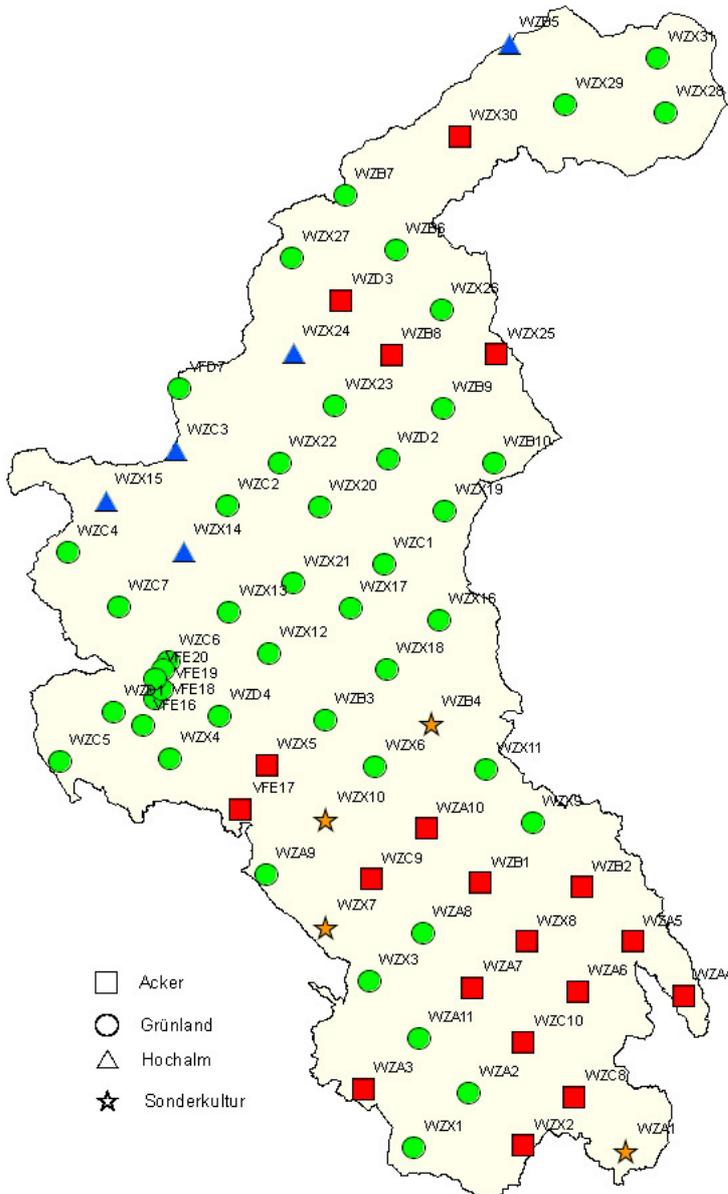
In den nicht bewaldeten Berglagen und im Bereich des Hügellandes findet man Grünlandnutzung in Verbindung mit Viehhaltung.

Quelle: Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25.000 der Österreichische Bodenkartierung: Kartierungsbereich Weiz (KB 99) 1985; Kartierungsbereich Gleisdorf (KB 35) 1977.

Die landwirtschaftliche Nutzung an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes:



64,4 % Grünland (47 Standorte)
 23,3 % Acker (17 Standorte)
 6,8 % Hochalm (5 Standorte)
 5,5 % Sonderkultur (4 Standorte)



Die Standorte **WZB 1** und **WZB 8** wurden zum Zeitpunkt der Erstbeprobung als Grünland genutzt und vor der Wiederholungsuntersuchung umgeackert, sodass sie nun als Wechselland anzusprechen sind. In der obigen Darstellung wurden sie als Acker gezählt.

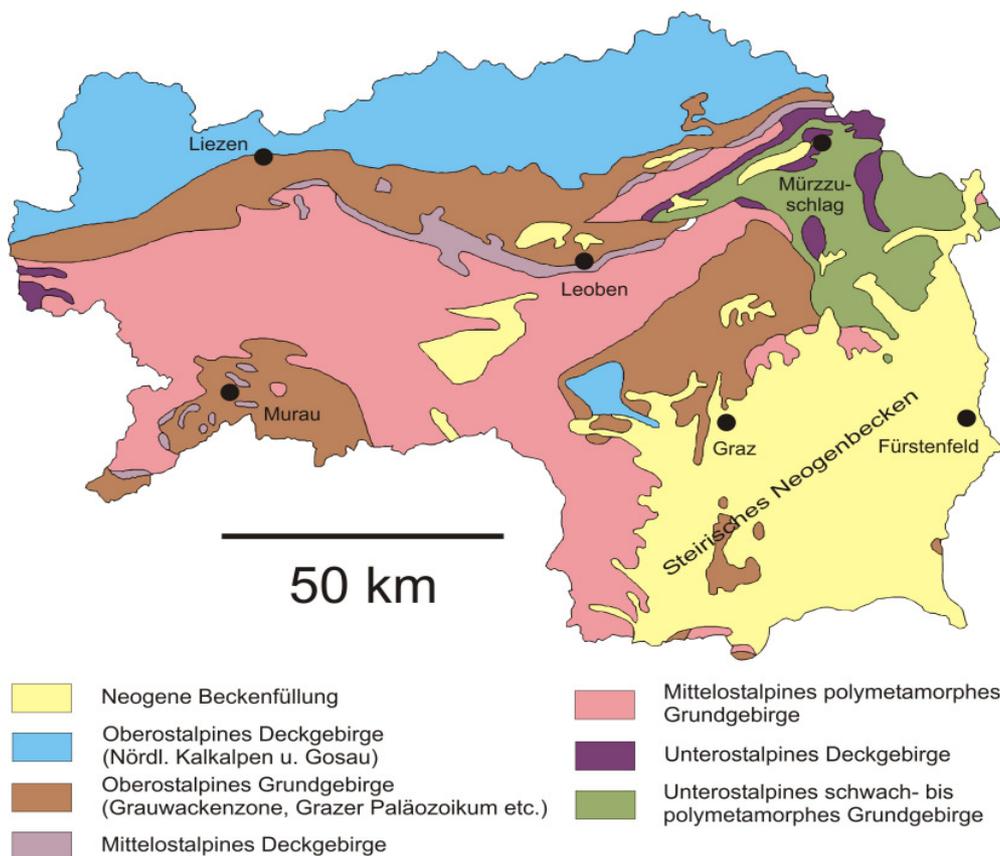
Dies ist insofern von Bedeutung, als bei der Interpretation der Untersuchungsergebnisse unter Umständen die geänderte Probennahmetiefe des Oberbodens (1991: 0-5 cm, 1992: 0-20 cm) geänderte Gehalte vortäuschen kann.

Die Lage der Untersuchungsstandorte im Bezirk Weiz

3. Geologie

Die Geologie der Steiermark

Geologie ist die Wissenschaft, die sich mit dem Aufbau und der Entwicklungsgeschichte unserer Erde beschäftigt. Als beschreibende Naturwissenschaft versucht sie durch Untersuchung der Gesteine deren Genese in Raum und Zeit zu erfassen und zu erklären. Durch Beobachten und Vergleichen werden physikalische Prozesse der Gegenwart auf Strukturen in Gesteinen übertragen und interpretiert. Die Plattentektonik gilt als Motor der endogenen Prozesse und beeinflusst auch die exogene Formgebung und damit die morphologische Gestaltung unserer festen Erde mit. Die Paläontologie, als Wissenschaft mit der Entwicklungsgeschichte des Lebens auf der Erde befasst, trägt wesentlich zum Verständnis der Entwicklungsabläufe auf der belebten Erde bei und bringt diese in einen relativen zeitlichen Zusammenhang. Sie liefert auch Aussagen zu ehemaligen ökologischen Gegebenheiten, hilft uns Bilder urzeitlicher Landschaften zu entwerfen und liefert Antworten bei rohstoffwirtschaftlichen Fragestellungen.



Die geologische Einteilung der Steiermark erfolgt primär nach tektonischen Einheiten. Dabei werden Gesteinseinheiten zusammengefasst, die im Laufe der Erdgeschichte entstanden sind und bei großen Bewegungen in der Erdkruste zu bestimmten Erdzeitaltern transportiert wurden. Vor allem die alpidische Gebirgsbildung - die Annäherung der europäischen und afrikanischen Kontinentalplatten - ist ausschlaggebend für die heutige Anordnung der geologischen Baueinheiten. Der komplizierte geologische Aufbau des Alpenkörpers spiegelt eine wechselvolle erdgeschichtliche Entwicklung wider, an dessen Erforschung noch intensiv gearbeitet wird.

Ein kompliziert verfalteter und übereinander geschobener Stapel von mächtigen Gesteinsdecken wird in unserem Bundesland durch drei große Ostalpen – Deckensysteme gegliedert. Diese Einheiten werden in den inneralpinen Talungen (z.B. Mur-, Mürztal) und im Steirischen Becken von erdgeschichtlich jungen Ablagerungsgesteinen (Sedimente) überlagert.

Als tiefste Einheit (Unterostalpin) werden in der Steiermark umgewandelte (metamorphe) Gesteine des Erdaltertums zusammengefasst. Diese Gesteine entstanden vorwiegend im Erdaltertum und bilden die geologische Basis der Fischbacher Alpen und des Jogllandes. Neben ehemaligen Sedimentgesteinen findet man hier auch magmatische Gesteine, die im Zuge von Gebirgsbildungsprozessen durch erhöhte Druck- und Temperaturbedingungen umgewandelt (metamorph) wurden und heute als Glimmerschiefer und Grobgnais vorliegen.

Darüber liegt der mittelostalpine Deckenstapel (Mittelostalpin). Zu dieser Einheit gehören auf steirischer Seite die Gebirgszüge der Niederen Tauern, Seetaler Alpen, Koralpe, Gleinalpe, Stubalpe, Rennfeld und das Kristallin von St. Radegund. Auch hier treten überwiegend Umwandlungsgesteine (Kristallingesteine), wie beispielsweise Glimmerschiefer, Marmor, Amphibolit, Gneis auf.

Der höchsten Deckeneinheit (Oberostalpin) werden neben den Nördlichen Kalkalpen, der Grauwackenzone (ein südlich anschließender schmaler Streifen) auch die Gesteine des Grazer Berglandes und der Umgebung von Weiz, Turrach sowie Sausal und Remschnigg zugeordnet. Während die Sedimente der Nördlichen Kalkalpen und der Kainacher Gosau aus dem Erdmittelalter (Mesozoikum) stammen, werden die teilweise erzführenden Ablagerungen des oberostalpinen Grundgebirges in das Paläozoikum (Erdaltertum) gestellt.

In der Süd- und Oststeiermark werden die bisher genannten Einheiten von Ablagerungsgesteinen aus der Erdneuzeit (Känozoikum) überlagert. Diese sedimentäre Entwicklung, in die auch Vulkangesteine eingeschaltet sind, dokumentiert eine wechselvolle Bildungsgeschichte im Steirischen Becken - eine Randbucht des Pannonischen Beckens am Ostrand des Alpenbogens. Seine nördliche und westliche Umrahmung bilden geologisch mannigfaltige Gesteine des Erdaltertums wie Kristallingesteine (Wechsel, Raabalpen, Muralpen, Koralpen) und Karbonatgesteine des Grazer Raumes. Eine Gliederung des Steirischen Beckens erfolgt durch die N-S verlaufende Mittelsteirische Schwelle, die durch die Bergzüge Plabutsch-Sausal-Poßruck obertägig markiert ist. Die NNE-SSW-verlaufende Südburgenländische Schwelle trennt das Steirische vom Pannonischen Becken. Durch diese Aufragungen des Untergrundes kam es zu verschiedenen Entwicklungen in den Teilbecken, die sich nicht nur in der unterschiedlichen Sedimentmächtigkeit wie zum Beispiel 800 m tiefes Weststeirisches und um 4.000 m tiefes Oststeirisches Becken dokumentieren. Die Bildung dieser Becken und die damit in Zusammenhang stehende gleichzeitige Verfüllung begann vor ca. 20 Millionen Jahren. Als Sedimente kommen Sande, alternierend mit Tonen und Kiesen, vor. Diese Abfolge begründet sich auf den Wechsel von marinen, limnischen und fluviatilen Ablagerungsmechanismen.

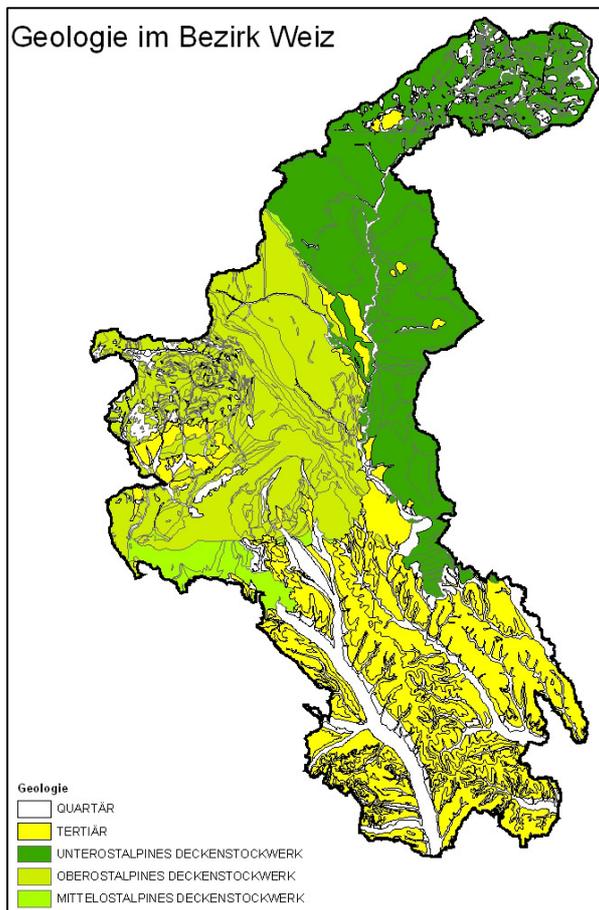
Die quartären Ablagerungen umfassen Bildungen der letzten 1,8 Millionen Jahre. Den größeren Anteil hat das durch einen klimatischen Wechsel von Kalt- und Warmzeiten charakterisierte Pleistozän, die letzten 10.000 Jahre entfallen auf die geologische Jetztzeit, das Holozän.

Während der Kaltphasen des Pleistozäns baute sich in den Alpen eine mächtige Vergletscherung, ein so genanntes Eisstromnetz, auf. Im Bereich des Randgebirges (Steirisches Randgebirge, Wechsel) kam es nur noch zur Ausbildung von Kar- und kurzen Talgletscherzungen. Außerhalb des glazialen Gebietes herrschte im Pleistozän glazifluviale bzw. rein periglaziale Morphodynamik.

Känozoikum (Erdneuzeit)	1,8	Quartär	5,3	Pliozän		
	23,8	Neogen	23,8	Miozän	7,1	Pontium
					11,5	Pannonium
					13,6	Sarmatium
					16,4	Badenium
					17,3	Karpatium
18,0	Ottnangium					
65	Paläogen					
Mesozoikum (Erdmittelalter)	142	Kreide				
	205	Jura				
	250	Trias				
Paläozoikum (Erdaltertum)	290	Perm				
	354	Karbon				
	417	Devon				
	443	Silur				
	495	Ordovizium				
	545	Kambrium				
Präkambrium	4600					

Geologische Zeittafel
(in Millionen Jahren)

Beitrag von:
Dr. Ingomar Fritz, Landesmuseum Joanneum – Geologie & Paläontologie, Graz



Karte: GIS

Die geologischen Großräume im Bezirk Weiz:

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

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

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

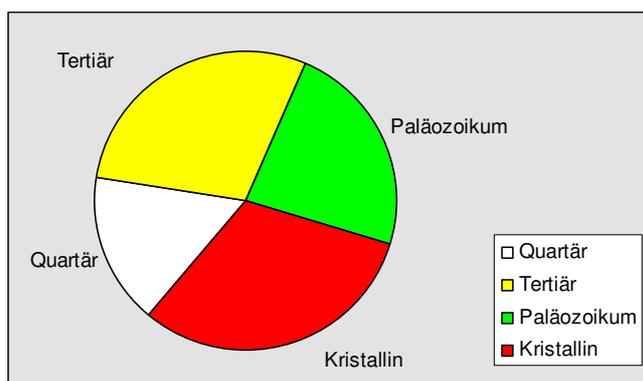
Paläozoikum: Dazu zählen geologische Formationen aus der Zeit des Erdaltertums von ca. 230 - 580 Millionen Jahren. In der Steiermark handelt es sich um die Gebiete des Weizer- und Grazer Paläozoikums, sowie kleinerer Bereiche im Sausal.

Ebenfalls aus diesem Zeitraum stammt die **Grauwackenzone** (GWZ). Ihre Gesteine sind sehr erzeich und sie erstreckt sich im Wesentlichen im Bereich zwischen den Kalkalpen und dem kristallinen Großraum.

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

Die Verteilung der 73 Standorte des Bodenschutzprogrammes hinsichtlich der geologischen Großräume:

Geologischer Großraum	Standortbezeichnung	Anzahl Standorte
Quartär	WZA 2, 6, 10 + WZC 8, 9 + WZX 6, 8, 29 + VFE 15, 17, 18, 20	12
Tertiär	WZA 1, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11 + WZB 1, 2, 3, 4 + WZC 7, 10 + WZX 1, 2, 3, 5, 7, 9, 10	21
Paläozoikum	WZC 2, 3, 4, 5, 6 + WZD 1, 4 + WZX 4, 12, 13, 14, 15, 17, 21 + VFD 7 + VFE 16, 19	17
Kristallin	WZB 5, 6, 7, 8, 9, 10 + WZC 1 + WZD 2, 3 + WZX 11, 16, 18, 19, 20, 22 - 28, 30, 31	23



Verteilung der untersuchten Standorte in den geologischen Großräumen.

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.

Man unterscheidet folgende Bodentypen:

Niedermoore:

Niedermoore entstehen bei der Verlandung von stehendem oder langsam fließendem Gewässer bei Vorhandensein eines bestimmten Pflanzenbestandes (Seggen, Schilf und Braunmoose). Aus diesen Pflanzen bildet sich Torf, der - besonders nach Entwässerung - durch Zersetzung und Vererdung (Einschwemmung, zum Teil auch Einwehung von Mineralstoffen) langsam zu Boden wird. Niedermoorböden sind relativ mineralstoffreich.

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 Auddynamik (d. h. Wasserdurchpulsung in Abhängigkeit vom Wasser des dazugehörigen Gerinnes) aufweisen. Sie zeigen der Art ihrer Ablagerung entsprechend oft einen geschichteten Aufbau. Infolge ihres geringen Alters verfügen sie noch über einen hohen Mineralbestand.

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

Gleye:

Unter einem Gley versteht man einen Mineralboden, in dem durch Grundwasser-Einfluss chemisch-physikalische Veränderungen eingetreten sind. Gleyhorizonte sind vor allem an den charakteristischen Flecken, oder an einer typischen Verfärbung des gesamten Horizontmaterials zu erkennen. Die Verfärbungen entstehen durch Sauer-

stoffmangel (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.

Podsole:

Podsol ist ein russischer Bauernname, der „Ascheboden“ bedeutet. Böden der Podsolgruppe enthalten nämlich unter der Humusaufgabe einen aschgrauen Bleichhorizont, der kaum organische Substanz enthält. Podsole entstehen durch kühles, niederschlagsreiches Klima, welches im Boden sogenannte Podsolierungsprozesse auslöst. Es handelt sich um stark saure Böden, welche kaum Nährstoffe enthalten und ein sehr schlechtes Speichervermögen besitzen.

Man unterscheidet Semipodsole und Typische Podsole.

Pseudogleye:

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

Staunasse 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, Relikt pseudogley 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.



Bodenkundler bei der Arbeit (Dr. Max Eisenhut, Ing. Leo Steiner)

Bodentypen in den einzelnen Landschaftsräumen des Bezirkes Weiz:

Entsprechend der geologischen Entwicklung und der Oberflächenausformung finden wir im Bezirk Weiz eine große Vielfalt an Böden, welche sich grob gesehen in folgende Landschaftsräume aufgliedern lassen:

Die Talböden entlang der größeren Gerinne:

Die Auböden im unmittelbaren Uferbereich der größeren Gerinne sind aus jungem, sandigen Schwemmmaterial entstanden. Gegen die Talbodenränder der Raab hin schließt eine breite Zone aus schwerem Aulehm an. An den kleineren Bächen fehlt die Aue meist völlig, dort wird der schmale Talboden nur von den Schwemmfächern und Schlepphängen erfüllt. Vernässte Flächen in Talrand- und Muldenpositionen wurden oft durch Meliorationsmaßnahmen verändert und ließen auf kleinem Raum verschiedenste Bodenformen entstehen (Anmoor, Gleyböden, Pseudogleye).

Die Böden auf den eiszeitlichen Terrassen:

Da die Schluff-Lehmdecke eine einheitliche Zusammensetzung aufweist, ist die Bodenbildung hier hauptsächlich von der Oberflächenausformung abhängig. Die ebenen Teile der Terrasse tragen häufig einen entwässerten Pseudogley, der durch Drainage eines Typischen Pseudogleys entstand und wechselfeucht ist.

Die Böden des Tertiär-Hügellandes:

Typisch für die Böden dieses Naturraumes ist die große Vielfalt an verschiedensten Bodenformen, welche sich oft kleinräumig abwechseln. Ein besonderes Charakteristikum des Tertiär-Hügellandes sind die Rutschhänge. Sie treten überall dort auf, wo lehmig-schluffige (wasserstauende) mit sandigen (wasserdurchlässigen) Schichten wechseln.

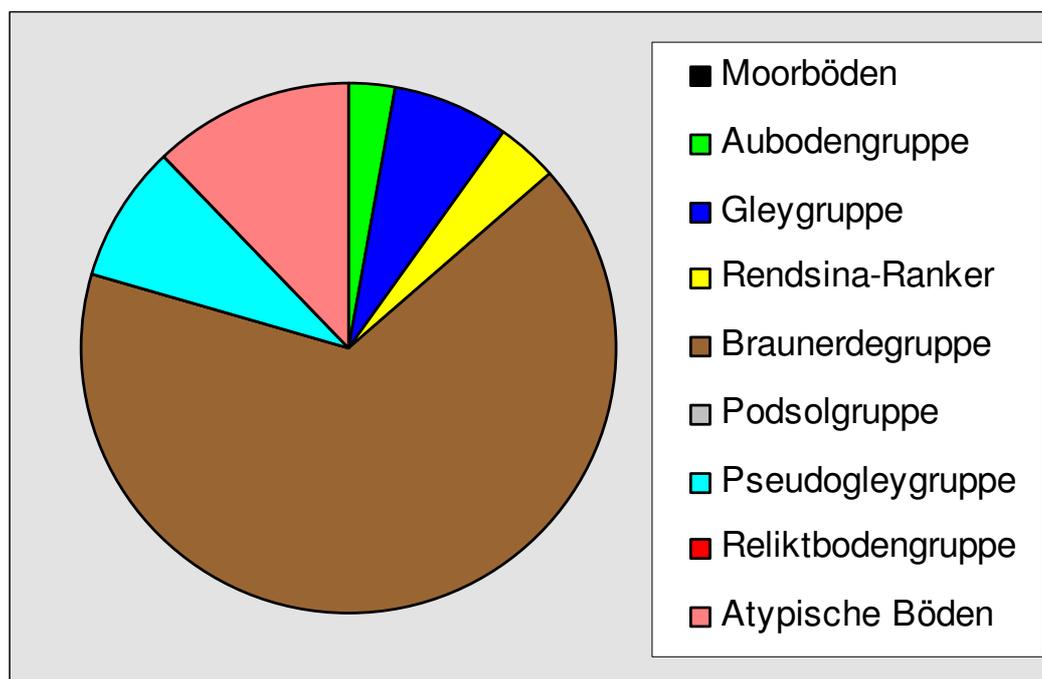
Die Böden auf anstehendem Gestein und im Bergbereich:

Entsprechend der Vielfalt an Ausgangsmaterialien (kristalline Schiefer, Kalk, Dolomit, Ton- und Grünschiefer, Gneis und Hornblenden) ist auch das Spektrum der Bodenformen sehr abwechslungsreich. Zur Untergliederung wird in erster Linie zwischen kalkigem und kalkfreien Muttergestein unterschieden.

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

Bodentypen	ha	%	Standorte im Bodenschutzprogramm	
			Bezeichnung	Anzahl
Moorböden	17	0,04	---	0
Aubodengruppe	2.632	6,24	VFE 18, 20	2
Gleygruppe	4.563	10,82	WZA 2, 6, 10 + WZX 2 + VFE 17	5
Rendsina - Ranker	1.078	2,56	WZB 5, 8 + WZX 11	3
Braunerdegruppe	24.028	56,97	alle übrigen Standorte	48
Podsol	0	0,00	---	0
Pseudogleygruppe	2.786	6,61	WZA 9 + WZB 2, 3 + WZC 9 + WZX 1, 9	6
Reliktbodengruppe	697	1,65	---	0
Atypische Böden	6.373	15,11	WZA 1, 3, 4, 7 + WZB 7 + WZC 10 + WZX 10, 18 + VFE 15	9
Summe:	42.174	100,00		73

Die von der Bodenkartierung erfasste Fläche von 42.174 ha entspricht der landwirtschaftlichen Nutzfläche des Bezirkes zum Zeitpunkt der bodenkundlichen Erfassung.



Verteilung der untersuchten Standorte

Quellen:

Erläuterungen zur Bodenkarte 1:25.000 der Österreichische Bodenkartierung:
 Kartierungsbereich Weiz (KB 99) 1985;
 Kartierungsbereich Gleisdorf (KB 35) 1977.

Bodenprobennahmen



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

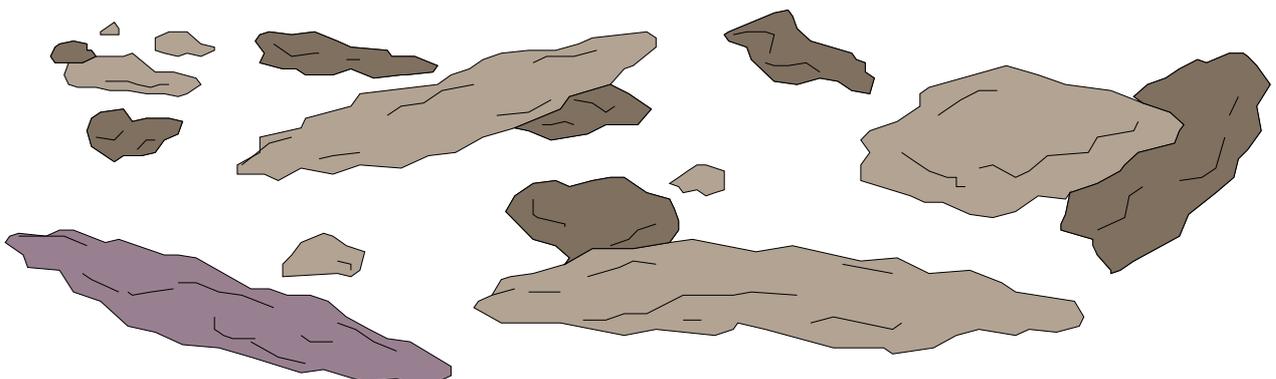
Grobe Lockersedimente
Schotter
Moräne
Hangschutt

Feine Lockersedimente

Grobe und feine Lockersedimente gemischt

Anthropogene Ausgangsmaterialien (Planiermaterial)

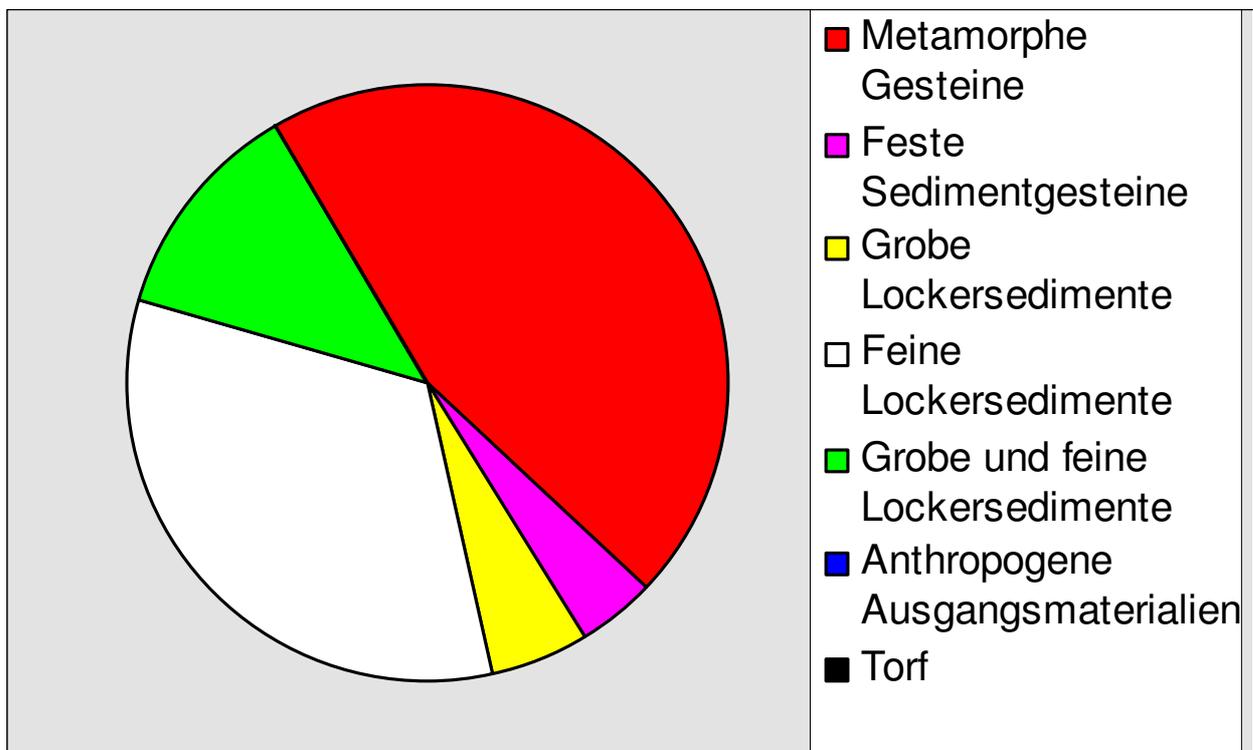
Torf



Die Verteilung des bodenbildenden Ausgangsmaterials im Bezirk Weiz:

Ausgangsmaterial	Standorte	Anzahl
Vulkanite	---	0
Metamorphe Gesteine	alle übrigen Standorte	33
Feste Sedimentgesteine	WZC 3 + WZX 14, 15	3
Grobe Lockersedimente	WZC 1, 4, 5 + WZX 31	4
Feine Lockersedimente	WZA 1 - 10 + WZB 2, 3 + WZC 8, 9, 10 + VFE 17, 18 + WZX 1, 2, 6, 8, 9, 10, 29	24
Feine und grobe Lockersedimente	WZA 11 + WZB 1, 4 + WZC 7 + WZX 3, 5, 7 + VFE 15, 20	9
Anthropogene Ausgangsmaterialien	---	0
Torf	---	0

Das bodenbildende Ausgangsmaterial der im Bezirk Weiz untersuchten Standorte besteht aus metamorphen Gesteinen, festen Sedimentgesteinen und Lockersedimenten.



Das bodenbildende Ausgangsmaterial der untersuchten Standorte

6. Erosion

Geologen und Geographen verstehen unter Erosion die ausfurchende und einschneidende Wirkung des fließenden 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**:

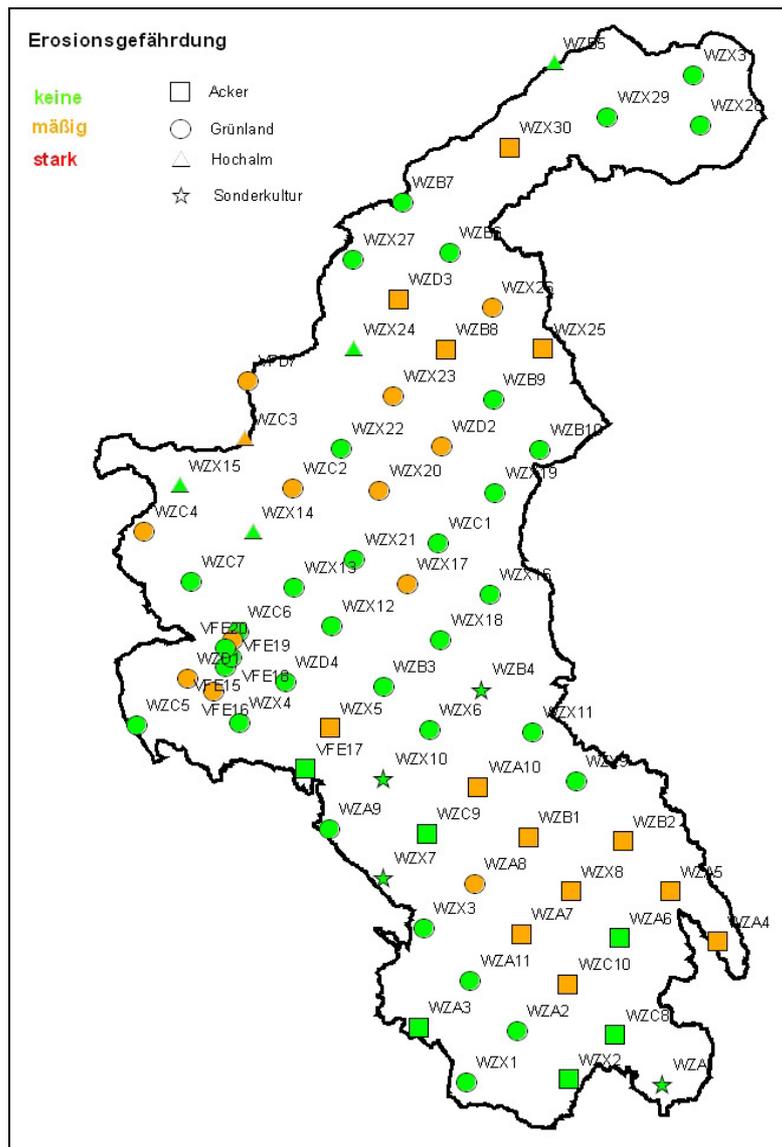
Erosionsgefährdung:	stark	mäßig	keine
Acker	> 10°	5 - 10°	0 - 4°
Wald	---	≥ 25°	0 - 24°
Grünland, Obstanlagen	---	≥ 20°	0 - 19°
Weinanlagen	---	≥ 10°	0 - 9°

Da keiner der ackerbaulich genutzten Untersuchungsstandorte über 10° Hangneigung aufweist, wurden keine Flächen als **stark** erosionsgefährdet eingestuft.

Von den 73 Untersuchungsstellen des Bodenschutzprogrammes im Bezirk Weiz sind nach dieser groben Abschätzung 26 Standorte **mäßig** stark erosionsgefährdet.

An den übrigen 47 Untersuchungsstandorten besteht **keine** Gefahr von Erosion.

Die Erosionsgefährdung der Untersuchungsstandorte im Bezirk Weiz:



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

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

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; siehe Seite 29):

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

8. Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur

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

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

Die **Internet - Adresse** lautet:

www.bodenschutz.steiermark.at

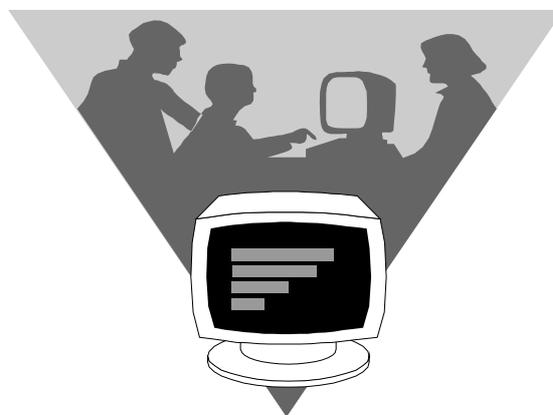
Die Abfrage erfolgt mittels Hotlink-Werkzeug (Blitzsymbol) durch Anklicken des gewünschten Standortes in der Übersichtskarte (eventuell vorher Zoomfunktion verwenden).

Für jeden Standort sind

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

in übersichtlicher Form dargestellt.

Weitere vielfältige Informationen zum Thema Umweltschutz in der Steiermark sind im Landes-Umwelt-Informationssystem (LUIS) unter **www.umwelt.steiermark.at** abrufbar.



Übersicht Bodenschutzberichte

Seit dem Jahr **1988** wurde entsprechend der gesetzlichen Vorgabe dem Steiermärkischen Landtag jährlich ein Bodenschutzbericht zur Kenntnis gebracht.

Folgende Themen wurden darin behandelt:

Bodenschutzberichte 1988 - 1997:

Die ersten zehn Jahre der Berichtslegung behandelten den damals aktuellen Stand der Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes.

Bodenschutzbericht 1998 (Steiermark-Raster):

Die Ergebnisse der Bodenzustandsinventur im 4x4 km - Raster (392 Standorte). Erste Grundlagen für Beurteilungskriterien (Normalwerte, Analysenfehler).

Bodenschutzbericht 1999 (Potentielle Kontaminationsflächen):

Bodenbelastungen auf Grund von geologischen Besonderheiten und Umwelteinflüsse menschlichen Ursprungs (historischer Bergbau, Industrie, Verkehr, Tontaubenschießplätze).

Bodenschutzbericht 2000 (Die Variabilität von Bodenparametern):

Erste Ergebnisse zur Bodendauerbeobachtung (10-Jahreskontrolle von 109 Nichttrasterstandorten).

Ergebnisse des einjährigen Projektes "Untersuchungen zur zeitlichen und örtlichen Variabilität von Bodenparametern".

Bodenschutzberichte ab 2001:

Bezirksweise Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse der Bodenzustandsinventur.

Jahr	Bodenzustandsinventur
2001	Bezirk Radkersburg
2002	Bezirk Leibnitz
2003	Bezirk Deutschlandsberg
2004	Bezirk Feldbach
2005	Bezirk Fürstenfeld
2006	Bezirk Hartberg
2007	Bezirk Murau
2008	Bezirk Weiz

Anforderung von Berichten:

Frau Mag. Dr. Gertrude Billiani

Tel.: 0316-877-6651

E-mail: gertrude.billiani.stmk.gv.at

Geplante Bodenschutzberichte:

- Weiterführung der zusammenfassenden Präsentation der Bodenzustandsinventur für die noch ausständigen steirischen Bezirke.
- Die Bodenzustandsinventur der Steiermark (Zusammenfassung).
- Schwermetalle in Pflanzen (frühestens 2017).

Alle Bodenschutzberichte ab 1998 sind im Internet unter <http://www.umwelt.steiermark.at/cms/beitrag/10215574/2998692/> als pdf-File der Öffentlichkeit zugänglich.

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, lufttrockenen 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 ± Vertrauensbereich

Der Begriff „**Vertrauensbereich (VB)**“ wird statistisch definiert als die zweifache kombinierte Messunsicherheit, in welche alle Fehlerquellen von der Probenahme bis zur Endberechnung eines Untersuchungsparameters summarisch eingehen (in früheren Berichten wurde anstelle des Vertrauensbereiches der Begriff „Analysefehler“ verwendet).

Der Vertrauensbereich ist - egal ob man ihn absolut oder prozentuell ausdrückt - konzentrationsabhängig. Das heißt, der für einen Untersuchungsparameter angegebene Vertrauensbereich gilt nur für einen konkreten, engen Gehaltsbereich.

Die Berechnung des Vertrauensbereiches erfolgt üblicherweise aus der Standardabweichung von Mehrfachbestimmungen nach: $VB = 2 \times STABW$.

Damit alle Fehlerquellen zum Tragen kommen, müssen die Mehrfachbestimmungen an getrennt gezogenen Proben durchgeführt werden. Da Untersuchungsdaten von Böden in der Regel eine sehr geringe temporäre Variabilität aufweisen (vergleiche Bodenschutzbericht 2000), wurden für die Berechnung des Vertrauensbereiches die Analysenergebnisse der Erst- und Wiederholungsuntersuchungen aller Bodenschutzstandorte herangezogen. Nach einer Ausreißereliminierung wurde die Ausgleichsgerade berechnet und der Vertrauensbereich für den Mediangehalt steirischer Böden ermittelt. Die nachstehende Tabelle ist eine Zusammenfassung dieser Schätzwerte für den Vertrauensbereich am Mediangehalt steirischer Böden.

Durchschnittsgehalte im Oberboden und Vertrauensbereiche (VB):

Parameter	Einheit	Mediangehalte (Bez. Weiz)	Mediangehalte (Steiermark)	Vertrauensbereich (geschätzt)
Sand	%	36,00	35,00	2,10*
Schluff	%	46,00	48,00	2,94*
Ton	%	18,00	16,00	2,35*
Humus	%	6,05	6,15	0,95
P2O5	mg/100g	6,50	6,00	3,14
K2O	mg/100g	15,50	16,00	5,97
pH-Wert	---	5,39	5,43	0,24
CaCO ₃ > 0	%	3,23	3,50	1,78
CaKat	mg/100g	265,50	242,50	37,88
MgKat	mg/100g	21,33	24,00	5,46
KKat	mg/100g	12,41	12,00	5,37
NaKat	mg/100g	1,25	1,20	0,50
Mg	mg/100g	14,50	17,00	3,45
Bor	mg/kg	0,35	0,38	0,30
EDTA-Cu	mg/kg	4,70	5,30	1,01
EDTA-Zn	mg/kg	6,50	7,45	2,43
EDTA-Mn	mg/kg	327,50	299,50	56,36
EDTA-Fe	mg/kg	481,50	538,25	128,81
Fluor	mg/kg	0,46	0,49	0,15
Cu	mg/kg	27,25	25,13	3,49
Zn	mg/kg	96,50	94,95	11,73
Pb	mg/kg	22,00	27,44	4,06
Cr	mg/kg	36,97	39,93	5,86
Ni	mg/kg	26,65	26,35	3,33
Co	mg/kg	13,10	12,70	1,66
Mo	mg/kg	0,77	0,89	0,13
Cd	mg/kg	0,27	0,28	0,06
Hg	mg/kg	0,12	0,13	0,04
As	mg/kg	11,70	11,55	1,70
PAH-Summe	µg/kg	52,85	65,00	26,08

* Da die Bestimmung der drei Korngrößenfraktionen nur bei der Erstprobennahme erfolgte, wurde der Vertrauensbereich der Parameter Sand, Schluff und Ton aus den Ergebnissen von Ringversuchen geschätzt (ohne Probenahmefehler).

Die Tabelle zeigt einen Vergleich der **Mediangehalte** der untersuchten Parameter in den Oberböden aller 1.000 Untersuchungsflächen in der Steiermark und der Untersuchungsstandorte im Bezirk Weiz, sowie die geschätzten Vertrauensbereiche beim Mediangehalt der Steiermark.

- Beim Vergleich der Durchschnittsgehalte der Steiermark mit jenen der Böden im Bezirk Weiz lassen sich **keine wesentlichen Unterschiede** erkennen. Die Mediangehalte der Weizer Böden entsprechen bei allen Untersuchungsparametern den gesamtsteirischen Durchschnittswerten.

Allgemeine Bodenparameter und Nährstoffe:

Zur Beurteilung der Untersuchungsergebnisse werden in erster Linie die " Richtlinien für sachgerechte Düngung" - 6. Auflage des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft von 2006 herangezogen.

Die Hochalmstandorte, sowie die forstwirtschaftlich genutzten Standorte wurden näherungsweise wie Grünland beurteilt.

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 L1061-2.



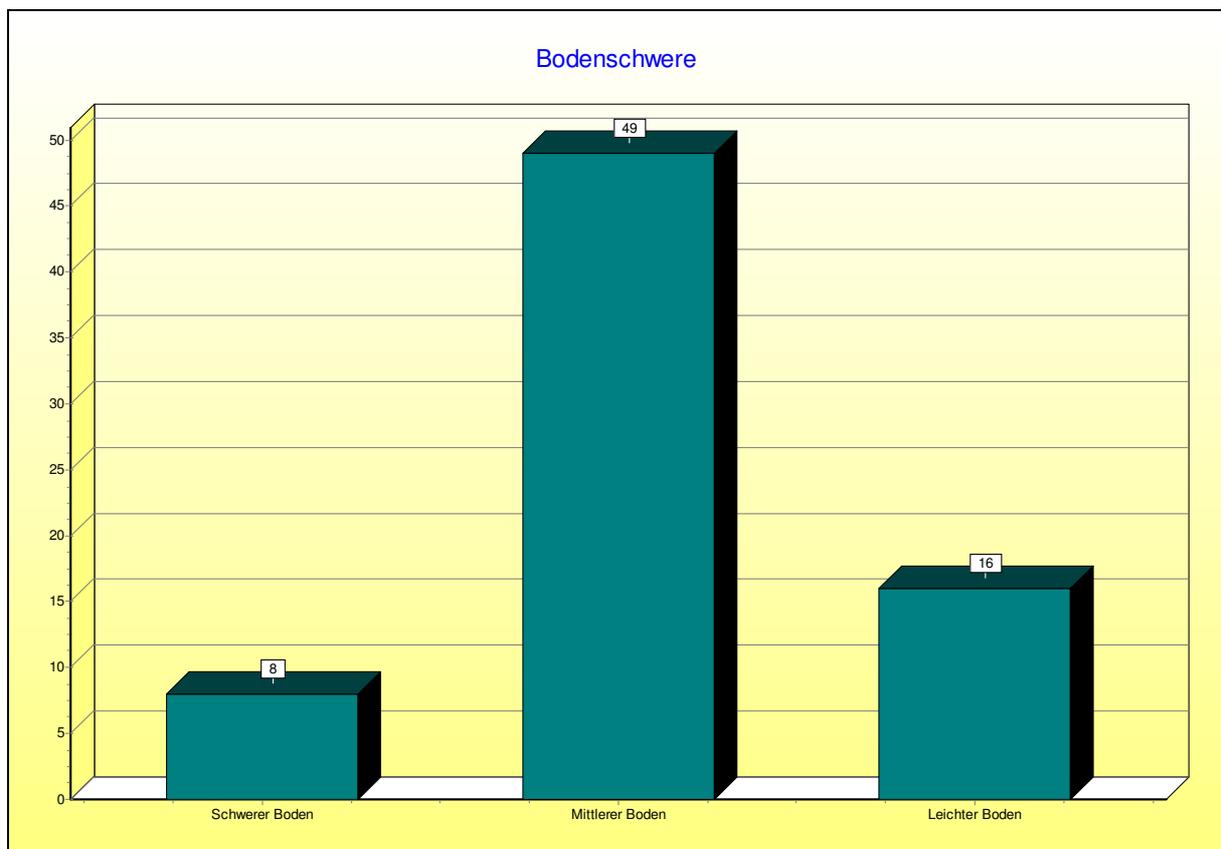
Untersuchungsergebnisse:

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

Bodenschwere	Anzahl Standorte		
	„schwer“	„mittel“	„leicht“
Grünland	4	30	13
Acker	2	13	2
Hochalm	1	4	-
Sonderkultur	1	2	1
Alle Standorte in WZ in %	11 %	67 %	22 %
Steiermark in %	13 %	45 %	42 %

→ Im Bezirk Weiz findet man deutlich weniger leichte Böden als im Landesschnitt; der Anteil der mittelschweren Böden ist dafür entsprechend höher.

Die Standorte **WZA 3 + 9, WZB 3, WZC 3, 4 + 10** und **WZX 6 + 7** sind dem speziellen Bodentyp eines **Lehmbodens** mit einem Tongehalt zwischen 25 und 40 % zuzuordnen. Als **Lehm** werden generell Böden mit ungefähr gleichmäßigen Anteilen aller drei Korngrößenfraktionen (Sand, Schluff und Ton) bezeichnet.



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 metallorganische 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 beigefügten 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.

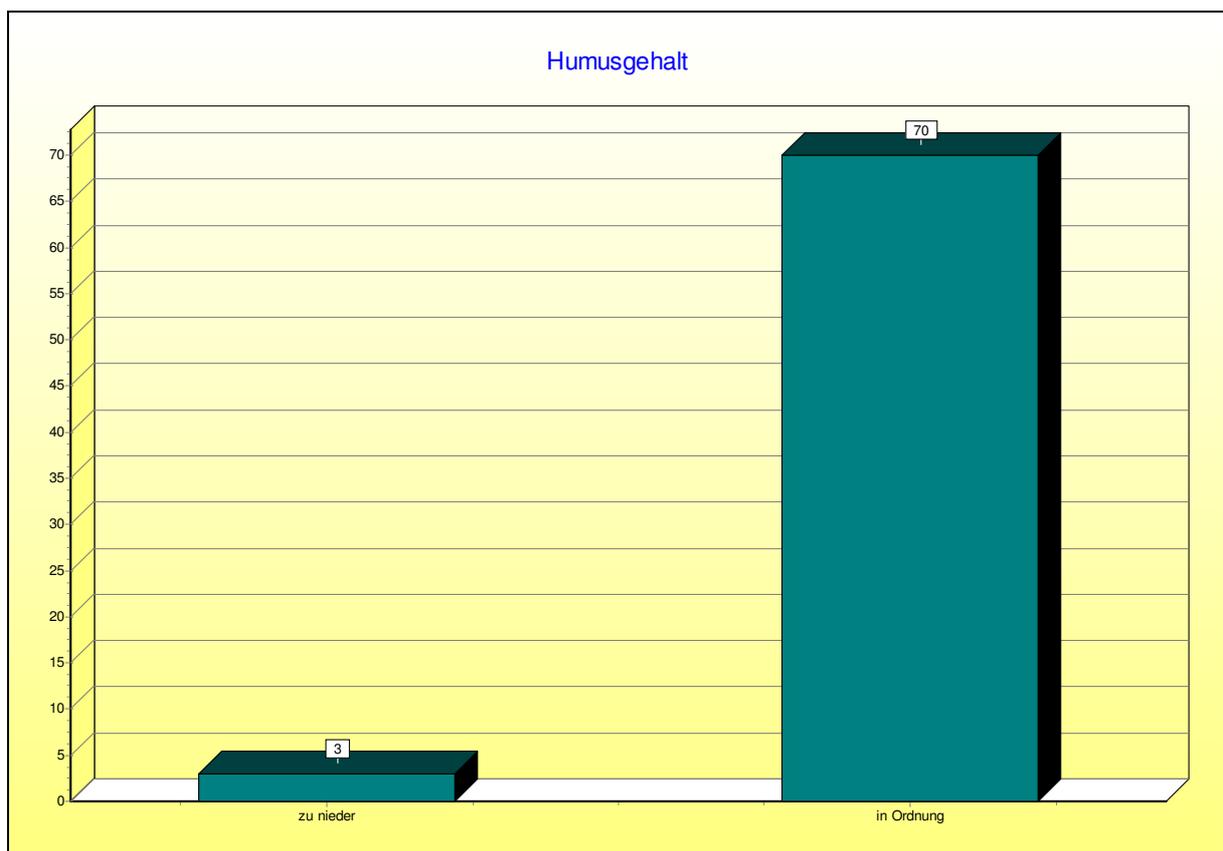
Die Bestimmung des Humusgehaltes erfolgt nach ÖNORM L1081 (Bestimmung durch Nassoxydation).

Untersuchungsergebnisse:

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

Anzahl Standorte		
Humusgehalt	„zu nieder“	„in Ordnung“
Grünland	-	47
Acker	3	14
Hochalm	-	5
Sonderkultur	-	4
Alle Standorte in WZ in %	4 %	96 %
Steiermark in %	2 %	98 %

→ Der Humusgehalt der im Bezirk Weiz untersuchten Böden ist an folgenden drei Ackerstandorten zu nieder: **WZA 4**, **WZB 2** und **WZC 10**; hier sind ackerbauliche Maßnahmen zur Anhebung des Humusgehaltes 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 Gesundungskalkung angebracht.

Anzustrebender Säuregrad in Abhängigkeit zur Bodenschwere:

Bodenschwere (Tongehalt)	Anzustrebender Säuregrad	
	Ackerland*, Wein- und Obstgärten	Grünland
unter 15 %	über 5,5	um 5,0
15 - 25 %	über 6,0	um 5,5
über 25%	über 6,5	um 6,0

* Beim Anbau von Hafer, Roggen oder Kartoffel kann der Säuregrad jeweils um 0,5 Einheiten niedriger sein.

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 Weiz:

Anzahl Standorte

Säuregrad*	„sauer“	„in Ordnung“	„basisch“
Grünland	11	26	10
Acker	11	6	0
Hochalm	3	2	0
Sonderkultur	2	2	0
Alle Standorte in WZ in %	37 %	49 %	14 %
Steiermark in %	37 %	45 %	18 %

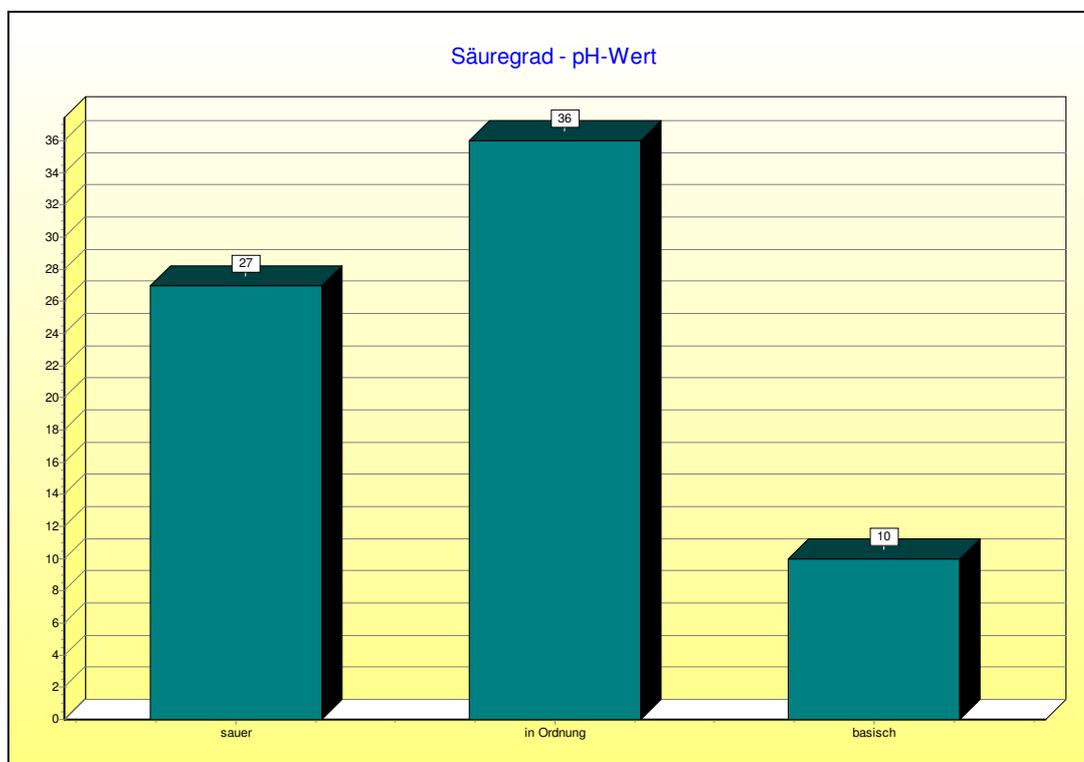
* „sauer“: Der anzustrebende Säuregrad ist nicht erreicht (Boden zu sauer).

„in Ordnung“: Der anzustrebende Säuregrad ist erreicht.

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

➔ Der Prozentsatz der als „sauer“ eingestuften Böden im Bezirk Weiz entspricht jenem der landesweiten Untersuchungsergebnisse.

An den drei Hochalmflächen mit **sauren Böden** ist der niedrige pH-Wert als standortstypisch anzusehen und hauptsächlich auf den hohen Humusgehalt der Böden zurückzuführen. Dies gilt größtenteils auch für die elf Standorte mit Grünlandnutzung. An den 11 Ackerstandorten (**WZA 3, 4, 5 + 6, WZC 8 + 10, WZD 3 und WZX 2, 8, 25 + 30**) und zwei Sonderkulturen **WZA 1** (Pfirsich) und **WZX 7** (Apfel) ist als bodenverbessernde Maßnahme eine Gesundungskalkung angebracht. Alle als sauer eingestuften Böden weisen keinen oder einen sehr geringen natürlichen Kalkgehalt auf.



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 zu niedrig ist, bedarf es einer **Gesundungskalkung**. Zur Aufrechterhaltung des optimalen pH-Bereiches müssen **Erhaltungskalkungen** durchgeführt werden.

Bewertungsklassen des Kalkgehaltes:

Kalkgehalt in %	Kalkgehalt
unter 1	gering
1 – 5	mittel
über 5	hoch

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

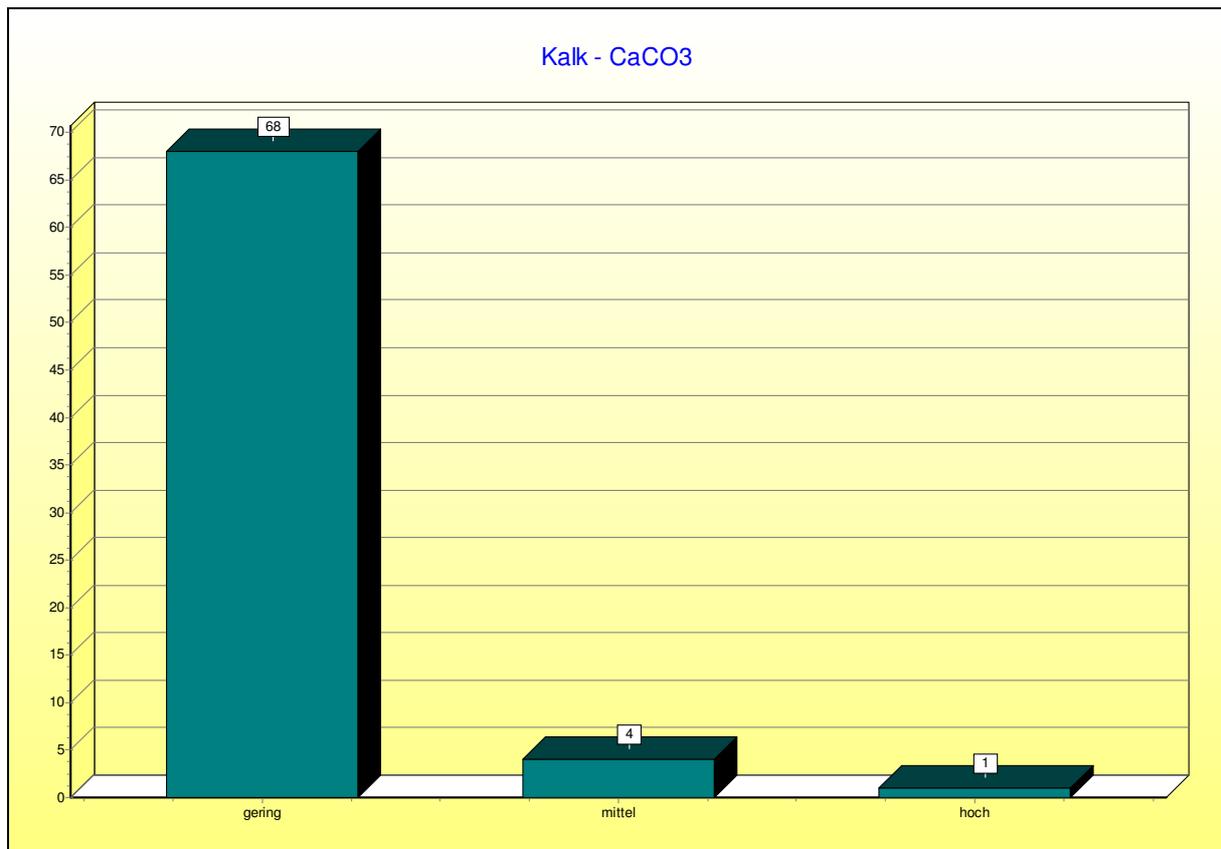
Untersuchungsergebnisse:

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

Kalkgehalt	Anzahl Standorte		
	„gering“	„mittel“	„hoch“
Grünland	42	4	1
Acker	17	0	0
Hochalm	5	0	0
Sonderkultur	4	0	0
Alle Standorte in WZ in %	93 %	6 %	1 %
Steiermark in %	88 %	5 %	7 %

→ Die meisten der untersuchten Standorte im Bezirk Weiz liegen im weitgehend kalkfreien Konzentrationsbereich unter 1 % Kalk. Die Folge davon ist häufig ein niedriger pH-Wert.

Um einen ausreichend hohen Säuregrad im Boden zu erreichen bzw. zu erhalten sind daher **Gesundungs- bzw. Erhaltungskalkungen** notwendig



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Kalkgehaltes

Phosphor / Phosphat (P₂O₅):

Allgemeines:

Der natürliche Gesamtgehalt der Böden an Phosphor beträgt laut Schefer/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 zum Beispiel 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 Weiz:

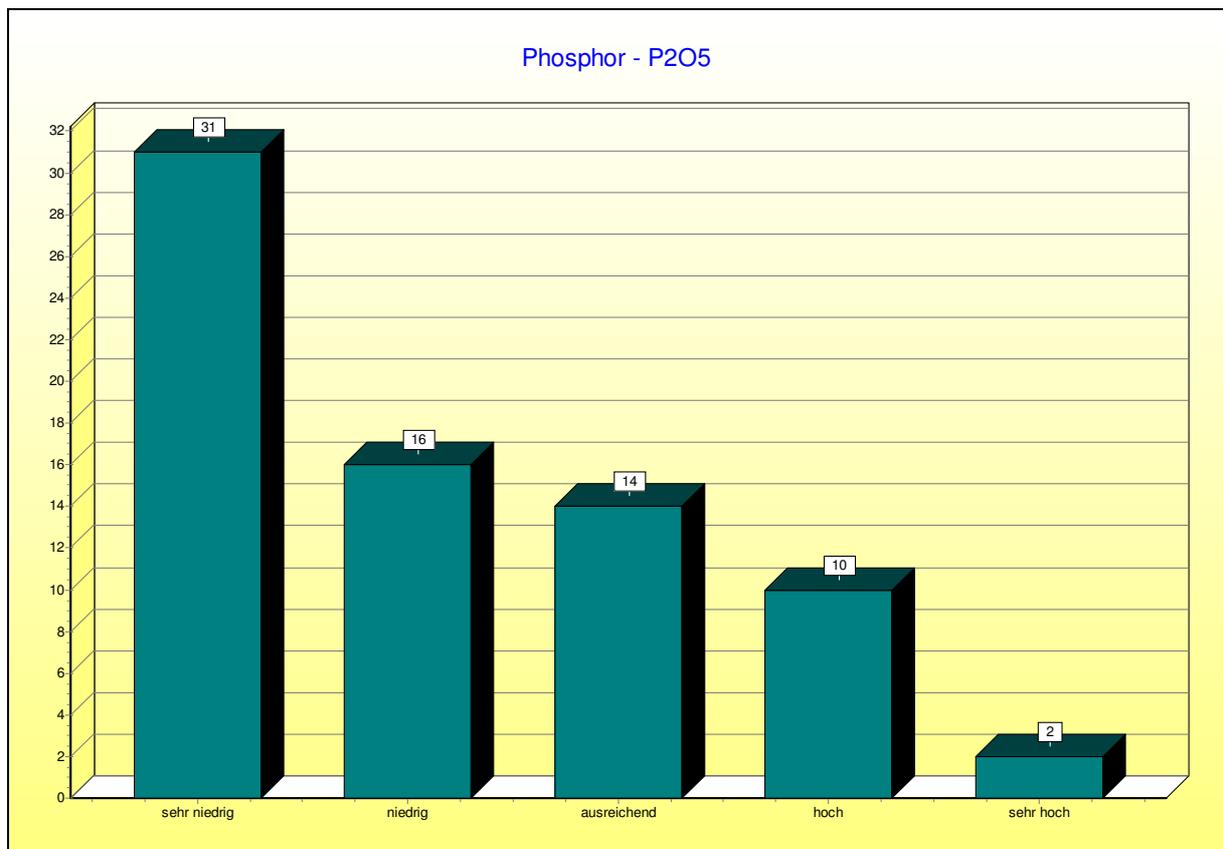
Anzahl Standorte

Phosphorgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	21	9	6	10	1
Acker	7	5	5	0	0
Hochalm	3	2	0	0	0
Sonderkultur	0	0	3	0	1
Alle Standorte in WZ in %	42 %	22 %	19 %	14 %	3 %
Steiermark in %	47 %	22 %	18 %	11 %	2 %

→ Die Phosphorversorgung der Böden im Bezirk Weiz entspricht dem landesweiten Verteilungsmuster.

Zwei Standorte (**WZB 4** und **WZX 18**) weisen sehr hohe Phosphorgehalte auf.

Auf den landwirtschaftlich genutzten Flächen mit **Phosphormangel** (etwa 60 % 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 zum Beispiel 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:

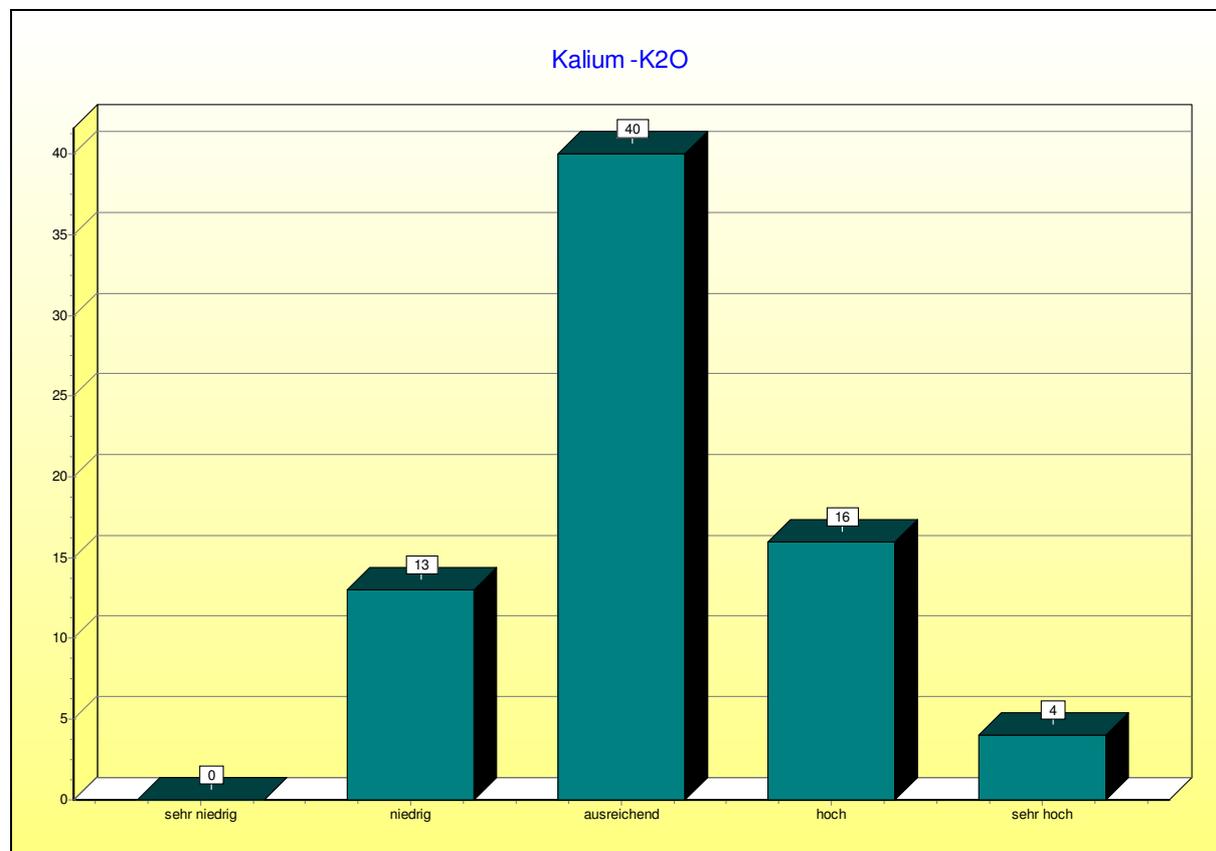
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Kaliumgehaltes** im Bezirk Weiz:

Kaliumgehalt	Anzahl Standorte				
	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	7	25	12	3
Acker	0	5	10	2	0
Hochalm	0	1	4	0	0
Sonderkultur	0	0	1	2	1
Alle Standorte in WZ in %	0 %	18 %	55 %	22 %	5 %
Steiermark in %	3 %	18 %	47 %	23 %	9 %

→ Die Kaliversorgung der Böden im Bezirk Weiz entspricht in etwa dem landesweiten Verteilungsmuster. Nur drei Grünlandstandorte (**VFE 20** und **WZX 18 + 23**) und die Pfirsichanlage **WZA 1** liegen bei der Kaliumversorgung in der Gehaltsklasse "sehr hoch".

Der Großteil der Standorte ist ausreichend mit dem Nährstoff versorgt. Kaliummangel ist - wie generell in der Steiermark - eher selten.

Um Fehler in der Nährstoffversorgung zu vermeiden, wird empfohlen Düngungsmaßnahmen nur entsprechend einer fachkundigen Bodenuntersuchung und laut Düngeplan (z. B. der Düngeberatungsstelle der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft) durchzuführen.



Anzahl der Standorte in den Bewertungsklassen des Kaliumgehaltes

Magnesium (Mg):

Allgemeines:

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

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

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

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

Die bisherigen Untersuchungen in der Steiermark 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:

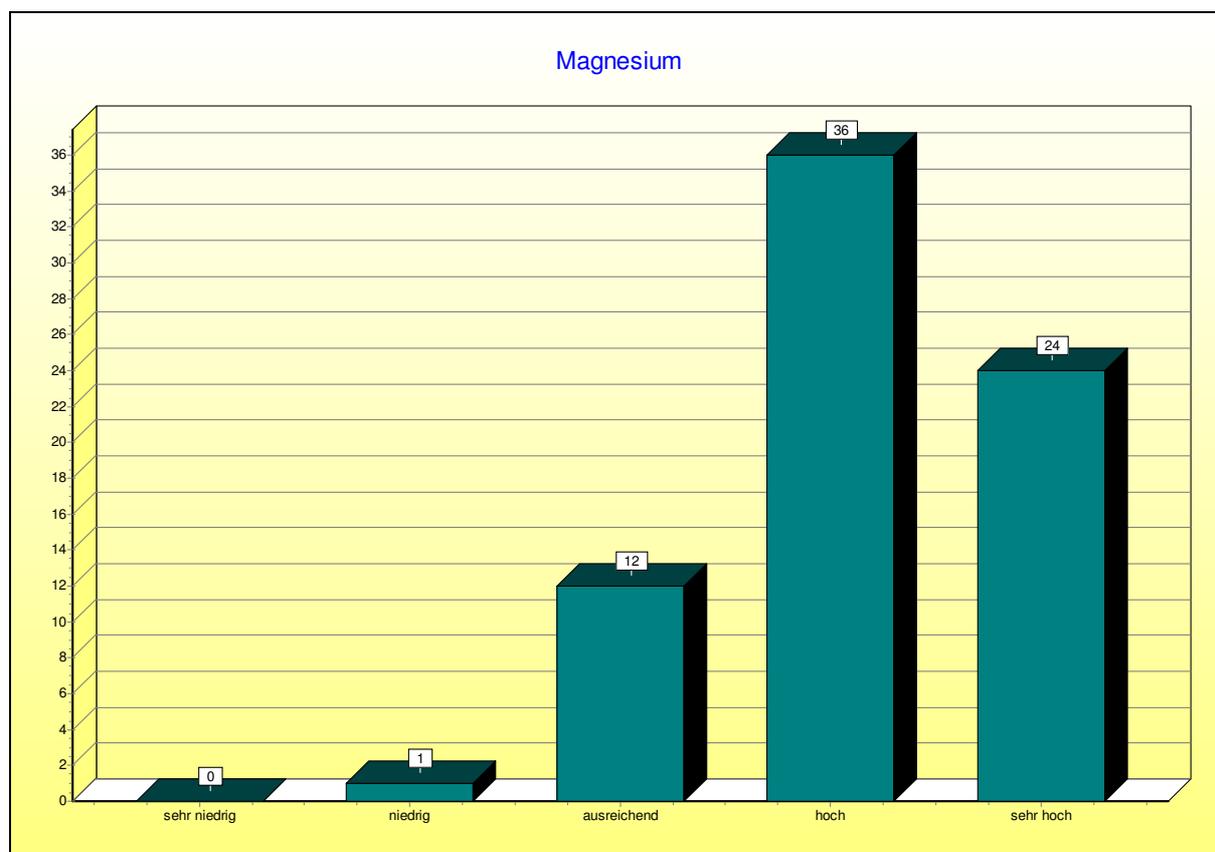
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Magnesiumgehaltes** im Bezirk Weiz:

Anzahl Standorte

Magnesiumgehalt	„sehr niedrig“	„niedrig“	„ausreichend“	„hoch“	„sehr hoch“
Grünland	0	0	2	18	27
Acker	0	1	0	4	1
Hochalm	0	4	11	6	2
Sonderkultur	0	0	1	2	1
Alle Standorte in WZ in %	0 %	1 %	17 %	49 %	33 %
Steiermark in %	0 %	3 %	14 %	36 %	47 %

→ Vergleichbar mit den landesweiten Erhebungen liegt der Großteil der im Bezirk Weiz untersuchten Standorte in den beiden höchsten Gehaltsklassen der Magnesiumumversorgung.

Negative Auswirkungen einer Magnesium-Übersversorgung der Böden sind nicht bekannt. Die Fachliteratur nennt nur Mangelerscheinungen bei Pflanzen, insbesondere im Obstbau. 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 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 %
niedrig	< 0.2	< 0.3
mittel	um 0.6	um 0.8
hoch	> 2.0	> 2.5

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

Untersuchungsergebnisse:

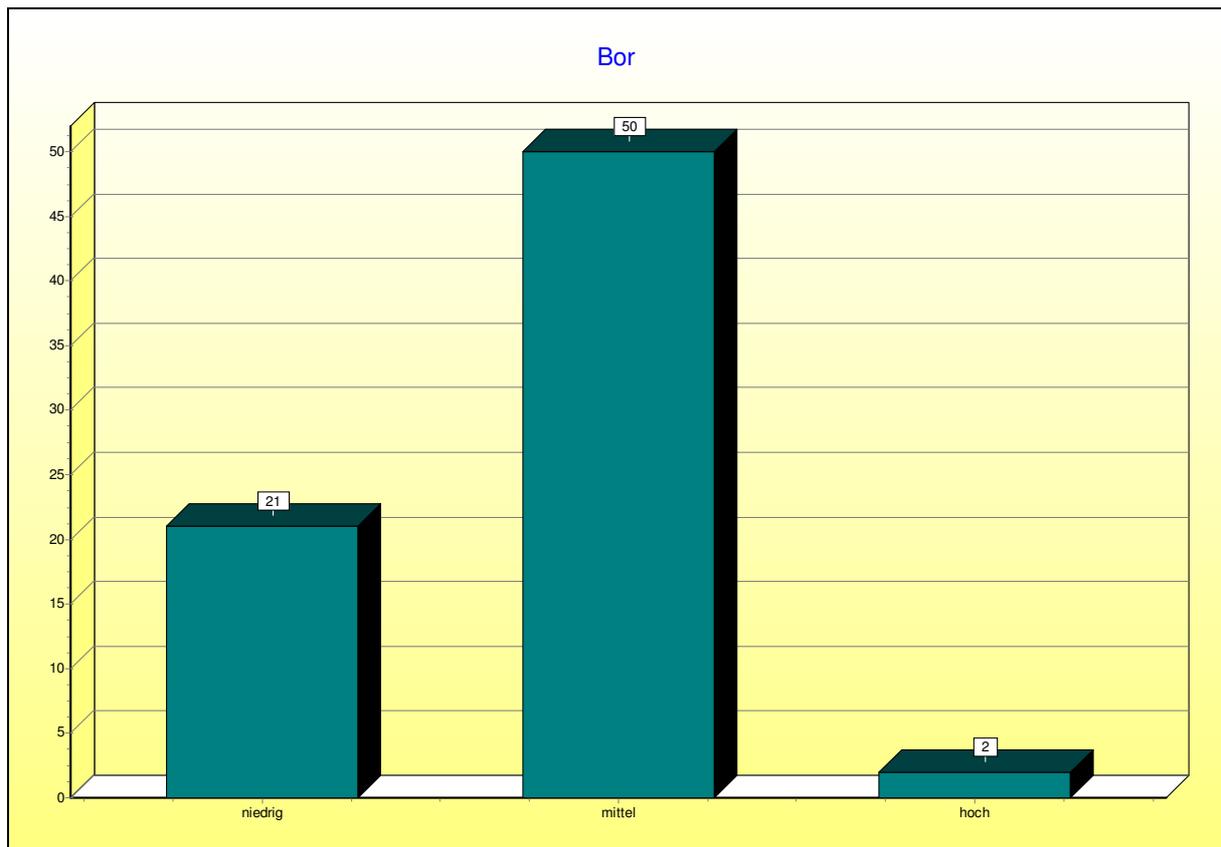
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Borgehaltes** im Bezirk Weiz:

Anzahl Standorte

Borgehalt	„niedrig“	„mittel“	„hoch“
Grünland	13	33	1
Acker	4	13	0
Hochalm	4	1	0
Sonderkultur	0	3	1
Alle Standorte in WZ in %	29 %	68 %	3 %
Steiermark in %	22 %	76 %	2 %

→ Die Verteilung der Untersuchungsergebnisse in den einzelnen Bewertungsklassen im Bezirk Weiz entspricht dem Landesdurchschnitt.

An den vier Ackerstandorten **WZA 4**, **WZC 10**, **WZD 3** und **WZX 8**, wo ein niedriger Borgehalt im Falle einer Kultivierung von borbedürftigen Pflanzen Probleme bereiten kann, ist eine entsprechende Düngemaßnahme in Erwägung zu ziehen.



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 Konzentration an Phosphat in der Bodenlösung kann die Aufnahme der Spurenelemente in die Pflanzen vermindern.

Laut Scheffer/Schachtschabel (1984) tritt **Manganmangel** 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)
niedrig	< 2	< 2	< 20	< 20
mittel	um 8	um 8	um 70	um 100
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 Weiz:

Anzahl Standorte

EDTA-Cu	„niedrig“	„mittel“	„hoch“
Grünland	1	46	0
Acker	1	16	0
Hochalm	1	4	0
Sonderkultur	0	2	2
Alle Standorte in WZ in %	4 %	93 %	3 %
Steiermark in %	3 %	94 %	3 %

Anzahl Standorte

EDTA-Zn	„niedrig“	„mittel“	„hoch“
Grünland	0	41	6
Acker	1	16	0
Hochalm	0	5	0
Sonderkultur	0	3	1
Alle Standorte in WZ in %	1 %	89 %	10 %
Steiermark in %	1 %	87 %	12 %

Anzahl Standorte

EDTA-Mn	„niedrig“	„mittel“	„hoch“
Grünland	0	9	38
Acker	0	3	14
Hochalm	1	1	3
Sonderkultur	0	0	4
Alle Standorte in WZ in %	1 %	18 %	81 %
Steiermark in %	3 %	21 %	76 %

Anzahl Standorte

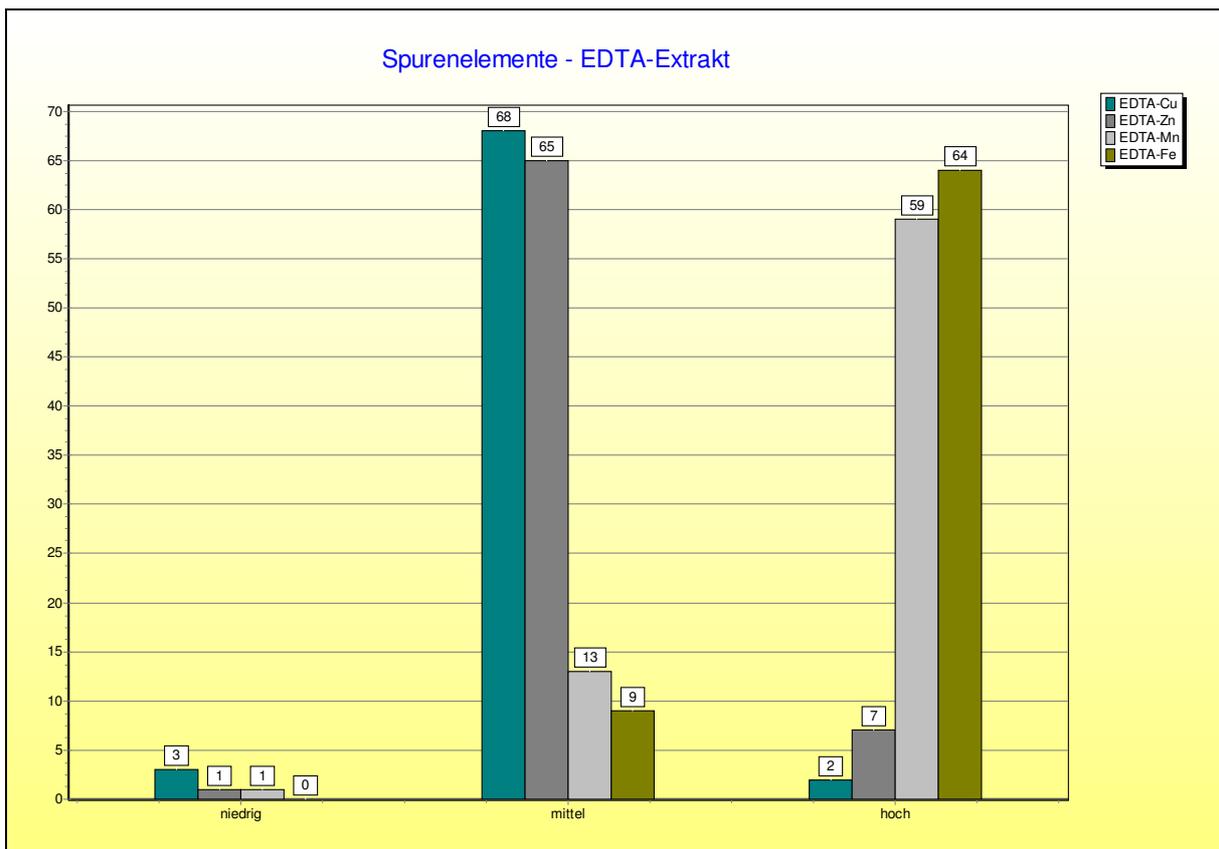
EDTA-Fe	„niedrig“	„mittel“	„hoch“
Grünland	0	3	44
Acker	0	4	13
Hochalm	0	1	4
Sonderkultur	0	1	3
Alle Standorte in WZ in %	0 %	12 %	88 %
Steiermark in %	0 %	13 %	87 %

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

Hohe Gehalte an EDTA-extrahierbarem **Kupfer** findet man in den Böden der beiden Sonderkulturen **WZA 1** (Pfirsich) und **WZB 4** (Apfel). Das Schwermetall stammt aus der jahrelangen Verwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln. Niedrige Kupfergehalte hingegen findet man am Grünlandstandort **WZB 7**, am Ackerstandort **WZX 30** und am Hochalmstandort **WZB 5**. Probleme durch Kupfermangel sind hier nicht bekannt. Alle übrigen Untersuchungsstellen liegen im mittleren Gehaltsbereich.

Die Versorgung mit dem Spurennährstoff **Zink** liegt in der Apfelanlage **WZB 7** und in den Böden der Grünländer **WZC 4**, **VFE 15**, **16**, **18 + 20** und **WZX 12** im hohen Bereich. In der Sonderkultur dürften zinkhaltige Spritzmittel die Ursache sein, an den vier Verdachtsflächen VFE die ehemalige Bergbautätigkeit. Der niedrige Zinkgehalt des Ackerstandortes **WZX 30** dürfte kein Problem darstellen. Alle übrigen Untersuchungsstellen liegen im mittleren Gehaltsbereich.

Die Gehalte der beiden Spurenelemente **Mangan** und **Eisen** liegen - wie in der ganzen Steiermark - meist im mittleren und hohen Versorgungsbereich. Probleme durch eine Überversorgung mit diesen beiden Spurennährstoffen sind nicht bekannt. Der niedrige Mangangehalt am Hochalmstandort **WZB 5** ist eine Folge des niedrigen pH-Wertes und ohne Belang.



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

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

Die so errechneten Werte der Basensättigung in % sind bei der verbalen Beurteilung der Standorte im Internet (www.bodenschutz.steiermark.at) über die Kartenabfrage mittels Hotlink-Werkzeug zugänglich.

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 Weiz weisen 41 % der untersuchten Standorte Kalziumwerte unter 50 % auf. Die korrekte Beschreibung ihrer Bodenstruktur ist der bodenkundliche Profilbeschreibung im Internet 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 müssen 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** konnte kein Hinweis auf einen möglichen Magnesiummangel (Magnesiumwerte unter 10 % und gleichzeitig Kaliumwerte über 5 %) gefunden werden.

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

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

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

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

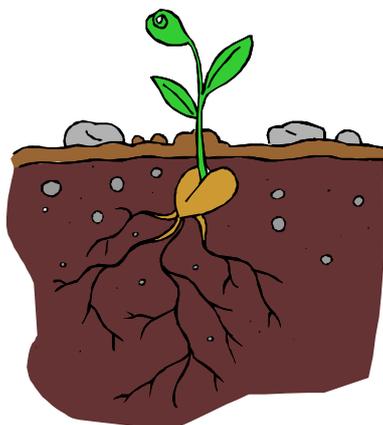
Gehaltsklasse AKat	Anzahl der Standorte		
	< 10 mval/100 g	10 - 25 mval/100 g	> 25 mval/100 g
Grünland	3	39	5
Acker	3	13	1
Hochalm	2	3	0
Sonderkultur	0	4	0
Alle Standorte in WZ in %	11 %	81 %	8 %
Steiermark in %	22 %	63 %	15 %

Die Nährstoffbilanzierung im Bezirk Weiz ist mit der landesweiten Bodenzustandsinventur tendenziell vergleichbar. An den landwirtschaftlich genutzten Standorten sollte jedoch versucht werden Probleme in der Nährstoffbilanzierung durch eine Anhebung des pH-Wertes (Kalkung) zu verbessern.

Landwirtschaftlich genutzte Standorte mit einer Kationensumme unter 10 mval/100g:

WZA 4, WZC 2, VFD 7 und WZX 25, 27 + 30.

Die Versorgung der vier untersuchten **Sonderkulturen** im Bezirk Weiz weist eine ausreichende Versorgung mit **austauschbarem Kalzium** auf.



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 existieren 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 Industrieimmissionen 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:

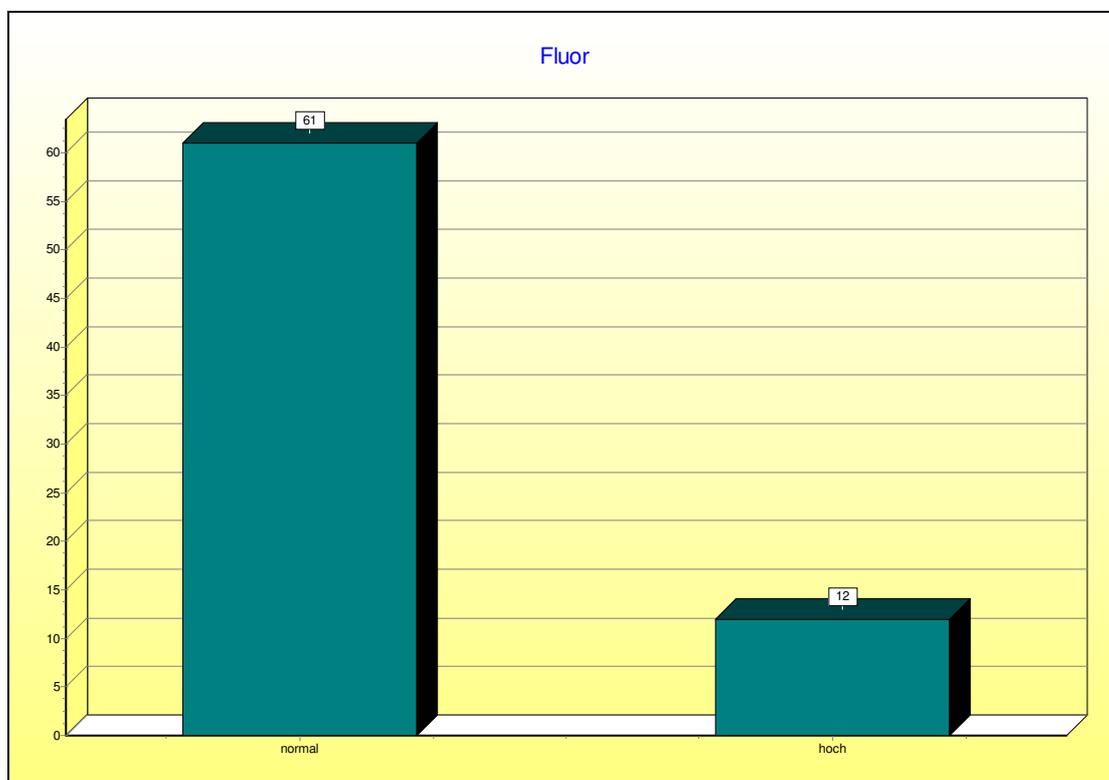
Anzahl der Standorte in den einzelnen Bewertungsklassen des **Fluorgehaltes** im Bezirk Weiz:

Fluor (wasserlöslich)	Anzahl Standorte	
	„normal“	„über 1,2 ppm“
Grünland	44	3
Acker	10	7
Hochalm	5	0
Sonderkultur	2	2
Alle Standorte in WZ in %	84 %	16 %
Steiermark in %	80 %	20 %

→ Die Fluorgehalte der Weizer Böden stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur gut überein.

Erhöhte Fluorgehalte finden wir an den drei Grünlandstandorten **WZB 1, WZC 6 und WZX 16**, an den Ackerstandorten **WZA 7 + 10, WZB 2, WZC 8 + 9 und WZX 2 + 8**, sowie in den Böden der Sonderkulturen **WZA 1 und WZX 7**.

Die erhöhten Fluorwerte korrelieren mit überdüngten Böden aber nur teilweise, so dass angenommen werden muss, dass nur manche Düngemittel hohe Fluorgehalte als Verunreinigung beinhalten. In einer stichprobenartigen Testserie 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 Krebserkrankungen - ist höchstes Augenmerk zu widmen. Erkannten Belastungen muss durch entsprechende Maßnahmen entgegnet werden.

Der Knackpunkt dabei ist die Abschätzung des jeweiligen Gefährdungspotentials.

Dies ist durch einen alleinigen Vergleich mit Bodenrichtwerten unmöglich!

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

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

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

Richtwerte für die Beurteilung von Schwermetallbelastungen:

Grenzwert: Per Gesetz oder Verordnung festgelegter Maximalgehalt, welcher bei Überschreitung Folgemaßnahmen nach sich zieht. In der Steiermark müssen an Standorten mit einer Grenzwertüberschreitung Pflanzenproben untersucht werden und per Gutachten die Herkunft und flächenhafte Verbreitung des Schadstoffes abgeklärt werden (Steiermärkisches landwirtschaftliches Bodenschutzgesetz, Bodenschutzprogrammverordnung und Klärschlammverordnung). 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 diesen 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 (ausreißerbereinigte Mediangehalte der Unterböden). Sie wurden als **Normalwerte** bezeichnet und ermöglichen das Erkennen von nennenswerten anthropogenen Schwermetalleinträgen oder geologischen Anomalien in den Böden der Steiermark.

Nach Abschluss der Bodenzustandsinventur der Steiermark (1.000 Untersuchungsstandorte) wurden die Normalwerte entsprechend der größeren Datengrundlage weiter verbessert:

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	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

Herkunft der Schwermetalle:

Zur weiteren Differenzierung zwischen anthropogener oder geogener Herkunft der Schwermetalle wurde für alle 1.000 Standorte rein rechnerisch die Differenz der Schwermetallgehalte aus Oberboden minus Unterboden gebildet. An Standorten, wo diese Differenz einen höheren Wert als der doppelte Vertrauensbereich 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	37	16	20	10	5	0,4	0,20	0,12	5

Im Zuge der Auswertungen zeigte es sich, dass vor allem die beiden Schwermetalle **Cadmium** und **Blei** zu den häufigsten Umweltbelastungen zählen. Etwa 60 % der steirischen Böden weisen Anreicherungen von Blei und Cadmium im Oberboden auf; rund ein Drittel davon überschreitet auch den Normalwert, wobei hier die Summe aus der natürlichen geologischen Grundbelastung und den anthropogenen Einträgen maßgebend ist.

Zusammenfassung der Untersuchungsergebnisse im Bezirk Weiz:

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

Richtwertüberschreitungen im Bezirk Weiz:

Standort	Normalwert-Überschreitungen	Grenzwert-Überschreitungen
WZA 1	Cu	Cu
WZA 5	Hg	
WZA 8		As
WZA 10		As
WZB 1	Mo	As
WZB 3	Pb, Hg	As
WZB 4	Cu	As
WZB 6		As
WZB 10		As
WZC 1	Cu, Zn, Cr, Ni, Co, Cd	Cr, Ni, As
WZC 2	Cu, Zn, Ni, Mo, As	Ni, As
WZC 4	Cd	
WZC 5	Cr	
WZC 6	Zn, Pb, Cd	Pb, As
WZD 1		As
WZD 4		As
WZX 1		As
WZX 7		As
WZX 10	As	As
WZX 11	Mo	
WZX 12	Zn, Pb, Ni, Co, Cd, Hg	Ni, As
WZX 13	Cu, Zn, Pb, Co, Mo, Cd	Pb, As
WZX 17	Cr, Co	Cr, Ni
WZX 19		As
WZX 21	Cu, Zn, Co, Mo, Cd, As	Ni, As
WZX 22	Cr	Cr, As
WZX 26		As
WZX 27	As	As
WZX 28	Mo	
WZX 31	Mo	As
VFD 7	Cu, Pb, Cr, Ni, Co, As	Pb, Cr, Ni, As
VFE 15	Zn, Pb, Cd, Hg	Zn, Pb, Cd
VFE 16	Zn, Pb, Cr, Co, Cd	Zn, Cr
VFE 17	Pb	Pb
VFE 18	Zn, Pb, Cd, Hg	Zn, Pb, Cd, As
VFE 19	Zn, Pb, Co, Cd	
VFE 20	Zn, Pb, Mo, Cd, Hg	Zn, Pb, Cd

Im Bezirk Weiz findet man an 27 von 73 untersuchten Standorten (37 %) Überschreitungen der Normalwerte (Steiermark: 46 %).

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 Kupfertoizität beim Menschen sehr selten.

Untersuchungsergebnisse:

Kupfer (Cu) Normalwert: 60 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	3,30	1,60	2,50
Maximum	145,40	76,10	74,80
Mittelwert	29,20	29,26	29,60
Median - Weiz	27,25	27,30	26,70
Median - Steiermark	25,13	24,60	25,30

Die durchschnittlichen Kupfergehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur gut überein.

Anthropogene Einflüsse (Anreicherungen im Oberboden) sind nur an 7 % der Untersuchungsstandorte feststellbar.

An 7 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 60 ppm).

In der Pfirsichanlage **WZA 1** ist auch der gesetzliche Grenzwert von 100 ppm Kupfer überschritten, sodass hier entsprechend der gesetzlichen Vorgabe Pflanzenproben untersucht wurden.

In den kontrollierten Pfirsichproben konnten keine erhöhten Kupfergehalte festgestellt werden. Das im Boden enthaltene Schwermetall - es stammt vorwiegend aus der jahrelangen Anwendung von kupferhaltigen Pflanzenschutzmitteln - ist also wenig pflanzenverfügbar.

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: 160 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	23,70	16,10	13,50
Maximum	1920,00	2280,00	495,20
Mittelwert	142,59	147,18	97,69
Median - Weiz	96,50	87,30	84,40
Median - Steiermark	94,95	85,40	77,40

Die durchschnittlichen Zinkgehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur gut überein.

An 23 % der Untersuchungsstandorte sind aus der Profilanalyse anthropogene Einflüsse (Industrie, Verkehr, etc.) ableitbar.

An 11 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 160 ppm).

In den Böden der ehemaligen Bergbaugebiete **VFE 15, 16, 18 + 20** ist auch der gesetzliche Grenzwert von 300 ppm Zink überschritten, sodass hier entsprechend der gesetzlichen Vorgabe Pflanzenproben untersucht wurden.

In den kontrollierten Grasproben konnten keine nennenswert erhöhten Zinkgehalte festgestellt werden - das im Boden enthaltene Schwermetall ist also wenig pflanzenverfügbar.

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: 50 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	8,90	6,40	4,50
Maximum	984,00	1152,00	318,00
Mittelwert	60,20	69,07	29,44
Median - Weiz	22,00	18,60	13,55
Median - Steiermark	27,44	21,60	15,45

Die durchschnittlichen Bleigehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz liegen vor allem im Oberboden leicht unter jenen der Steiermark, was auf eine niedrigere Umweltbelastung und geringere geogene Grundgehalte zurückzuführen ist.

Trotzdem sind an 42 % der Untersuchungsstandorte aus der Profilanalyse anthropogene Einflüsse (Industrie, Verkehr, etc.) ableitbar, welche die Rolle des Bleis als ubiquitären Umweltschadstoff beweisen.

An 11 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 50 ppm).

An den Standorten **WZC 6, WZX 13** und in den Böden der ehemaligen Bergbaugebiete **VFD 7** und **VFE 15, 17, 18 + 20** findet man teils massive Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 100 ppm Blei, sodass hier entsprechend der gesetzlichen Vorgabe Pflanzenproben untersucht wurden.

In den kontrollierten Grasproben konnten keine erhöhten Bleigehalte festgestellt werden - das im Boden enthaltene Schwermetall ist also wenig pflanzenverfügbar.

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	3,40	2,00	2,10
Maximum	520,00	544,00	522,00
Mittelwert	47,72	48,24	48,65
Median - Weiz	36,97	38,80	38,10
Median - Steiermark	39,93	39,70	40,60

Die durchschnittlichen Chromgehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur gut überein.

Anthropogene Einflüsse (Anreicherungen im Oberboden) sind nur an 10 % der Untersuchungsstandorte feststellbar.

An 6 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 80 ppm). Die Herkunft des Schadstoffes ist bis auf einen Fall geogen erklärbar. Nur am Standort **WZC 1** findet man deutliche Anreicherungen im Oberboden, deren Herkunft fraglich ist.

An den Standorten **WZC 1**, **VFD 7**, **VFE 16** und **WZX 17 + 22** ist auch der gesetzliche Grenzwert von 100 ppm Chrom überschritten, sodass hier entsprechend der gesetzlichen Vorgabe Pflanzenproben untersucht wurden.

In den kontrollierten Grasproben werden nur fallweise erhöhte Chromgehalte festgestellt. Richtwerte aus dem Lebensmittel- oder Futtermittelbereich sind nicht vorhanden.

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: 70 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,80	0,30	0,90
Maximum	272,00	279,00	280,00
Mittelwert	30,97	34,64	37,63
Median - Weiz	26,65	29,50	31,40
Median - Steiermark	26,35	28,80	31,00

Die durchschnittlichen Nickelgehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur sehr gut überein.

Anthropogene Einflüsse (Anreicherungen im Oberboden) sind nur an 1 % der Untersuchungsstandorte feststellbar.

An 4 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 70 ppm).

An den Standorten **WZC 1 + 2, VFD 7 und WZX 12, 17 + 21** ist der gesetzliche Grenzwert von 60 ppm Nickel überschritten, sodass hier entsprechend der gesetzlichen Vorgabe Pflanzenproben untersucht wurden.

In den kontrollierten Grasproben werden fallweise deutlich erhöhte Nickelgehalte festgestellt. Richtwerte aus dem Lebensmittel- oder Futtermittelbereich sind nicht vorhanden.

Die Herkunft des Schadstoffes ist an allen Untersuchungsstellen mit erhöhten Nickelgehalten gegen erklärbar.

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	1,00	0,70	1,00
Maximum	44,50	40,40	41,10
Mittelwert	14,52	16,34	17,44
Median - Weiz	13,10	15,40	16,65
Median - Steiermark	12,70	13,60	14,50

Die durchschnittlichen Kobaltgehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz liegen in allen Horizonten etwas über jenen der Steiermark, was auf eine höhere geogene Grundbelastung zurückzuführen ist.

Anthropogene Einflüsse (Anreicherungen im Oberboden) sind an keinem der Untersuchungsstandorte feststellbar. Die Herkunft des Schwermetalls ist ausschließlich geogen erklärbar.

An 8 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 30 ppm).

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: 1,6 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,23	0,11	0,12
Maximum	5,63	5,98	5,23
Mittelwert	0,98	0,95	0,87
Median - Weiz	0,77	0,69	0,62
Median - Steiermark	0,89	0,75	0,66

Die durchschnittlichen Molybdängehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur gut überein.

An 18 % der Untersuchungsstandorte sind aus der Profilanalyse anthropogene Einflüsse (Industrie, Verkehr, etc.) ableitbar, was auf die Rolle des Molybdäns als ubiquitären Umweltschadstoff hinweist.

An 8 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 1,6 ppm).

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

Cadmium (Cd):

Allgemeines:

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

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

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

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

Untersuchungsergebnisse:

Cadmium (Cd) Normalwert: 0,5 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,10	0,04	0,03
Maximum	5,16	6,44	0,60
Mittelwert	0,41	0,36	0,16
Median - Weiz	0,27	0,18	0,11
Median - Steiermark	0,28	0,17	0,10

Die durchschnittlichen Cadmiumgehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur sehr gut überein.

An 62 % der Untersuchungsstandorte sind aus der Profilanalyse anthropogene Einflüsse (Industrie, Verkehr, etc.) ableitbar, was die Rolle des Cadmiums als ubiquitären Umweltschadstoff beweist.

An 11 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 0,5 ppm).

In den Böden der ehemaligen Bergbauggebiete **VFE 15, 18 + 20** findet man teils massive Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes von 2 ppm Cadmium, sodass hier entsprechend der gesetzlichen Vorgabe Pflanzenproben untersucht wurden.

In den kontrollierten Grasproben konnten bis auf eine vernachlässigbare Ausnahme keine erhöhten Cadmiumgehalte festgestellt werden - das im Boden enthaltene Schwermetall ist also wenig pflanzenverfügbar.

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: 0,3 mg/kg	Horizont 1	Horizont 2	Horizont 3
Minimum	0,03	0,02	0,02
Maximum	0,69	0,93	0,72
Mittelwert	0,14	0,13	0,11
Median - Weiz	0,12	0,10	0,09
Median - Steiermark	0,13	0,10	0,08

Die durchschnittlichen Quecksilbergehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur sehr gut überein.

Anthropogene Einflüsse (Anreicherungen im Oberboden) sind nur an 8 % der Untersuchungsstandorte feststellbar.

An 6 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 0,3 ppm). Die Herkunft ist bis auf einen Fall geogen erklärbar; die Anreicherungen von Quecksilber im Oberboden der Untersuchungsstelle **VFE 18** könnten aus der Bergbautätigkeit am Standort selbst stammen, oder wurden vom Bach aus den benachbarten, ebenfalls vom Bergbau beeinflussten Böden eingeschwemmt.

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 zumeist geogener Natur. Anthropogen verursachte Einträge im Boden findet man vor allem in der Nähe von Schmelze-
reien. 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	2,30	2,90	1,70
Maximum	1860,00	1897,00	1680,00
Mittelwert	38,59	41,46	41,47
Median - Weiz	11,70	13,60	14,60
Median - Steiermark	11,55	12,20	12,30

Die durchschnittlichen Arsengehalte der untersuchten Böden im Bezirk Weiz stimmen mit jenen der landesweiten Bodenzustandsinventur in den oberen beiden Bodenhorizonten gut überein; im Unterboden liegen die Gehalte etwas höher, was auf eine größere geogene Grundbelastung hinweist.

Anthropogene Einflüsse (Anreicherungen im Oberboden) sind an keinem der Untersuchungsstandorte feststellbar. Die Herkunft des Schwermetalls ist ausschließlich geogen erklärbar.

An 5 Untersuchungsstellen kommt es zu **Überschreitungen des Normalwertes** (Gehalte > 40 ppm), wobei man am ehemaligen Arsen-Bergbaustandort **VFD 7** extrem hohe Gehalte um 1.800 ppm findet.

Überschreitungen des Richtwertes von 20 ppm Arsen sind an 25 Untersuchungsstellen nachzuweisen. Dieser Richtwert von 20 ppm ist im ostalpinen Bereich wegen der naturgegebenen höheren Grundbelastung nicht sinnvoll.

Die untersuchten Pflanzenproben der Standorte mit Richtwert-Überschreitungen wiesen kaum Auffälligkeiten auf - das im Boden enthaltene Schwermetall ist also kaum pflanzenverfügbar. Der Höchstwert für Alleinfuttermittel wird nie überschritten.

Die 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 Schwermetallbelastungen 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 Weiz: **Schwermetallgehalte** in mg/kg TS.

Kennung	Pflanze	Zn	Cr	Ni	Cd	Hg	As
WZC 1 - 1993	Gras 1	-	0,47	5,54	-	-	0,3
	Gras 2	-	1,26	2,71	-	-	0,3
WZC 1 - 2001	Gras 1	40,3	0,53	4,15	0,16	< 0,01	< 0,3
	Gras 2	24,8	0,37	4,56	0,19	< 0,01	< 0,3
WZC 2 - 1993	Gras 1	-	-	4,51	-	-	< 0,3
	Gras 2	-	-	9,51	-	-	0,5
WZC 2 - 2001	Gras 1	30,6	0,45	3,58	0,13	< 0,01	< 0,3
	Gras 2	31,9	0,39	3,23	0,14	< 0,01	< 0,3
WZC 6 - 1993	Gras 1	-	-	-	-	-	0,6
	Gras 2	-	-	-	-	-	1,4
WZC 6 - 2001	Gras 1	33,2	0,36	1,19	0,17	< 0,01	< 0,3
	Gras 2	35,0	0,48	1,20	0,21	< 0,01	< 0,3
VFD 7 - 1999	Gras 1	-	0,59	8,85	-	-	1,1
	Gras 2	-	0,65	8,87	-	-	1,1
VFE 20 - 1993	Gras 1	83,9	-	-	0,39	-	-
	Gras 2	85,2	-	-	0,60	-	-
VFE 20 - 2001	Gras 1	94,3	0,42	0,35	0,27	< 0,01	< 0,3
	Gras 2	118,8	0,22	0,24	0,26	< 0,01	< 0,3
WZX 17 - 2004	Gras 1	22,6	1,07	0,89	0,15	0,01	< 0,3
WZX 17 - 2008	Gras 2	29,0	0,63	1,06	0,13	0,03	< 0,3
WZX 31 - 2008	Gras 1	35,3	2,63	1,69	0,11	0,08	< 0,3

fett: Gehalte > Orientierungswerte

Die Standorte mit erhöhten Schwermetallgehalten in den Pflanzen.

In der Tabelle sind nur jene Standorte angeführt, wo zumindest in einer untersuchten Probe erhöhte Schwermetallgehalte festgestellt wurden (Standorte bei denen es keine Auffälligkeiten gab, sind nicht aufgelistet).

Die Kontamination der Pflanzen erfolgt vorwiegend über aufgewirbelte Bodenpartikel beim Mähen, durch den Weidebetrieb oder über das Spritzwasser bei starken Regenfällen. Eine Belastung über das von den Wurzeln aufgenommene Bodenwasser ist wegen der schlechten Pflanzenverfügbarkeit der Schwermetalle wenig wahrscheinlich. Höchstwerte der Futtermittelverordnung werden nicht überschritten.

An den Grünlandstandorten **VFE 20**, **WZX 1**, **12 + 17** und am Hochalmstandort **WZX 24** wurden Kobaltgehalte unter 0,08 mg/kg TS. festgestellt, sodass hier **Kobaltmangel** möglich ist. Sollte sich bei den Nutztieren ein Hinweis auf eine Mangelerkrankung ergeben, ist eine entsprechende Ernährungsergänzung in Erwägung zu ziehen.

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.

Unter der Bestimmungsgrenze ist eine Quantifizierung der Ergebnisse nicht seriös – ein qualitativer Nachweis von Rückständen aber möglich.

Unter der **Nachweisgrenze** ist auch ein qualitativer Nachweis nicht mehr möglich. Sie liegt bei den hier durchgeführten Bestimmungen bei etwa 10 ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$).

Die Bestimmungs- und Nachweisgrenzen verbessern sich im Laufe der Zeit. Ab 2006 konnten die Bestimmungsgrenzen für chlorierte Kohlenwasserstoffe im Boden durch den Neukauf von Analysegeräten unter 1 ppb gesenkt werden.

Untersuchungsergebnisse:

HCB- Rückstände wurden nur im Jahr 2000 im Oberboden des Grünlandstandortes **WZX 9** gefunden (17 ppb HCB). Bei der Folgeuntersuchung 2001 lag der Gehalt auf Grund der inhomogenen Verteilung im Boden unter 15 ppb.

Der Schadstoff **Lindan** konnte nirgends in Gehalten über der Bestimmungsgrenze nachgewiesen werden.

DDT - Rückstände waren nur an folgenden drei Standorten feststellbar:

DDT in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1 Erstjahr	Horizont 1 Folgejahr	Horizont 1 10 JK
WZA 3	33	30	37
WZC 9	< 15	17	35
VFE 15	< 15	192	< 15

< 15 ... Gehalt kleiner als Bestimmungsgrenze
10 JK ... Zehn-Jahreskontrolle (Kontrolluntersuchung 10 Jahre nach der Ersterhebung)

Auffallend ist der oft große Gehaltsunterschied in den unterschiedlichen Untersuchungsjahren. Es handelt sich bei den Belastungen um lokal eng begrenzte Rückstände mit sehr großer lokaler Variabilität.

In diesem Zusammenhang ist auch die Tatsache, dass im zeitlichen Verlauf der Untersuchungen niedrigere oder höhere Rückstände gefunden werden vorerst als Indiz für die Inhomogenität des Schadstoffes im Boden und nicht für dessen Ab- oder Zunahme zu werten. Ob im Lauf von Jahrzehnten von einer statistisch gesicherten Abnahme gesprochen werden kann, wird die Auswertung der in Arbeit befindlichen Bodendauerbeobachtung zeigen.

Die Unterböden der untersuchten Standorte sind rückstandsfrei. Eine Tiefenverlagerung des Schadstoffes erfolgt offensichtlich nur durch ackerbauliche Maßnahmen.

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“

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 Weiz:

PAH-Summe (Horizont 1)	Ubiquitäre Belastung	Erhöhte Belastung	Starke Belastung
Grünland	38	6	3
Acker	16	1	-
Hochalm	5	-	-
Sonderkultur	4	-	-
Alle Standorte in WZ in %	86 %	10 %	4 %
Steiermark in %	86 %	8 %	6 %

→ Die PAH - Belastung im Bezirk Weiz entspricht dem Ergebnis der landesweiten Bodenzustandsinventur.

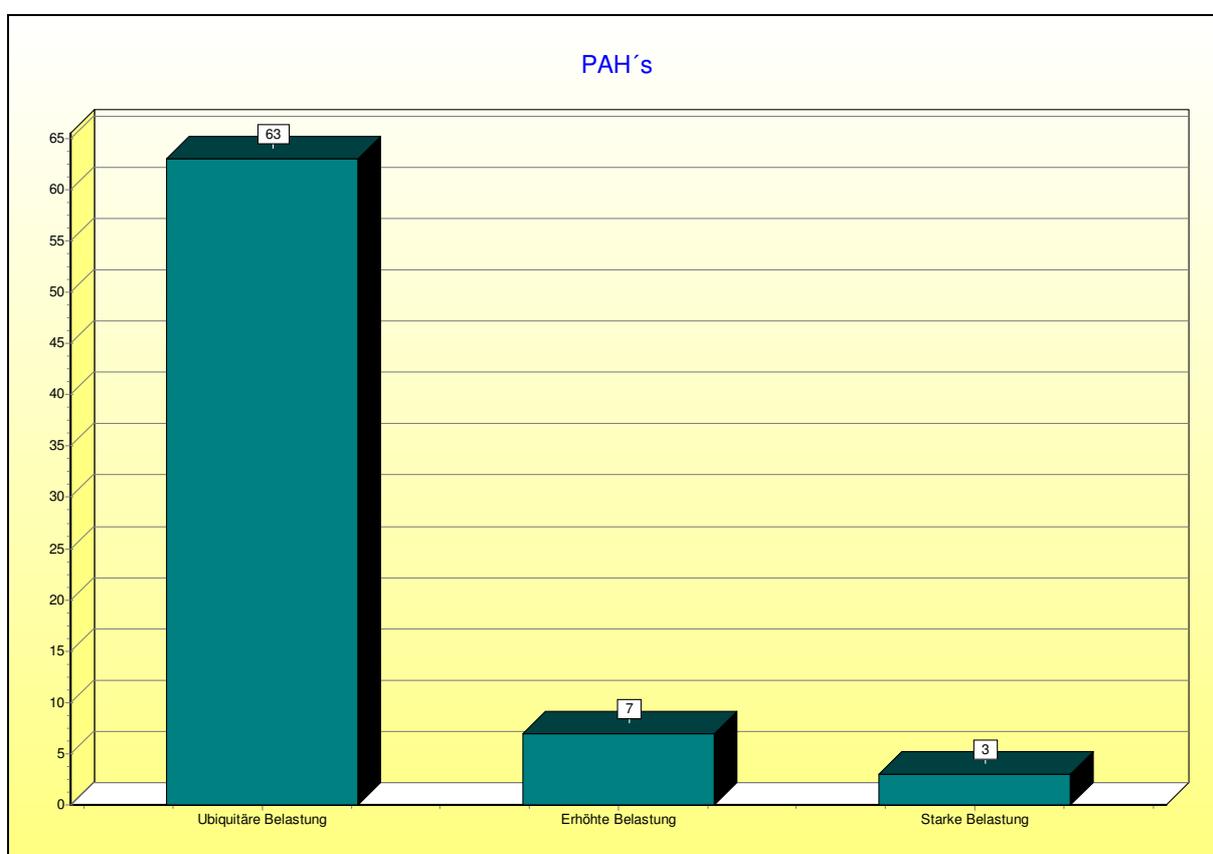
Starke Belastungen wurden in zwei Böden des ehemaligen Bergbaugesbietes bei Arzberg gefunden (**VFE 15 + 18**) und im Erstbeprobungsjahr am Grünlandstandort **WZX 17**, wo Holzkohlestückchen im Boden die Ursache der erhöhten Gehalte waren.

Die übrigen Standorte mit **erhöhten Belastungen** sind entweder auch von ehemaligen Bergbautätigkeiten beeinflusst oder auf Verbrennungsvorgänge in unmittelbarer Nähe der Untersuchungsstelle zurückzuführen.

Die statistischen Richtwerte der im Bezirk Weiz untersuchten Standorte lauten:

PAH-Summe in ppb ($\mu\text{g}/\text{kg}$)	Horizont 1
Minimum	18
Maximum	932
Mittelwert	110
Median - Weiz	53
Median - Steiermark	65

Der Mediangehalt der Böden im Bezirk Weiz entspricht jenem der landesweiten Bodenzustandsinventur.



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.

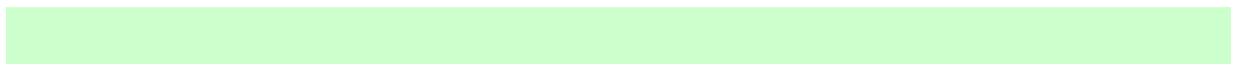
Die Bestimmung der Rückstände im Boden erfolgt nach einer Hausmethode (Aceton/Wasser - Extraktion und Messung mittels NPD - GC).

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:

An den untersuchten Ackerstandorten im Bezirk Weiz wurden in den Untersuchungsjahren 1991 und 1992 noch in 9 Böden **Atrazin - Rückstände** nachgewiesen. Bei der Zehnjahreskontrolle 2001 waren nur mehr an den beiden Standorten **WZA 4 + 6** Atrazingehalte in der Größenordnung von etwa einem Drittel bis einem Viertel des Ursprungswertes festzustellen. An allen übrigen ehemals belasteten Ackerstandorten sind die Atrazingehalte unter die Bestimmungsgrenze gesunken.



Die Landwirtschaft im Bezirk Weiz

(Auszug aus dem Tätigkeitsbericht 2007
der Bezirkskammer für Land- und Forstwirtschaft Weiz)

1. Der Bezirk Weiz

Der Bezirk Weiz ist geprägt von seiner Vielfältigkeit. So finden wir auch drei Hauptproduktionsgebiete im Bezirk vor. Dies sind im Norden das Hochalpengebiet, in der Längsachse von Süd-West hin nach Nord-Ost den Voralpenostrand sowie im Süden das oststeirische Hügelland. Es schlägt sich die vielfältige Topographie auch mannigfaltig in der Produktion nieder.

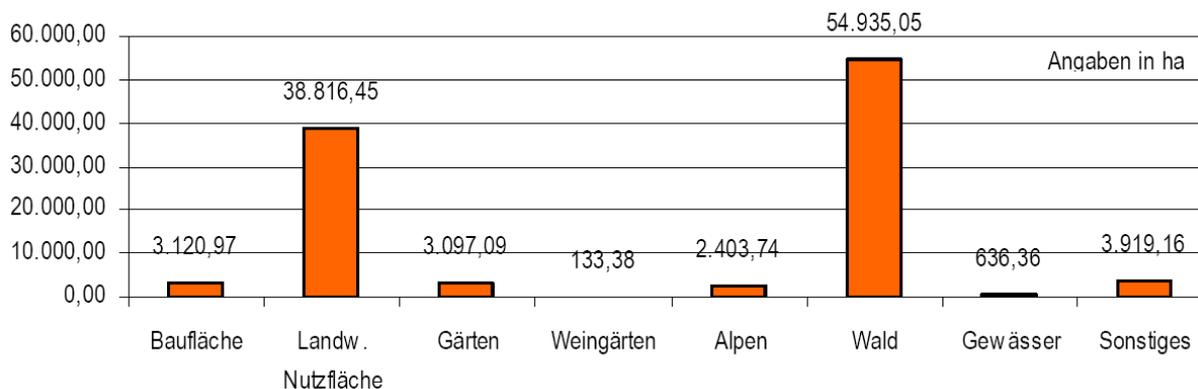
Die größte Erhebung des Bezirkes ist das Stuhleck mit einer Seehöhe von 1.782 m über dem Meeresspiegel. Die niedrigsten Talsenken liegen in den Ebenen des Feistritztales, des Ilztales, des Rittscheintales sowie des Raabtales mit einer Seehöhe von unter 300 m.

Durch die ungleichen Seehöhen der land- und forstwirtschaftlichen Betriebe ist die Vegetationsdauer und die Produktivität der Böden unterschiedlich. Außerdem ist die Bewirtschaftung über dem ganzen Bezirk zusätzlich durch extreme Hangneigungen erschwert. Durch die vielfältige geographische Ausformung der Landschaft findet man sehr oft kleinklimatische Sonderbedingungen vor, die eine Bewirtschaftung einerseits begünstigen können andererseits aber auch extrem behindern. So ist die Vegetation im oberen Feistritztal sehr oft durch die kalten Fallwinde vom Pretul oder Stuhleck negativ beeinflusst. Der SW-Hang des Kulms eignet sich einerseits klimatisch bestens für die Apfelproduktion, andererseits findet man aber auch sehr oft starke Aufwinde vor, die wiederum zur erhöhten Hagelgefährdung führen. Erstgenanntes führte auch dazu, dass schon seit einigen Generationen im Bezirk Weiz die Apfelproduktion forciert wurde. Mit ca. 3.055 ha Apfelanlagen befinden sich ca. 44 % der Apfelanbaufläche von Österreich im Bezirk Weiz.

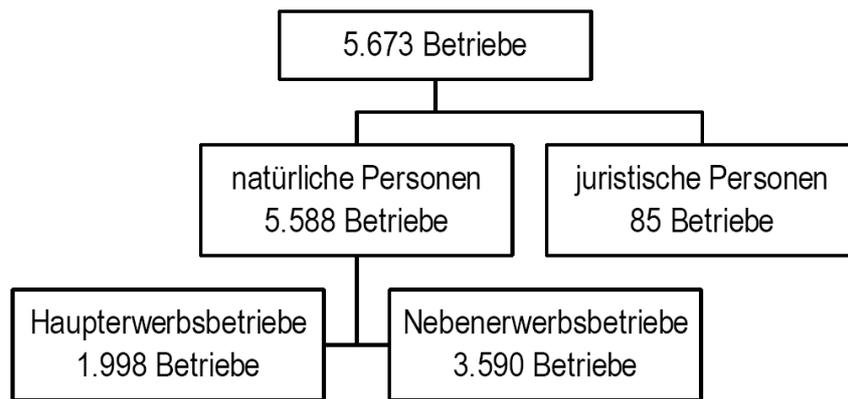
2.1. Allgemeine statistische Übersicht

Gemeinden:	54
Katastralgemeinden:	163
Katasterfläche:	107.062,20 ha
Wohnbevölkerung:	86.007 (Stand: Volkszählung 2001)

Bezirk Weiz



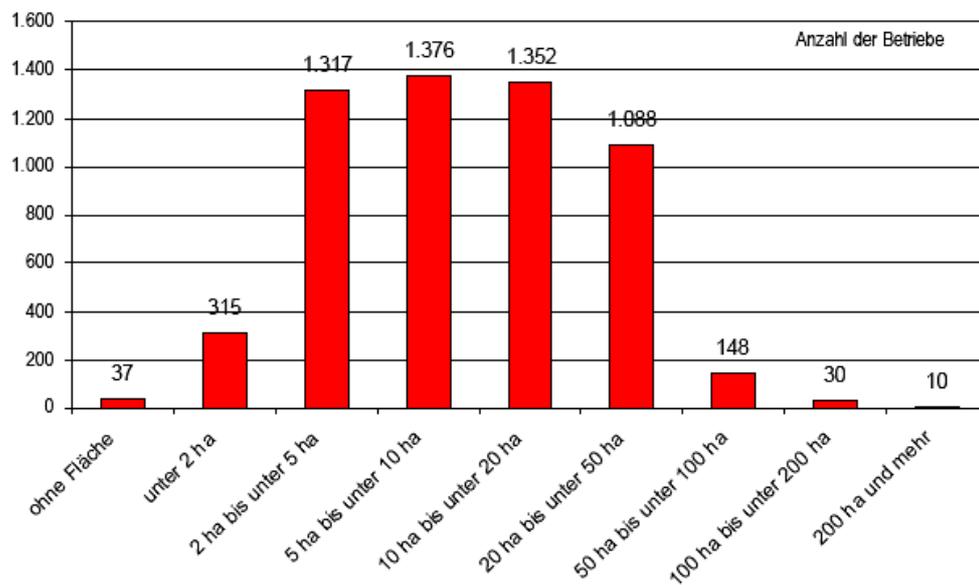
2.2. Betriebsführung



2.3. Betriebsgrößenklassen

	Bezirk Weiz Anzahl der Betriebe	Gerichtsbezirk Weiz Anzahl der Betriebe	Gerichtsbezirk Gleisdorf Anzahl der Betriebe
ohne Fläche	37	20	17
unter 2 ha	315	138	177
2 ha bis unter 5 ha	1.317	599	718
5 ha bis unter 10 ha	1.376	671	705
10 ha bis unter 20 ha	1.352	829	523
20 ha bis unter 50 ha	1.088	881	207
50 ha bis unter 100 ha	148	140	8
100 ha bis unter 200 ha	30	29	1
200 ha und mehr	10	10	0
Summe	5.673	3.317	2.356

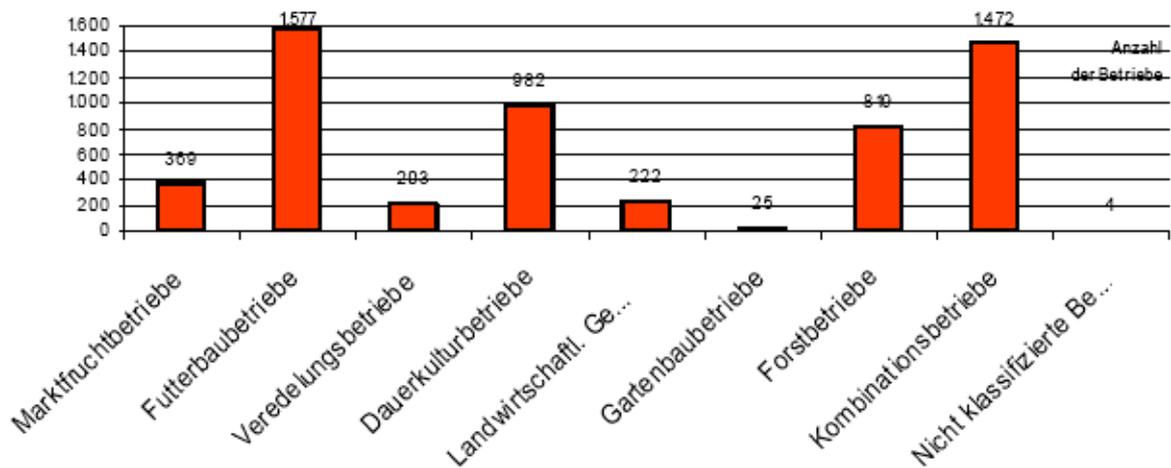
Bezirk Weiz



2.4. Betriebsformen

	Bezirk Weiz Anzahl Betriebe	Gerichtsbezirk Weiz Anzahl Betriebe	Gerichtsbezirk Gleisdorf Anzahl Betriebe
Marktfruchtbetriebe	369	88	281
Futterbaubetriebe	1.577	1.163	414
Veredelungsbetriebe	203	37	166
Dauerkulturbetriebe	982	438	544
Landw. Gemischtbetriebe	222	49	173
Gartenbaubetriebe	25	14	11
Forstbetriebe	819	581	238
Kombinationsbetriebe	1.472	945	527
Nicht klassifizierte Betriebe	4	2	2
Summe	5.673	3.317	2.356

Bezirk Weiz



Quelle: Agrarstrukturerhebung 1999



3. Pflanzliche Produktion

3.1. Mais

Kultur	Fläche in ha
ZUCKERMAIS	0,29
GRÜNMAIS	0,07
KÖRNERMAIS	3.015,90
MAIS CORN-COB-MIX (CCM)	436,82
SILOMAIS	772,68
Summe	4.225,76

Kultursummen laut MFA-Flächen 2007

3.2. Getreide

Kultur	Fläche in ha
BUCHWEIZEN	6,12
EMMER ODER EINKORN (SOMMERUNG)	0,28
GRÜNSCHNITTROGGEN	1,50
HIRSE	1,52
SOMMERGERSTE	807,35
SOMMERGERSTE / FELDGEMÜSE	18,67
SOMMERHAFER	277,90

Kultur	Fläche in ha
SOMMERMENGGETREIDE	55,09
SOMMERROGGEN	1,35
SOMMERTRITICALE	12,67
SOMMERWEICHWEIZEN	160,53
WINTERDINKEL (SPELZ)	51,49
WINTERGERSTE	347,12
WINTERGERSTE / FELDGEMÜSE	22,69
WINTERHAFER	2,48
WINTERMENGGETREIDE	32,76
WINTERROGGEN	295,88
WINTERTRITICALE	205,32
WINTERWEICHWEIZEN	305,67
WINTERWEICHWEIZEN / FELDGEMÜSE	3,94
Summe	2.610,33

Kultursummen laut MFA-Flächen 2007

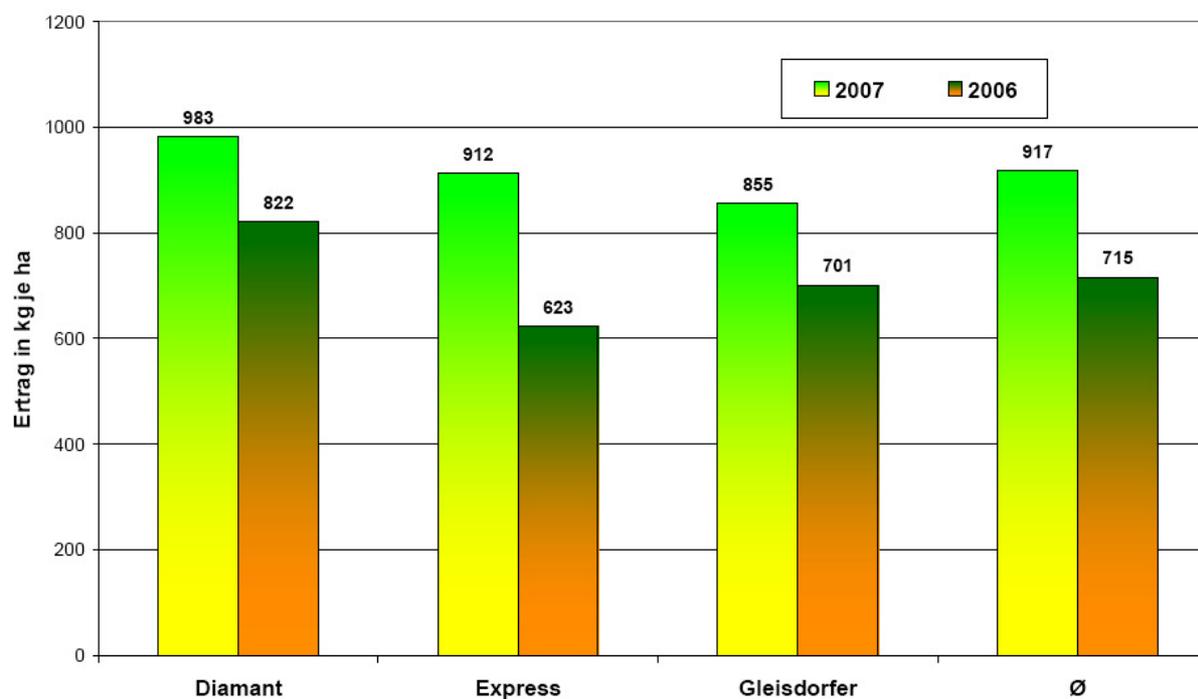
3.3. Kartoffel

Kultur	Fläche in ha
SPEISEKARTOFFELN	21,15
SPEISEKARTOFFELN / FELDGEMÜSE	0,54
FRÜHKARTOFFELN	0,33
FRÜHKARTOFFELN / FELDGEMÜSE	0,02
SAATKARTOFFELN	10,66
Summe	32,70

Kultursummen laut MFA-Flächen 2007

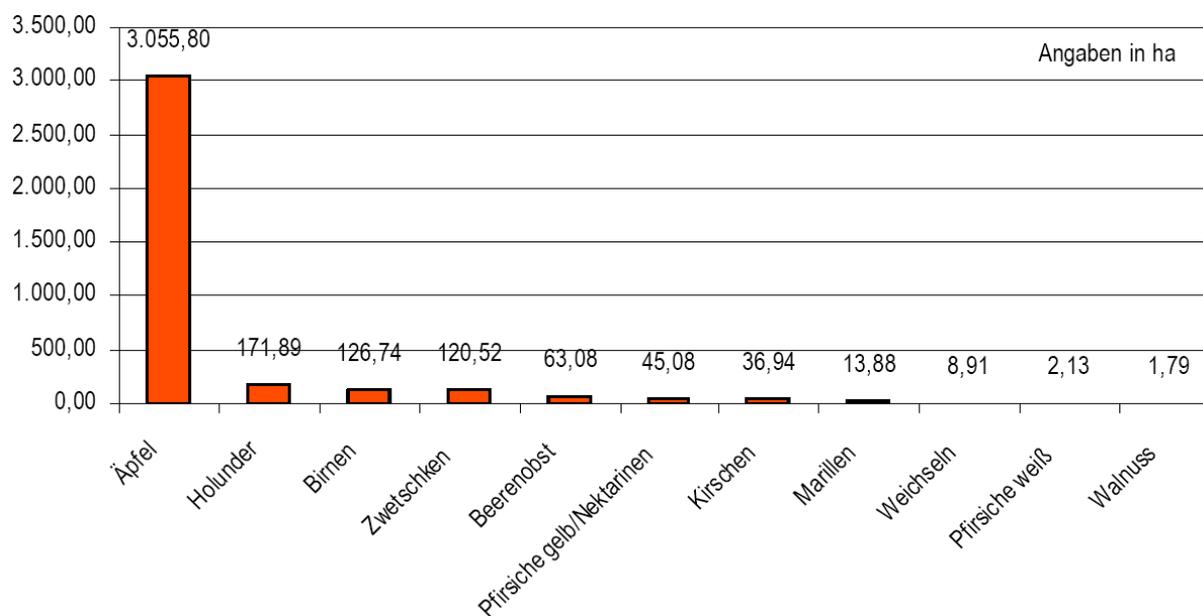
3.4. Ölkürbis

Jahresvergleich - 2006/2007



3.5. Obstbau

Im Bezirk Weiz sind 924 Betriebe im Obstbau tätig! Insgesamt beträgt die Obstbaufläche 3.646,76 ha. Diese Fläche gliedert sich wie folgt:



3.6. Weinbau

Zurzeit bewirtschaften 102 Weinbauern eine Weinbaufläche von 130,72 ha. Im Bezirk besteht 1 Weinbauverein mit derzeit 97 Mitglieder.

Zum überwiegenden Teil wird der Wein in Form des saisonalen Buschenschankes vermarktet. Einige Wenige betreiben auch eine Vinothek mit ausschließlich Flaschenweinvermarktung.



4. Tierische Produktion

4.1. Rinderhaltung

	Rinderbestand zum 01.12.2007 gesamt			Rinderbestand zum 01.12.2006 gesamt		landwirtschaftlich genutzte Fläche 100 ha	Veränderungen in %		Anteil Milchkü- he 2006
	Tiere	Halter	Tiere je 100 ha LF	Tiere	Halter		Tiere	Halter	
Weiz	38.292	1.718	83	37.372	1.777	411	2,50%	-3,30%	65%
Steiermark	337.750	14.904	66	331.684	15.415	4.951	1,80%	-3,30%	59%

2.3.1.1. Jungvieh bis unter 1/2 Jahr

	Jungvieh bis unter 1/2 Jahr		davon Kälber, weiblich		davon Kälber, männlich	
	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter
Weiz	6.389	1.411	3.365	1.169	3.024	1.100
Steiermark	57.524	11.988	29.447	9.736	28.077	9.393

2.3.1.2. Jungvieh 1/2 bis unter 1 Jahr

	Jungvieh 1/2 bis unter 1 Jahr		davon Kälber, weiblich		davon Kälber, männlich	
	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter
Weiz	5.484	1.336	2.909	1.090	2.575	723
Steiermark	48.538	11.311	25.753	9.306	22.785	6.260

2.3.1.3. Jungvieh 1 bis unter 2 Jahre

	Jungvieh 1 bis unter 2 Jahre		davon weiblich		davon Kalbinnen		davon männlich	
	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter
Weiz	8.454	1.438	4.955	1.259	4.935	1.257	3.499	666
Steiermark	70.408	12.109	42.531	10.568	42.360	10.536	27.877	5.744

2.3.1.4. Rinder 2 Jahre und älter

	Rinder, 2 Jah- re und älter		davon weiblich		davon Kalbinnen		davon Kühe		davon Mutterküh		davon Milchkühe		davon männlich	
	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter	Tiere	Halter
Weiz	17.965	1.596	17.408	1.557	2.073	872	15.335	1.530	5.301	1.034	10.034	1.101	557	208
Steiermark	161.280	14.026	156.908	13.795	20.167	7.346	136.739	13.475	55.972	9.713	80.767	8.697	4.374	2.024

Zählung: Stichtag 1. Dezember 2007, Auswertung aus der Rinderdatenbank



4.2. Schweinehaltung

Im Bezirk Weiz beschäftigen sich laut Agrarstrukturerhebung aus dem Jahre 1999 2.548 Betriebe mit Schweinehaltung. Tatsächlich halten nur ca. 160 Betriebe Zuchtsauen mit Ferkelproduktion. Der überwiegende Teil der Betriebe hat jedoch Schweinehaltung für den Eigenbedarf. Es gibt nur einige wenige reine Mastbetriebe.



Die schweinehaltenden Betriebe sind im Bezirk Weiz in 3 Ringen organisiert:

- Schweinemastring Feistritztal
- Schweinemastring Gleisdorf
- Schweineabsatzgemeinschaft Weiz (SAGWE)

Über diese 3 Ringe vermarkten über 170 land- und forstwirtschaftliche Betriebe ihre Schweine und sind über die Styriabrid steiermarkweit zusammengeschlossen.

4.3. Schafhaltung

322 Betriebe halten im Bezirk Schafe. Die Anzahl der gehaltenen Schafe kann durchschnittlich mit ca. 8.500 für den Bezirk Weiz angegeben werden.



4.4. Ziegenhaltung

Die ziegenhaltenden Betriebe sind sowohl in der ARGE Steirisches Kitzfleisch als auch vom Steirischen Rassenmilchziegenzuchtverband organisiert. Mit insgesamt 1.071 Ziegen, wobei 584 Muttertiere registriert werden konnten, war diese Produktionssparte nur von lokaler Bedeutung. Zunehmend auslaufende rinderhaltende Betriebe veredelten ihr Grünland über die Ziege, wobei sowohl die Fleischziege aber auch die Milchziege als Produktionszweig beobachtet werden konnte.



4.5. Geflügelhaltung

Laut Agrarstrukturerhebung 1999 halten im Bezirk Weiz 2.493 Betriebe insgesamt 312.848 Stück Geflügel. Der überwiegende Anteil der Betriebe hält jedoch Geflügel für den Eigenbedarf und die lokale Versorgung. Durch die agrarpolitischen Veränderungen aber besonders durch die Diskussion um das bundeseinheitliche Tierschutzgesetz nahm der Anteil der alternativen Geflügelhaltung, besonders der Biolegehennenhaltung, zu.



4.6. Pferdehaltung

Einige wenige Betriebe haben sich auf Pferdezucht spezialisiert und haben hier nationalen und internationalen Erfolg. Durch die Zuchterfolge und die konstruktive Arbeit der Betriebsführer können immer mehr Betriebe ihr Einkommen aus dieser Produktionspartie erzielen. Neben dem touristischen Angebot befassen sich einige Betriebe auch mit der Pensionspferdehaltung und Pferdezucht.

4.7. Fischzucht

Die Fischzucht hat im Berggebiet regionale Bedeutung und in erster Linie wird Forelenzucht betrieben. Einige Gastronomiebetriebe sind verlässliche Partner der landwirtschaftlichen Betriebe. Dem „Ab Hof Verkauf“, kommt auch hier zunehmende Bedeutung zu.



Untersuchungsergebnisse in ehemaligen Bergbaugebieten

(Auszug aus dem Bodenschutzbericht 1999)

1.) Arzberg – Haufenreith

Dieses Bergbaugebiet zählt zu den Blei- und Zinkbergbauen des Grazer Paläozoikums. Der Beginn der Bergbautätigkeiten geht bis ins auslaufende Mittelalter zurück, wo silberhaltiger Bleiglanz zur Silbergewinnung abgebaut wurde. Erst im Jahr 1927 wurde der Bergbau eingestellt.

Noch heute können in Arzberg und Umgebung viele Zeugnisse der ehemaligen Bergbautätigkeiten gefunden werden. So wurde zum Beispiel der alte Erbstollen als Schau- und Lehrstollen wieder befahrbar gemacht.

Ehemalige Bergbauareale sind:

Das Arzthal südlich von Arzberg, an der Nordflanke der Burgstallerhöhe.
Die Erhebungen unmittelbar nördlich und östlich von Arzberg.
Die Berghänge beiderseits des Raabtales von Arzberg Richtung Haufenreith (Rauchenberg, Wiedenberg, Sattelberg).

Zur Untersuchung der Schwermetallbelastungen wurden in folgenden landwirtschaftlichen Nutzflächen Standorte eingerichtet:

- VFE 15: Als mehrschnittige Wiese genutzter Haldenboden vor dem alten Erbstollen in Arzberg.
- VFE 16: Weide neben Halde im Arzthal östlich der Ortschaft Burgstall.
- VFE 17: Acker am Ausgang der Raabklamm in Kleinsemmering. Das Ausgangsmaterial des Bodens ist Schwemmmaterial, welches Erzpartikel aus dem Bergbaugebiet enthalten kann.
- VFE 18: Auboden aus Schwemmmaterial ca. 500 m nördlich von Arzberg.
- VFE 19: Boden aus phyllitischer Felsbraunerde am unteren Nordwesthang des Sattelberges.
- VFE 20: Auboden mit Grünlandnutzung Raab-abwärts einer ehemaligen Aufbereitungsanlage; östlich von Wiedenberg.

Ebenfalls im Bergbaugebiet liegt der 1991/92 im Zuge der 4x4 km – Rasteruntersuchungen beprobte Standort **WZC 6** am Schönberg südöstlich von Haufenreith. Auch dort findet man erhöhte Gehalte an Zink, Blei und Cadmium.

Untersuchungsergebnisse:

Überschreitungen der Normalwerte findet man bei den Elementen:

- | | |
|---------|--------------------|
| VFE 15: | Zn, Pb, Cd, Hg |
| VFE 16: | Zn, Pb, Cr, Co, Cd |
| VFE 17: | Pb |
| VFE 18: | Zn, Pb, Cd, Hg |
| VFE 19: | Zn, Pb, Co, Cd |
| VFE 20: | Zn, Pb, Mo, Cd, Hg |

Die Normalwert-Überschreitungen bei den Schwermetallen Chrom, Kobalt und Quecksilber betreffen teils nur den Unterboden und sind überwiegend geogen bedingt. Sie stellen auf Grund ihrer relativ niedrigen Absolutgehalte keine nennenswerte Belastung dar, sondern dokumentieren nur den Erzreichtum des betrachteten Gebietes. Als ernstzunehmende Bodenbelastungen müssen aber die Schadstoffe **Zink**, **Blei** und **Cadmium** angesehen werden.

Auffällig hoch ist am Standort **VFE 15** auch der Gehalt an „**pflanzenverfügbarem Zink**“ (EDTA-Extrakt). Er beträgt 202 mg/kg, wobei laut Düngerichtlinien schon ein Gehalt von mehr als 20 mg/kg als „hoch“ einzustufen ist. Am Standort befindet sich eine aus landwirtschaftlicher Sicht unbedeutende kleine mehrschnittige Wiese, welche auf der Halde des Erbstollens gelegen ist. Die Halde selbst wird vom Raabbach angeschnitten, sodass auch belastetes Material mittransportiert wurde und talabwärts wieder abgelagert. Der weitere Verlauf der Raab führt ca. 10 km durch die enge Raabklamm. Eine landwirtschaftliche Nutzung der von der Raab beeinflussten Böden ist daher erst wieder südlich des Klammausganges möglich.

Hier wurde der Standort **VFE 17** eingerichtet. Der Boden dieser Untersuchungsstelle besteht aus feinem Schwemmmaterial der Raab und wird derzeit als Mais- bzw. Getreideacker genutzt. Die Schwermetallgehalte sind hier bereits deutlich niedriger und nur mehr beim Element **Blei** nennenswert. Die Zink- und Cadmiumwerte liegen im Bereich normaler Bodengehalte.

Die Untersuchungsergebnisse am Standort **VFE 16** (Arztal, Nordflanke der Burgstaller Höhe) zeigen die für das Bergbauggebiet typisch erhöhten Gehalte an **Zink**, **Blei** und **Cadmium**, sowie eine geogen bedingte Normalwertüberschreitung beim Element **Chrom** und minimal erhöhte Werte von **Kobalt** im Unterboden.

Der Standort **VFE 18** liegt im nördlichen Ortsteil von Arzberg, in der Nähe alter Stollen und Bergbauhalden. Die Schwermetallgehalte sind jenen des Punktes VFE 15 sehr ähnlich. Die beiden oberen untersuchten Bodenhorizonte (0-5 und 5-20 cm) zeigen im Vergleich zum Unterboden (20-50 cm) eine deutliche Schadstoffanreicherung, welche den starken anthropogenen Einfluss der Bergbautätigkeiten dokumentiert. Der Grund warum nicht nur der oberste Horizont (0-5 cm) so stark belastet ist, dürfte in früher durchgeführten Ackerungen des Standortes zu suchen sein.

Schwermetallgehalte im Bodenhorizont/Untersuchungsjahr in mg/kg (ppm): **VFE 18**

Element	0 – 5 cm 1997	0 – 5 cm 1998	5 – 20 cm 1997	20 – 50 cm 1997	Normalwert
Kupfer (Cu)	35,7	33,2	37,3	36,2	60
Zink (Zn)	719,2	595,2	591,2	208,0	160
Blei (Pb)	450	467,8	454,0	237,0	50
Chrom (Cr)	31,9	34,7	38,8	42,4	80
Nickel (Ni)	36,0	35,9	39,5	44,9	70
Kobalt (Co)	19,8	22,7	22,8	24,8	30
Molybdän (Mo)	1,31	1,21	1,44	1,37	1,6
Cadmium (Cd)	2,01	1,88	1,72	0,60	0,5
Quecksilber (Hg)	0,32	0,25	0,31	0,17	0,3
Arsen (As)	16,1	17,4	18,9	20,3	40

Der Standort **VFE 19** liegt im Bergbaugebiet Arzberg-Nord / Haufenreith und wird als Weide genutzt. Neben den ortstypisch erhöhten Gehalten an Zink, Blei und Cadmium findet man auch geringfügig erhöhte Kobaltwerte, welche rein geogen bedingt sind. **Zink**, **Blei** und **Cadmium** sind im Oberboden angereichert.

In der Nähe des Standortes VFE 19, aber am Westufer der Raab befand sich früher eine Aufbereitungsanlage, sowie ein länglicher, dem Talverlauf folgender Haldenbereich. Sowohl die Halde, als auch die Reste der Aufbereitungsanlage liegen heute im Wald. Es kann davon ausgegangen werden, dass mit Schwermetallen belastetes Material bei Hochwasserereignissen in die nächste landwirtschaftlich genutzte Fläche verfrachtet wurde. Aus diesem Grund wurde der Standort **VFE 20** eingerichtet. Er ist bodenkundlich gesehen ein Aueboden aus dem als belastet vermuteten Schwemmmaterial. Die Untersuchungsstelle liegt ungefähr in der Mitte zwischen den Standorten VFE 18 und 19, welche ca. 1,2 km voneinander entfernt sind. Auf Grund der geringen Mächtigkeit der Bodenbildung konnten nur 2 Horizonte beprobt werden. Der Standort VFE 20 wird derzeit landwirtschaftlich als mehrschnittige Wiese und Weide genutzt.

Schwermetallgehalte im Bodenhorizont/Untersuchungsjahr in mg/kg (ppm): **VFE 20**

Element	0 – 5 cm 1997	0 – 5 cm 1998	5 – 20 cm 1997	Normalwert
Kupfer (Cu)	40,3	36,7	51,4	60
Zink (Zn)	1920,0	1448,0	2280,0	160
Blei (Pb)	984,0	780,0	1552,0	50
Chrom (Cr)	32,1	38,7	30,8	80
Nickel (Ni)	31,8	31,4	37,8	70
Kobalt (Co)	18,6	19,3	22,9	30
Molybdän (Mo)	1,39	1,45	1,75	1,6
Cadmium (Cd)	5,16	4,60	6,44	0,5
Quecksilber (Hg)	0,56	0,54	0,93	0,3
Arsen (As)	15,3	14,0	19,9	40

Die von der Geologischen Bundesanstalt bei der Erstellung des Projektes „Haldenkataster“ unmittelbar im Bereich der heute bewaldeten Ruine der Aufbereitungsanlage untersuchten Bodenproben ergaben noch höhere Schwermetallgehalte:

26.330 ppm **Zink**, 9.297 ppm **Blei** und 113 ppm **Cadmium**.

Auffällig hoch sind an den beiden Standorten VFE 18 und 20 auch die Gehalte an „**pflanzenverfügbarem Zink**“ (EDTA-Extrakt). Sie betragen 159 bzw. 746 mg /kg, wobei laut Düngerichtlinien schon ein Gehalt von mehr als 20 mg/kg als „hoch“ einzustufen ist.

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes findet man bei den Elementen:

VFE 15:	Zn, Pb, Cd
VFE 16:	Zn, Cr
VFE 17:	Pb
VFE 18:	Zn, Pb, Cd, As
VFE 20:	Zn, Pb, Cd

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

An allen Standorten außer am Punkt VFE 20 liegen die Schwermetallgehalte der untersuchten Pflanzenproben im normalen Gehaltsbereich.

An der Untersuchungsstelle **VFE 20** findet man in einer der untersuchten Grasproben einen **Cadmiumgehalt** von 0,6 mg/kg in der Trockensubstanz. Die anderen untersuchten Grasproben des Standortes weisen niedrigere Gehalte auf und liegen im als „normal“ definierten Bereich (0,05-0,4 mg Cadmium / kg in der Trockensubstanz). Ein Cadmiumgehalt von 0,6 mg/kg wäre laut Futtermittelverordnung als Alleinfuttermittel für Kälber und Lämmer nicht mehr zulässig (Richtwert: 0,57 mg/kg in der Trockensubstanz). Für adulte Tiere hingegen liegt der Futtermittel-Richtwert höher (1,14 mg/kg in der Trockensubstanz). Da jedoch zwei Grasproben des Standortes VFE 20 am selben Tag und nur an leicht verschiedenen Stellen gezogen wurden, ist es zulässig einen Mittelwert von 0,5 mg Cadmium / kg in der Trockensubstanz als für diesen Standort repräsentativ anzunehmen. Der in einer Grasprobe gefundene erhöhte **Zinkgehalt** ist ohne Belang.

Als überhöht sind an den Standorten **VFE 15** und **18** auch die Bodengehalte an **polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAH)** anzusprechen. Die PAH-Summen liegen bei ca. 500-1000 ppb (ng/g) im Oberboden. Die Herkunft der Belastungen ist vermutlich den Bergbautätigkeiten zuzurechnen.

Als ubiquitäre Belastung gelten PAH-Gehalte unter 200 ppb, Werte über 500 sind als stark belastet einzustufen.

Eine am Standort **VFE 15** nur im Beprobungsjahr 1998 festgestellte Bodenbelastung mit **DDT**-Rückständen (192 ppb) ist vermutlich auf eine frühere, lokal eng begrenzte, Anwendung des heute verbotenen Schädlingsbekämpfungsmittels zurückzuführen.

2.) Straßegg

Das alte Arsenbergbaugebiet Gasen – Straßegg befindet sich nordwestlich der Ortschaft Gasen, im Bereich des Straßeggsattels.

Erste Hinweise auf Bergbautätigkeiten gibt es um 1400. Ende des 15. Jahrhunderts zählte der Bergbau „Zuckenhut“ (alter Name dieses Gebietes) zu den bekanntesten Silberbergbauen der Ostalpen. Am Anfang des 16. Jahrhunderts erlangte neben Silber und Gold auch der Abbau des Arsenkieses wirtschaftliches Interesse.

Als Begleitminerale findet man unter anderem Pyrit, Bleiglanz, Kupferkies und Zinkblende.

Die bergbaulichen Tätigkeiten wurden am Anfang des 19. Jahrhunderts eingestellt.

Neben alten, längst schon eingestürzten Stollengängen gibt es ein ca. 1,1 km langer Pingen- und Haldengürtel noch heute Zeugnis von der einstmaligen Bergbautätigkeit. Das Gebiet ist heute fast ausschließlich forstwirtschaftlich genutzt. Die Einrichtung des Untersuchungsstandortes **VFD 7** erfolgte in einer an den Haldenbereich angrenzenden landwirtschaftlichen Nutzfläche.

Untersuchungsergebnisse:

Überschreitungen der Normalwerte findet man bei den Elementen:
Cu, Pb, Cr, Ni, Co und As.

Besonders hoch ist die Belastung mit **Arsen**. Die Arsengehalte des Untersuchungsstandortes VFD 7 sind die höchsten Werte, welche bisher in der Steiermark gemessen wurden. Aber auch die Gehalte an **Blei, Chrom** und **Nickel** weisen überdurchschnittlich hohe Werte auf.

Der Untersuchungsstandort wird derzeit landwirtschaftlich zu Futterzwecken genutzt.

Die gleichförmige Verteilung aller Schwermetalle in den untersuchten Bodenhorizonten zeugt von der geogenen Herkunft der Elemente.

Schwermetallgehalte im Bodenhorizont/Untersuchungsjahr in mg/kg (ppm): **VFD 7**

Element	0 – 5 cm 1997	0 – 5 cm 1998	5 – 20 cm 1997	20 – 50 cm 1997	Normalwert
Kupfer (Cu)	70,2	75,6	76,1	74,7	60
Zink (Zn)	104,0	98,6	106,0	98,0	160
Blei (Pb)	326,0	386,4	370,0	318,0	50
Chrom (Cr)	520,0	512,0	544,0	522,0	80
Nickel (Ni)	261,0	272,0	279,0	280,0	70
Kobalt (Co)	37,4	44,5	40,4	41,1	30
Molybdän (Mo)	1,34	1,28	1,42	1,09	1,6
Cadmium (Cd)	0,24	0,28	0,26	0,21	0,5
Quecksilber (Hg)	0,13	0,13	0,12	0,13	0,3
Arsen (As)	1860,0	1780,0	1897,0	1680,0	40

Überschreitungen des gesetzlichen Grenzwertes findet man bei den Elementen:
Pb, Cr, Ni und As.

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

In den untersuchten Grasproben am Standort **VFD 7** werden die als „normal“ eingestuftten Gehalte von **Arsen** (0,1 - 1 mg/kg in der Trockensubstanz) und **Nickel** (0,1 - 3 mg/kg in der Trockensubstanz) überschritten.

Es wurden zwei Grasproben untersucht und dabei Arsengehalte von 1,1 mg/kg und Nickelwerte von ca. 8,9 mg/kg festgestellt.

Eine Überschreitung des Futtermittel-Richtwertes für Arsen liegt aber nicht vor.

Als Ursache der Richtwertüberschreitungen kann ein Transfer pflanzenverfügbarer Schwermetallanteile vom Boden in die Pflanze angenommen werden. Vor allem beim Arsen weist der Boden ja extrem hohe Gehalte auf. Die ebenfalls hohen **Chromgehalte** im Boden sind - wie die als normal einzustufenden Pflanzengehalte zeigen – erfreulicherweise nicht gut mobilisierbar.

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.: µg/kg (Mikrogramm pro Kilogramm)

Literatur

Erläuterungen zur Bodenkarte 1: 25.000 der Österreichische Bodenkartierung.

Richtlinien für sachgerechte Düngung - 6. Auflage, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, 2006.

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 - 2007.

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 Weiz - 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:

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

Druck:

A2- Zentrale Dienste

