

Das Steiermärkische landwirtschaftliche Bodenschutzprogramm

Bodenschutz-
bericht

2017

1. Jahr	10. Jahr	20. Jahr	30. Jahr
1986	1996	2006	2016
1987	1997	2007	2017
1988	1998	2008	2018
1989	1999	2009	2019
1990	2000	2010	2020
1991	2001	2011	2021
1992	2002	2012	2022
1993	2003	2013	2023
1994	2004	2014	2024
1995	2005	2015	2025
1996	2006	2016	2026
1997	2007	2017	2027
1998	2008	2018	2028
1999	2009	2019	2029
2000	2010	2020	2030
2001	2011	2021	2031
2002	2012	2022	2032
2003	2013	2023	2033
2004	2014	2024	2034
2005	2015	2025	2035
2006	2016	2026	2036

**BODEN-
DAUER-
BEOBACHTUNG**



Inhaltsangabe

	Seite
Inhaltsangabe	1
Zusammenfassung	2
Das Bodenprobenarchiv der Steiermark	3
Bodendauerbeobachtung in der Steiermark	
1 Allgemeines	4
2 Ergebnisse an 45 Untersuchungsstandorten	9
Humusverarmung	10
Bodenversauerung	12
Nährstoffverarmung (Phosphormangel)	14
Überdüngung landwirtschaftlich genutzter Flächen	16
Schwermetallbelastungen	18
Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH's, PAK's)	21
Chlorierte Kohlenwasserstoffe (HCB, Lindan, DDT)	22
Die zeitliche Variabilität der Untersuchungsparameter im Laufe eines Jahres	24
Ergebnisse der Bodenzustandsinventur	34
Bodenschutzberichte	35
Erläuterung der Abkürzungen und verwendete Literatur	36
Impressum	37

Zusammenfassung

Bodendauerbeobachtung in der Steiermark

Der vorliegende Bodenschutzbericht präsentiert ein **Konzept** zur Auswertung der Untersuchungsergebnisse der **Bodendauerbeobachtung**, die 1996 in Form von Kontrollen im Zehn-Jahresabstand begonnen wurde. Zur **Beurteilung** der bisherigen Ergebnisse wird ein statistisches Verfahren vorgestellt, welches Trends der ermittelten Bodenparameter erkennt. Als Test zur Tauglichkeit des Verfahrens werden 45 Standorte, welche von 1996 bis 2016 über zwei Untersuchungsdekaden kontrolliert wurden herangezogen.

Folgende wichtige Fragestellungen des Bodenschutzes werden dabei behandelt:

- **Humusverarmung**
- **Bodenversauerung**
- **Nährstoffverarmung** und **Überdüngung** von landwirtschaftlich genutzten Flächen.
- Finden weiterhin **Schadstoffeinträge von Schwermetallen** statt?
- Wie ist der Trend (Zu- oder Abnahme) der Bodengehalte bei den **organischen Schadstoffen** (chlorierte und polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe)?

Ergebnisse:

Humusverarmung ist nach den bisherigen Ergebnissen in der Steiermark kein Thema. Nach der letzten Kontrolluntersuchung 2016 liegen alle 45 Standorte in der Bewertungsklasse optimaler Gehalte (lt. Richtlinie für die sachgerechte Düngung des BM).

Auch wenn an vier Standorten abnehmende pH-Werte (**Bodenversauerung**) festzustellen sind, erkennt man besonders an den untersuchten Ackerstandorten deutlich den Erfolg von bodenverbessernden Kalkungsmaßnahmen.

Nährstoffverarmung ist vor allem beim **Phosphor** ein Thema, Überdüngungen beim **Kalium**. Die Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung zeigen trotz einzelner Verbesserungen keine generelle Veränderung in Richtung einer optimalen Nährstoffversorgung landwirtschaftlich genutzter Böden. In diesem Sinne kann nur wiederholt auf die Wichtigkeit einer sachgerechten Düngung auf Basis von regelmäßigen Bodenuntersuchungen hingewiesen werden!

Die **Schwermetallbelastung** steirischer Böden erweist sich bisher als gleichbleibend, beziehungsweise in einigen Fällen mit abnehmender Tendenz – ein steigender Trend ist die Ausnahme. Bei den durchgeführten Beprobungen wurde lediglich in einem einzigen Fall eine Zunahme des Kupfergehaltes in einer Obstanlage festgestellt. Dies kann darauf zurückzuführen sein, dass diese Anlage bereits mehrere Jahrzehnte am selben Standort betrieben wird bzw. kupferhaltige Pflanzenschutzmittel eingesetzt wurden.

Organische Schadstoffe: Bei der als universeller Umweltindikator geltenden Schadstoffgruppe der **PAH** wurde nur an drei Standorten eine signifikante Abnahme festgestellt. Bei den nur selten gefundenen **HCB-** und **DDT-Rückständen** ist erfreulicherweise generell eine langsame Abnahme der Belastungen zu erkennen.

Das Bodenprobenarchiv der Steiermark

Im derzeitigen Referat Boden- und Pflanzenanalytik der A 10 Land- und Forstwirtschaft des Amtes der Steiermärkischen Landesregierung in der Ragnitzstrasse 193 - Graz, befindet sich das Archiv aller im Rahmen des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes gezogenen Boden- und Pflanzenproben.

Die Herkunft der Proben ist durch Lagebeschreibungen, Skizzen, Fotos, GPS-Koordinaten und Vermarkung in der Natur gesichert.

Die Bodenproben dieses Archivs sind die Basis dieser und aller zukünftigen Untersuchungen zur Bodendauerbeobachtung und zu umweltrelevanten Fragestellungen, wenn vergleichende Daten zu bereits gemessenen oder noch nicht erhobenen Parametern relevant werden (man erinnere sich nur an die Reaktorkatastrophe von Tschernobyl 1986, wo leider keine unbelasteten Vergleichsproben der Vorjahre vorhanden waren).

Egal, ob heute, in einigen Jahren, oder einigen Jahrhunderten, sorgfältig archivierte Bodenproben werden mit zunehmendem Alter immer wertvoller!



Bewahren und Erweitern

Es ist eine wichtige Aufgabe dieser und der kommenden Generationen, die Bodenproben dieses Archivs zu bewahren und zu erweitern, damit der Schutz unserer Lebensgrundlage Boden durch kontrollierende Maßnahmen weiterhin gewährleistet werden kann.

Bodendauerbeobachtung in der Steiermark

1. Allgemeines

Schadstoffeinträge in Böden erfolgen lokal begrenzt (z. B. Pflanzenschutzmittel) oder großflächig (z. B. industrielle Emissionen), ihre Auswirkungen können kurzfristig (abbaubare Substanzen) oder langfristig (schwer abbaubare Substanzen, wie Schwermetalle, chlorierte und polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe) andauern. Viele Belastungen wie Schwermetalle oder PAH werden schleichend und über lange Zeiträume in Böden eingetragen und ihre Gehalte werden durch Kumulation ständig größer. Bei Schwermetallen kann zusätzlich zu anthropogen verursachten Einträgen auch schon eine naturgegebene geogene Grundbelastung vorhanden sein. Über sehr lange Zeiträume (Jahrzehnte) eingetragene Schadstoffe setzen für die Bodendauerbeobachtung ein langfristiges Konzept voraus.

Derzeit werden in Abständen von zehn Jahren Wiederholungsuntersuchungen an den Standorten des Bodenschutzprogrammes durchgeführt. Auswertungen über Trends (Zu- oder Abnahmen) sind frühestens nach zwei Untersuchungsdekaden möglich.

Schon bei den ersten festgestellten Belastungen der Bodenzustandsinventur 1986 zeigte sich, wie hilfreich Vergleichsproben aus vergangenen Zeiten gewesen wären. Bodenproben, die vor der Verwendung von verbleitem Benzin oder gar von vor der industriellen Revolution stammten, hätten Schwermetallanreicherungen von Blei, Cadmium, Quecksilber, sowie PAH im Oberboden schnell erklären können. Wir sprechen hier also von vergleichenden Bodenproben die 100 oder 200 Jahre alt sind. Bloß derartiges Bodenmaterial gibt es leider nicht. Der logische Umkehrschluss ist es zu erkennen, wie wichtig die Bodenproben des jetzigen Bodenschutzprogrammes in 100 Jahren und mehr sein werden. Die sorgfältige Archivierung heutiger Bodenproben und die Nachvollziehbarkeit ihrer Herkunft wird also die zentrale Aufgabe unserer und kommender Generationen sein.

Über Auswahl, Vorgangsweise der Beprobung und Vermarkung der Untersuchungsstandorte wurde bereits im Bodenschutzbericht 2016 (Seiten 8 ff) ausführlich berichtet. Nach Abschluss der in der Steiermark erstmaligen Bodenzustandsinventur an 1.000 Standorten, erfolgt nun seit 1996 eine Bodendauerbeobachtung aller Untersuchungsstellen im Zehnjahresabstand.

Im Folgenden wird ein Versuch zur Interpretation der umfangreichen und komplexen Daten präsentiert und anhand von 45 Untersuchungsstandorten getestet.

Die Erstuntersuchung der Standorte erfolgte 1986. Ursprünglich wurden in diesem Jahr 60 Untersuchungsstellen eingerichtet, wovon aber im Laufe der Jahre 15 (meist durch Verbauung) ausgefallen sind. In Zehnjahresabständen (1996, 2006, 2016) wurde der Oberboden der verbliebenen Standorte im Rahmen der Bodendauerbeobachtung erneut untersucht. Eigentlich hätte 2006 nach zwei Untersuchungsdekaden schon eine Trendanalyse durchgeführt werden können, weil aber in den Anfangsjahren des Bodenschutzprogrammes (1986 - 1989) die Bodenprobenahme nach genetisch gewachsenen und nicht nach fixen Tiefenstufen erfolgte, wurde 2016 eine weitere Dekade untersucht.

Versuche, unterschiedliche Entnahmetiefen schätzungsweise rückzurechnen sind nicht zielführend, da dazu eine homogene Verteilung der Analyten im Bodenhorizont vorausgesetzt werden muss, was nicht anzunehmen ist. Zudem wurden die Bodenprobenahmen 1986 – 1989 nur über eine Einzelprobe und nicht aus einer Mischprobe von vier Profilgruben durchgeführt, was einen größeren Probenahmefehler bedingt. Aus diesen Gründen werden für den hier gegenständlichen ersten Auswertungsversuch der Bodendauerbeobachtung die Jahrgänge 1996-2006-2016 herangezogen und die Erstprobenahmen 1986 nicht berücksichtigt.

Mit welchen Ergebnissen ist zu rechnen?

→ Bei drei Untersuchungen können entsprechend der gemessenen Gehalte folgende Ergebnismuster (10-Jahreskontrolle, 20-Jahreskontrolle 30-Jahreskontrolle) entstehen:

<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>				X	X	X				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>			X	X	X					<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr></table>				X	X				X	<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr></table>					X	X	X			<table border="1"><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td>X</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>	X				X	X			
X	X	X																																															
		X																																															
X	X																																																
X	X																																																
		X																																															
	X	X																																															
X																																																	
X																																																	
	X	X																																															
<table border="1"><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td></td><td></td></tr></table>		X		X		X				<table border="1"><tr><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr></table>				X		X		X		<table border="1"><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr></table>		X				X	X			<table border="1"><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr></table>	X					X		X		<table border="1"><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr></table>		X		X					X
	X																																																
X		X																																															
X		X																																															
	X																																																
	X																																																
		X																																															
X																																																	
X																																																	
		X																																															
	X																																																
	X																																																
X																																																	
		X																																															
<table border="1"><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr></table>			X	X				X		<table border="1"><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr></table>			X		X		X			<table border="1"><tr><td>X</td><td></td><td></td></tr><tr><td></td><td>X</td><td></td></tr><tr><td></td><td></td><td>X</td></tr></table>	X				X				X																				
		X																																															
X																																																	
	X																																																
		X																																															
	X																																																
X																																																	
X																																																	
	X																																																
		X																																															

Die ersten 11 Ergebnismuster lassen keinen Trend erkennen, sondern sprechen am ehesten für statistisch zufällige Ergebnisse. Die letzten beiden Messserien **können** auf einen zeitlichen Trend (**Zunahme** bzw. **Abnahme**) zurückzuführen sein.

Auswertungsproblematik:

Das Grundproblem beim Vergleich von Analysendaten sind unvermeidbare Fehlerquellen, die sich aus vielen Komponenten zusammensetzen und letztendlich zu einem *kombinierten Fehler* addieren. Er wurde bei den Auswertungen des Bodenschutzprogrammes als **Vertrauensbereich VB** quantifiziert. Seine Berechnung erfolgte aus der Ausreißerkorrigierten zweifachen Standardabweichung der Analyseergebnisse aus Erst- und Wiederholungsuntersuchung der Oberböden der Untersuchungsstandorte.

Die Angabe der Untersuchungsergebnisse versteht sich daher immer als:

Messwert ± Vertrauensbereich

Prinzipiell unterscheidet man Fehler bei der Probennahme und messtechnische Fehler bei der Laboranalyse (Details siehe Bodenschutzbericht 1998, Seiten 26 ff). Erstere sind im Wesentlichen auf die örtliche und zeitliche Variabilität der Untersuchungsparameter zurückzuführen, wobei der Fehler durch die örtliche Inhomogenität des Bodens mehr Einfluss hat (siehe Bodenschutzbericht 2000, Seiten 56 ff). Der Beitrag des Analysefehlers bei der Messung im Labor ist meist deutlich geringer als der Probenahmefehler. Zudem

konnte er im Laufe der Jahre durch verbesserte Analysenmethoden und strengere Messkriterien im Zuge der Laborakkreditierung weiter minimiert werden.

Es muss erwähnt werden, dass der Vertrauensbereich eines Untersuchungsparameters keine fixe Größe ist, sondern konzentrationsabhängig. Diesem Problem wurde Rechnung getragen indem seine jeweilige Größe über folgende Geradengleichungen abgeschätzt wurde:

$$VB = \text{Gehalt} * k + d$$

Parameter	k	d
Humus (%)	0,0675	0,0598
pH-Wert (CaCl ₂)	0,0021	0,1103
P-CAL (mg P ₂ O ₅ / 100 g)	0,1387	0,7380
K-CAL (mg K ₂ O / 100 g)	0,1576	0,4628
KW-Cu (mg/kg)	0,0718	-0,0616
KW-Zn (mg/kg)	0,0484	1,2718
KW-Pb (mg/kg)	0,1012	-0,7481
KW-Cr (mg/kg)	0,0473	1,0423
KW-Ni (mg/kg)	0,0520	0,2967
KW-Co (mg/kg)	0,0431	0,2816
KW-Mo (mg/kg)	0,0402	0,0277
KW-Cd (mg/kg)	0,0813	0,0052
KW-Hg (mg/kg)	0,0885	0,0094
KW-As (mg/kg)	0,0588	0,1705
PAH-Summe (µg/kg)	0,2553	-3,5554

Die nachstehende Tabelle ist eine Zusammenfassung der Schätzwerte für den Vertrauensbereich am Mediangehalt steirischer Böden.

Durchschnittsgehalte im Oberboden und deren Vertrauensbereiche (VB):

Parameter	Einheit	Mediangehalte (Steiermark)	Vertrauensbereich (geschätzt)
Humus	%	6,15	0,95
pH-Wert	---	5,43	0,24
P ₂ O ₅	mg/100g	6,00	3,14
K ₂ O	mg/100g	16,00	5,97
Cu	mg/kg	25,13	3,49
Zn	mg/kg	94,95	11,73
Pb	mg/kg	27,44	4,06
Cr	mg/kg	39,93	5,86
Ni	mg/kg	26,35	3,33
Co	mg/kg	12,70	1,66
Mo	mg/kg	0,89	0,13
Cd	mg/kg	0,28	0,06
Hg	mg/kg	0,13	0,04
As	mg/kg	11,55	1,70
PAH-Summe	µg/kg	65,00	26,08

Kriterien zur Erkennung von Trends bei der Bodendauerbeobachtung:

Beispiel: Haben die Bleigehalte am Untersuchungsstandort zugenommen?

Wert 1	Wert 2	Wert 3
28 ppm Blei	30 ppm Blei	32 ppm Blei

→ **Nicht unbedingt!**

Begründung: Der **Vertrauensbereich** von Blei in dieser Konzentration liegt bei ± 4 ppm und daher ist das obige Ergebnis genauso wahrscheinlich wie:

Wert 1	Wert 2	Wert 3
32 ppm Blei	30 ppm Blei	28 ppm Blei

Es könnte also genauso gut eine Abnahme des Bleis erfolgt sein, wie eine Zunahme, oder auch eine Stagnation der Gehalte. Richtigerweise muss ein derartiges Ergebnis als *statistisch indifferent* interpretiert werden.

→ Das Ergebnis der Dauerbeobachtung hängt von der Wahl einer geeigneten mathematischen Interpretation der Daten ab (Berechnung der Vertrauensbereiche in Abhängigkeit ihrer Konzentration).

Bedingung für einen statistisch gesicherten Trend:

Bei Testläufen verschiedener statistischer Auswertungsmodelle hat sich zur Erkennung eines statistisch gesicherten Trends folgende Bedingung als praktikabel erwiesen:

Die Differenz zwischen dem niedrigsten und dem höchsten Wert einer Messserie muss größer sein als die Summe ihrer Vertrauensbereiche.

$$\text{Maximum} - \text{Minimum} > \text{VB-min} + \text{VB-max}$$

Das heißt, die Werte des niedrigsten und höchsten Gehaltes müssen so weit voneinander entfernt sein, dass sich ihre Vertrauensbereiche nicht berühren. Ansonsten wären sie ja statistisch gesehen nicht unterscheidbar.

Einschränkung der Ergebnisse:

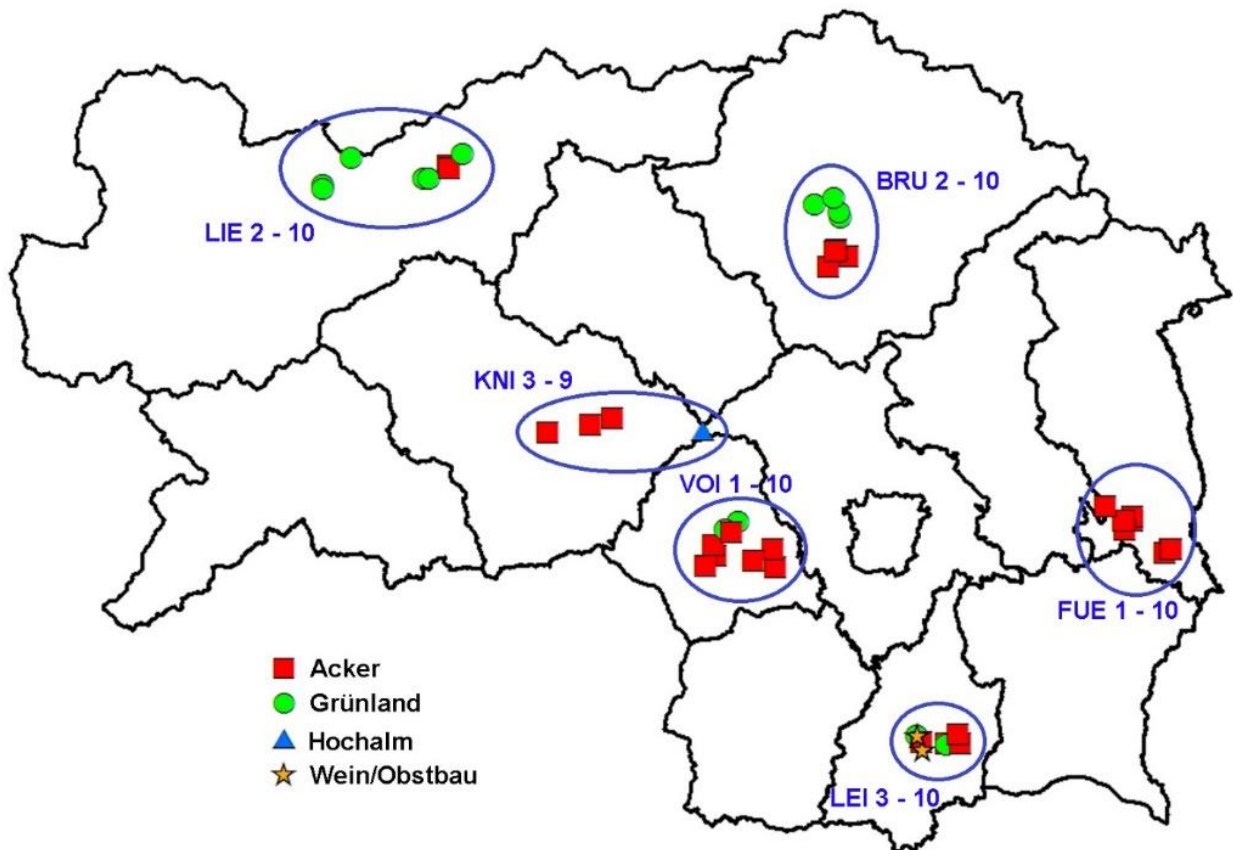
Alle Ergebnissinterpretationen basieren auf dem aktuellen Wissens- und Untersuchungsstand und können sich daher im Zuge neuer Erkenntnisse und weiterer Untersuchungen ändern. Wie bei allen statistischen Auswertungsmodellen steigt die Aussagekraft mit der Anzahl weiteren Messdaten an.

Der für die Auswertung herangezogene Vertrauensbereich VB ist nur eine berechnete statistische Größe (ausreisserbereinigter Median der Standardabweichungen aus Erst- und Wiederholungsuntersuchung im Folgejahr) und führt beim Großteil der Böden zu richtigen Schlüssen. In Böden mit großer inhomogener Verteilung der untersuchten Parameter oder Extremwerten versagt er (Trend wird nicht erkannt oder ist falsch positiv).

Standortnutzung:

Von den 45 in diesem Bericht gegenständlichen Standorten werden 28 ackerbaulich genutzt, 14 sind Dauergrünland, eine Untersuchungsstelle (KNI 9) liegt auf einer Hochalm und die Standorte LEI 8 + 9 sind eine Obst- bzw. Weinanlage.

Lage und Nutzung der Untersuchungsstandorte:



2. Ergebnisse an 45 Untersuchungsstandorten:

Die in diesem Bericht präsentierten Ergebnisse zur Bodendauerbeobachtung steirischer Böden sind der Versuch das zuvor vorgestellte statistische Auswertungsmodell einem Praxistest zu unterziehen. Die **Aussagekraft** der betrachteten 45 von in Summe mehr als 900 Standorten in der Steiermark ist natürlich noch gering, gibt aber doch einen Hinweis auf die Ergebnisse, die nach 2026, wenn an allen Standorten zwei Untersuchungsdekaden abgeschlossen sind, möglich sind.

In diesem Sinne wurden nach dem derzeitigen Untersuchungsstand an folgenden ausgewählten Parametern statistisch gesicherte Trends errechnet: **Zusammenfassung**

Kennung	Nr.	Nutzung	Humus	pH	P2O5	K2O	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As	PAH
LEI	3	Acker			↑								↓				
LEI	4	Grünland								↓							
LEI	6	Acker				↑	↑										
LEI	7	Acker											↓				
LEI	8	Obstanlage					↑										↓
LEI	9	Weinanlage			↓					↓							
FUE	1	Acker		↑													
FUE	2	Acker															↓
FUE	10	Acker															↓
KNI	3	Acker		↑	↑	↑				↓							
KNI	7	Acker		↑													
KNI	9	Hochalm						↓									↓
BRU	2	Acker											↓				
BRU	5	Acker															↓
BRU	6	Grünland	↓											↓			↓
LIE	2	Grünland		↓						↓			↓				
LIE	6	Acker											↓				↓
LIE	10	Grünland									↑						
VOI	3	Acker		↓													
VOI	5	Acker		↓													
VOI	7	Acker											↓				
VOI	8	Acker		↑													
VOI	10	Acker		↓													

Zunahme	↑
Abnahme	↓

Anmerkung:

Beim **Humus** und **pH-Wert** sind sinkende Werte im Allgemeinen unerwünscht (Humusverarmung, Bodenversauerung) und zunehmende als positiv zu bewerten.

Bei den Nährstoffen **Phosphor** und **Kalium** muss unterschieden werden, ob durch die Veränderung eine optimale Versorgung, oder ein Mangel bzw. eine Überdüngung aufgetreten ist.

Bei den **Schwermetallen** ist, sofern bei einem Spurennährstoff kein Mangel entsteht, eine Abnahme erwünscht.

Bei der Schadstoffgruppe der polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffe **PAH** ist eine Abnahme immer ein positiver Effekt.

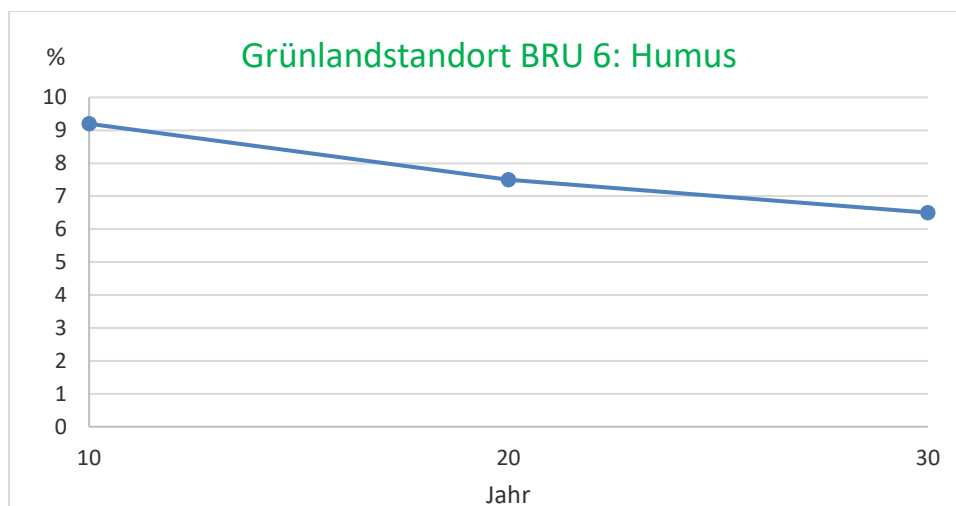
Humusverarmung

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. Die oft vermutete Humusverarmung an Flächen mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung ist daher ein wichtiges Thema bei der Bodendauerbeobachtung der Böden.

Die bisherigen Ergebnisse der Bodenzustandsinventur zeigen ein durchaus positives Bild vom Humusgehalt der steirischen Böden (Bodenschutzbericht 2016, Seiten 36+37).

Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

Nur bei einem einzigen der untersuchten 45 Standorte konnte eine statistisch sichere Abnahme festgestellt werden. Der Humusgehalt ist aber, da es sich um einen Grünlandboden handelt, dennoch ausreichend.



Änderungen der Bewertungsklassen im Laufe von 20 Jahren:

*(Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland
Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft
7. Auflage, 2017. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.)*

Anzahl aller 45 Standorte in den Bewertungsklassen:

Humus	1996	2006	2016
zu nieder:	2	5	0
in Ordnung:	43	40	45

Bei der Zuordnung der Standorte zu den einzelnen Bewertungsklassen fällt auf, dass sich die Humusgehalte der Böden verbessert haben. Bei den letzten Kontrolluntersuchungen 2016 waren sämtliche Humusgehalte „in Ordnung“.



Grünlandstandort BRU 6

Bodenversauerung

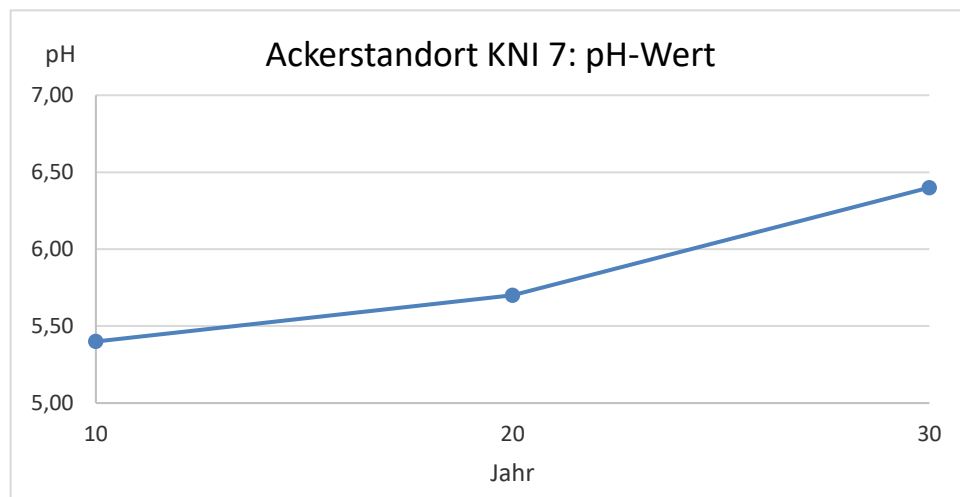
Nicht nur Almflächen im Urgestein, sondern auch ein Großteil der landwirtschaftlich intensiv genutzten Böden der Süd- und Südoststeiermark weisen zu saure Böden auf (Bodenschutzbericht 2016, Seiten 38+39). Saure Böden neigen zu Nährstoffverarmung und Mobilisierung von Schadstoffen.

Verschlechtert sich dieser Zustand durch die ubiquitäre Umweltverschmutzung, oder können Gesundungs- und Erhaltungskalkungen einer weiteren Bodenversauerung ausreichend entgegenwirken?

Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

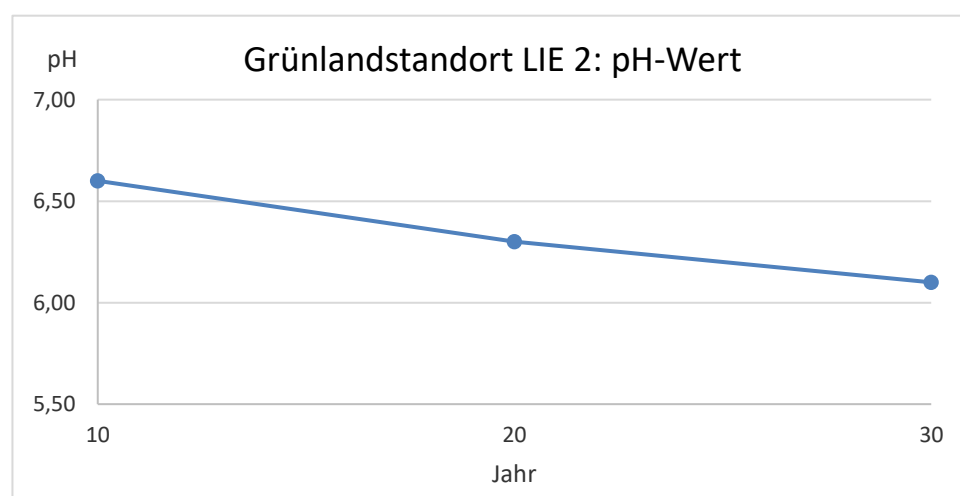
Statistisch gesicherte Zunahme: 4 Standorte

Beispiel:



Statistisch gesicherte Abnahme: 4 Standorte

Beispiel:



Die restlichen beobachteten **37 Standorte** verhalten sich statistisch gesehen **indifferent** und lassen derzeit in ihrem zeitlichen Verlauf keinen Trend erkennen.

Vier der hier gegenständlichen 45 Standorte in den Bezirken Voitsberg und Liezen weisen eine abnehmende Tendenz (Bodenversauerung) des pH-Wertes auf.

An ebenso vielen Ackerstandorten hingegen ist als positiver Effekt von Kalkungsmaßnahmen eine Zunahme der pH-Gehalte festzustellen.

Änderungen der Bewertungsklassen im Laufe von 20 Jahren:

*(Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland
Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft
7. Auflage, 2017. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.)*

Anzahl aller 45 Standorte in den Bewertungsklassen:

pH-Wert	1996	2006	2016
sauer:	18	17	1
in Ordnung:	21	22	37
basisch:	6	6	7

Bei der Zuordnung der Standorte zu den einzelnen Bewertungsklassen fällt auf, dass sich in den ersten 10 Jahren nur wenig verändert hat, in den letzten zehn Jahren jedoch eine deutliche Verbesserung eingetreten ist. Besonders anschaulich ist die Änderung, wenn man nur die 28 Ackerstandorte betrachtet:

pH-Wert	1996	2006	2016
sauer:	15	14	0
in Ordnung:	13	13	25
basisch:	0	1	3

Bei der Kontrolluntersuchung 2016 wurde kein einziger saurer Ackerstandort mehr ausgewiesen, ein deutliches Indiz für erfolgreiche Kalkungsmaßnahmen.

Nährstoffverarmung (Phosphormangel)

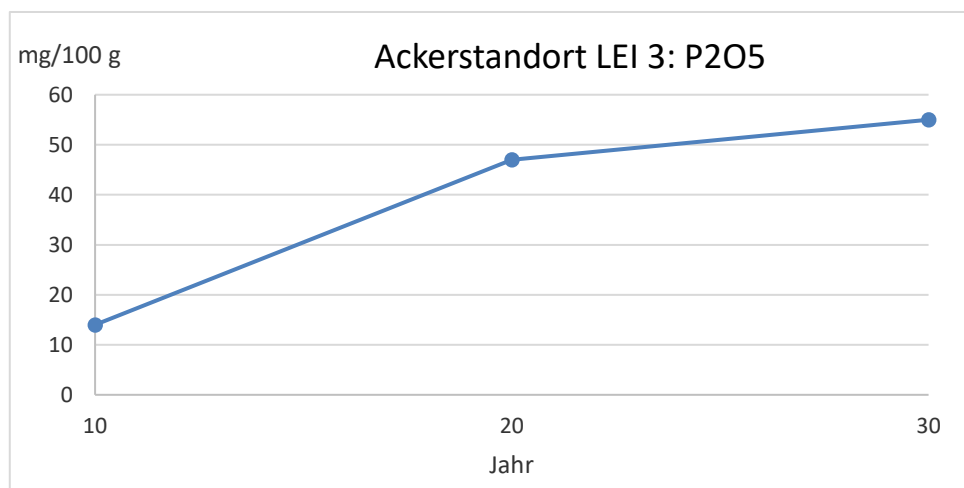
Ein Großteil der steirischen Böden ist von Natur aus nicht ausreichend mit Phosphor versorgt (Bodenschutzbericht 2016, Seiten 42+43) was oft bedenkenlos durch intensive Düngegaben ausgeglichen wurde. Jahrzehntelang war man im Glauben, dass sich Defizite in der Natur durch Chemieeinsatz endlos korrigieren und laufend wirtschaftliche Steigerungen erzielen lassen. Andererseits müssen unterversorgte Böden zur Erzielung optimaler Erträge mit Nährstoffen versorgt werden. Der richtige Weg ist eine bedarfsge- rechte, auf einer aktuellen Bodenuntersuchung basierende Düngung.

Wie hat sich die Phosphat-Versorgung der steirischen Böden in den letzten 20 Jahren verändert?

Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

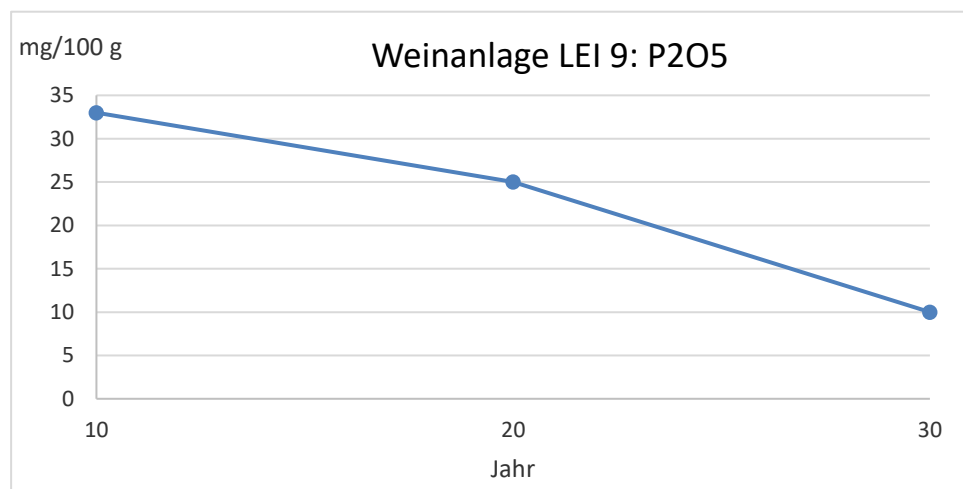
Statistisch gesicherte Zunahme: 2 Standorte

Beispiel:



Statistisch gesicherte Abnahme: 2 Standorte

Beispiel:



Die restlichen **41 Standorte verhalten sich statistisch gesehen indifferent** und lassen derzeit in ihrem zeitlichen Verlauf keinen Trend erkennen.

Lässt man die statistische Absicherung einmal außer Betracht, weisen die hier gegenständlichen 45 Standorte häufiger eine zunehmende Tendenz der Phosphatversorgung als eine weitere Nährstoffverarmung auf. Dennoch findet man bei den Untersuchungsflächen mehr Standorte mit Phosphormangel als optimal versorgte Böden, was sich auch in den aktuellen Versorgungsklassen (siehe unten) widerspiegelt.

Änderungen der Bewertungsklassen im Laufe von 20 Jahren

*(Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland
Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft
7. Auflage, 2017. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.)*

Anzahl aller 45 Standorte in den Bewertungsklassen:

P2O5	1996	2006	2016
sehr niedrig:	13	13	14
niedrig:	13	14	15
ausreichend:	11	10	9
hoch:	8	6	5
sehr hoch:	0	2	2

Die Anzahl der überdüngten Flächen (Versorgungsklassen ‚hoch‘ und ‚sehr hoch‘) ist über die Jahre gesehen in etwa gleichgeblieben.

Auch bei den unterversorgten Böden der Klassen ‚sehr niedrig‘ und ‚niedrig‘ gibt es keine Verbesserung.

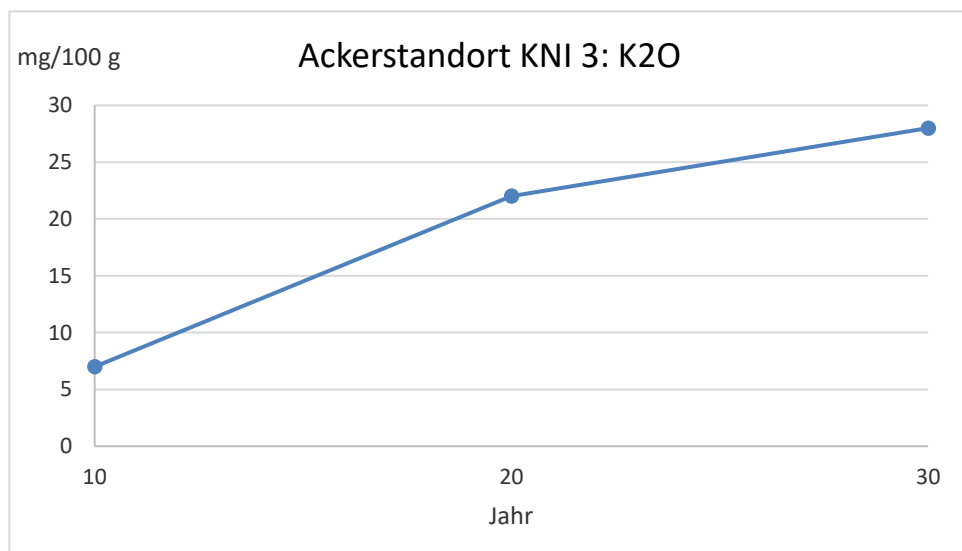
Überdüngung landwirtschaftlich genutzter Flächen

Im Gegensatz zum Nährstoffmangel findet man speziell beim Kalium häufig überdüngte Böden (Bodenschutzbericht 2016, Seiten 44+45). Da alle Grundstücksbesitzer/Pächter von den Ergebnissen der Bodenuntersuchungen informiert wurden, stellt die Bodendauerbeobachtung auch ein wichtiges Instrument bei der Kontrolle derartiger Düngefehler dar.

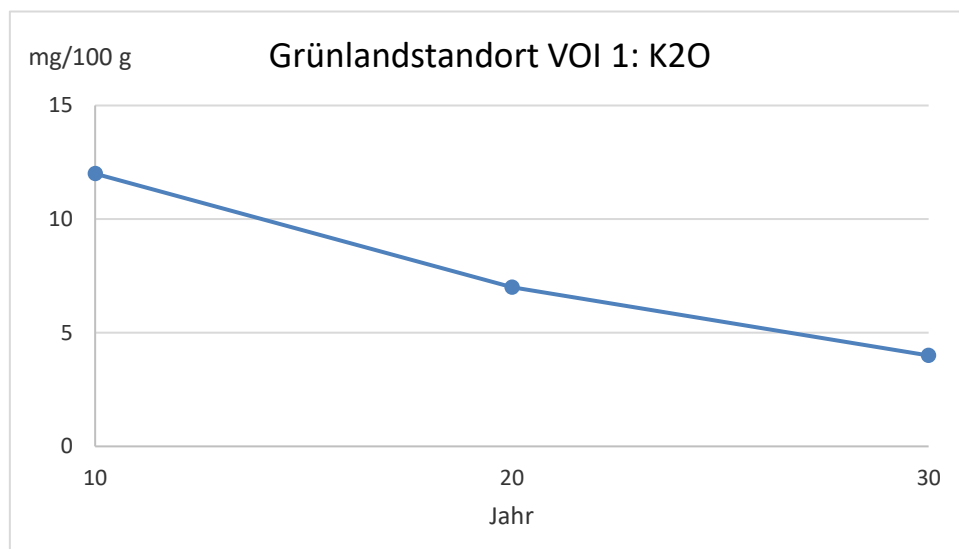
Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

Statistisch gesicherte Zunahme: 2 Standorte

Beispiel:



Statistisch gesicherte Abnahme: 1 Standort



Die restlichen **42 Standorte verhalten sich statistisch gesehen indifferent** und lassen derzeit in ihrem zeitlichen Verlauf keinen Trend erkennen.

Insgesamt betrachtet weisen die hier gegenständlichen 45 Standorte in der Kaliversorgung etwas häufiger eine steigende als eine fallende Tendenz auf.

Änderungen der Bewertungsklassen im Laufe von 20 Jahren

*(Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland
Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft
7. Auflage, 2017. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.)*

Anzahl aller 45 Standorte in den Bewertungsklassen:

K2O	1996	2006	2016
sehr niedrig:	2	2	1
niedrig:	14	15	9
ausreichend:	15	16	17
hoch:	11	9	13
sehr hoch:	3	3	5

Die Anzahl der "ausreichend" versorgten Standorte ist leicht gestiegen, dennoch ist ein besonderes Augenmerk auf die Unter- oder Überversorgung der Böden zu legen.

Zur Unterstützung einer bedarfsgerechten Düngung werden zum Beispiel von der Landeskammer für Land- und Forstwirtschaft gemeinsam mit dem Referat Boden- und Pflanzenanalytik Aktionen zur Untersuchung der Böden und die Erstellung von Düngeplänen angeboten.

Schwermetallbelastungen

Viele steirische Böden sind mit Schwermetallen – insbesondere mit Cadmium und Blei – belastet. Die Herkunft der Schadstoffe ist neben dem natürlichen geogenen Background meistens auf die heute übliche ubiquitäre Umweltbelastung zurückzuführen. Ausnahmen sind die Regionen der traditionellen Schwerindustrie. Dort sind Anreicherungen im Oberboden ausgeprägter als in industriefernen Gegenden.

Es wäre zu hoffen, dass Umweltmaßnahmen der letzten Jahre weitere Schadstoffeinträge verhindern. Es ist Aufgabe der Bodendauerbeobachtung dies zu kontrollieren.

mg/kg	Cu	Zn	Pb	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	Hg	As
Normalwerte*	60	160	50	80	70	30	1,6	0,5	0,3	40

* Definition siehe Bodenschutzbericht 2016, Seiten 59 + 60.

Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

Von den untersuchten Schwermetallen Kupfer (Cu), Zink (Zn), Blei (Pb), Chrom (Cr), Nickel (Ni), Kobalt (Co), Molybdän (Mo), Cadmium (Cd), Quecksilber (Hg) und Arsen (As) konnten beim **Blei, Kobalt und Quecksilber** keine statistisch gesicherten Veränderungen in den Bodengehalten festgestellt werden.

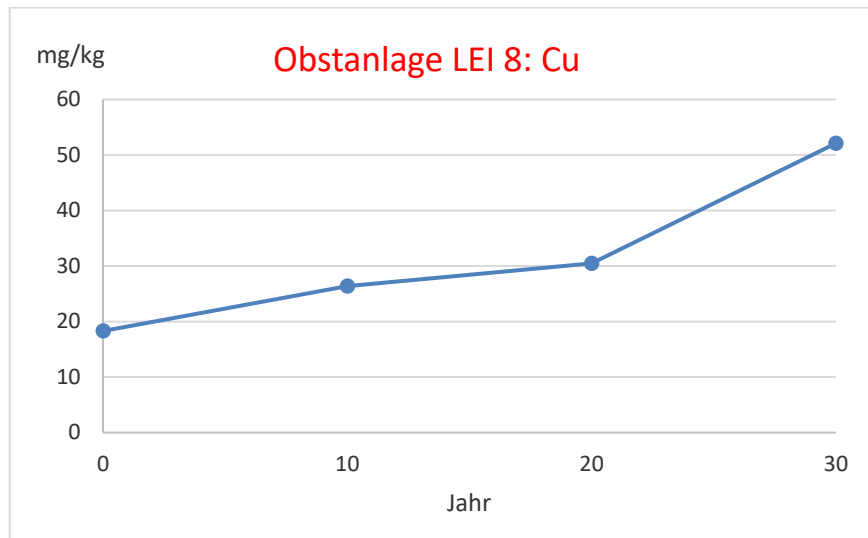
An folgenden 17 von 45 Standorten wurden **ab- oder zunehmende Trends** festgestellt:

Kennung	Nr.	Nutzung	Cu	Zn	Cr	Ni	Co	Mo	Cd	As
LEI	3	Acker						↓		
LEI	4	Grünland			↓					
LEI	6	Acker	↑							
LEI	7	Acker						↓		
LEI	8	Obstanlage	↑							
LEI	9	Weinanlage			↓					
FUE	2	Acker								↓
FUE	10	Acker								↓
KNI	3	Acker			↓					
KNI	9	Hochalm		↓						
BRU	2	Acker						↓		
BRU	5	Acker								↓
BRU	6	Grünland							↓	
LIE	2	Grünland			↓			↓		
LIE	6	Acker						↓		↓
LIE	10	Grünland				↑				
VOI	7	Acker						↓		

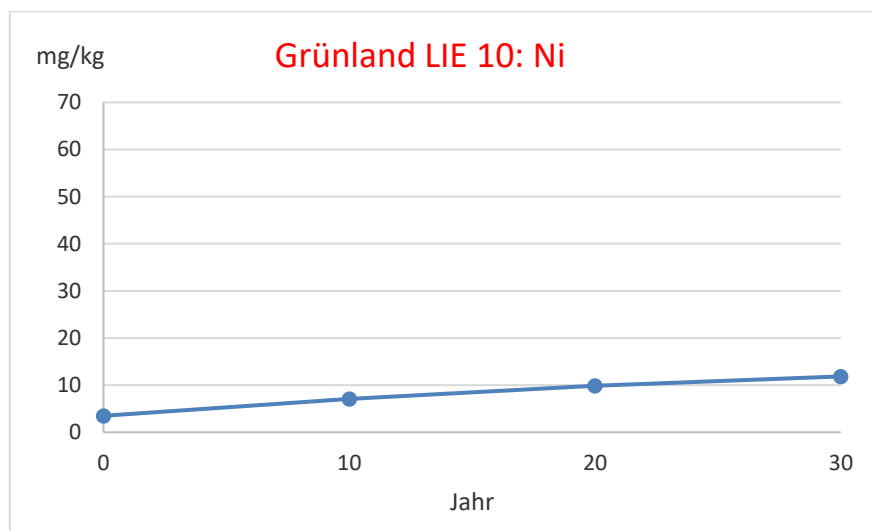
Zunahme	↑
Abnahme	↓

Die Trendanalyse erfolgte primär über einen Vergleich der letzten 20 Jahre (Probenahmen 1996 – 2006 – 2016). Um die Ergebnisse zusätzlich abzusichern wurde an jenen Standorten, wo eine relativ homogene Verteilung der Schwermetalle über alle Bodenhorizonte gegeben ist (das sind in obiger Tabelle alle, außer BRU 2 + 6 und LIE 2) auch die Ergebnisse des Untersuchungsjahres 1986 (Probenahme nach genetischen Horizonten und nicht nach fixen Tiefenstufen) miteinbezogen und somit der Untersuchungszeitraum auf 30 Jahre erweitert. Dabei konnten die folgenden Trends bestätigt werden (die übrigen Standorte erwiesen sich über 30 Jahre gesehen als statistisch indifferent).

Zunahme der Schwermetallgehalte innerhalb von 30 Jahren:

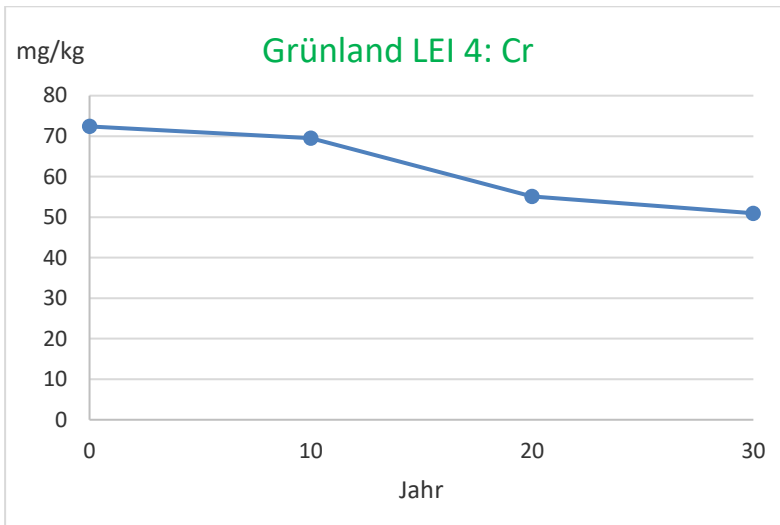


Die steigenden Kupfergehalte der Obstanlage sind auf den jahrzehntelangen Einsatz Kupfer-haltiger Spritzmittel zurückzuführen. Der in der Steiermark noch als *normal* anzusehende Gehalt von Kupfer im Boden (Normalwert) liegt bei 60 mg/kg Cu.

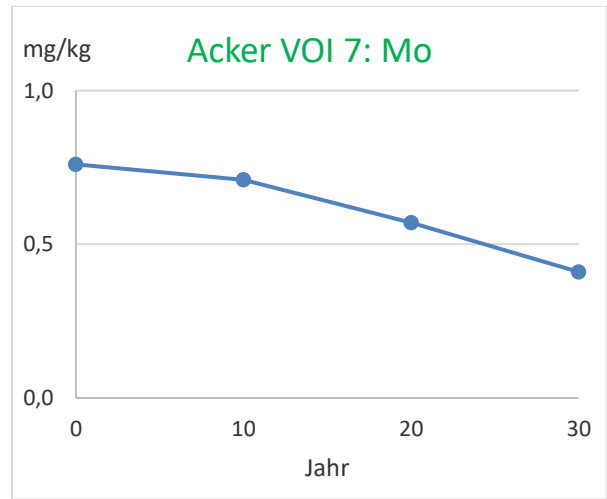
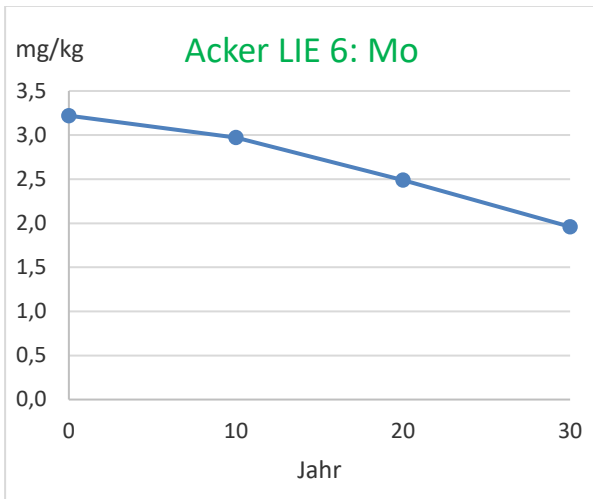


Die festgestellte Zunahme der Nickelgehalte im Moorboden LIE 10 ist zu hinterfragen, da sich die Gehalte auf sehr niedrigem Niveau bewegen (Normalwert: 70 mg/kg) und die Bodenprobenahme durch den hohen Humusgehalt (~40 %) erschwert ist. Dadurch streuen die Gehalte aller Untersuchungsparameter stärker als es bei normalen Bodenproben der Fall ist.

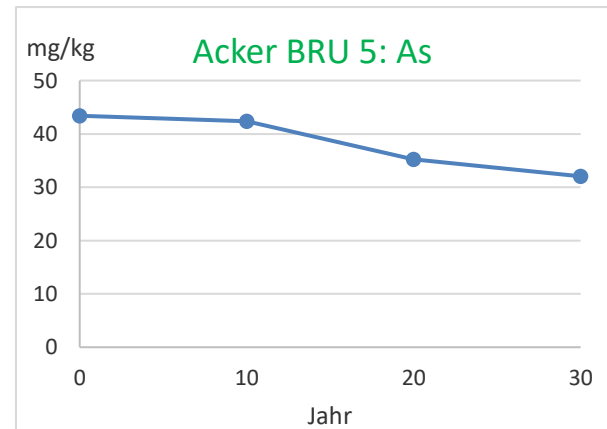
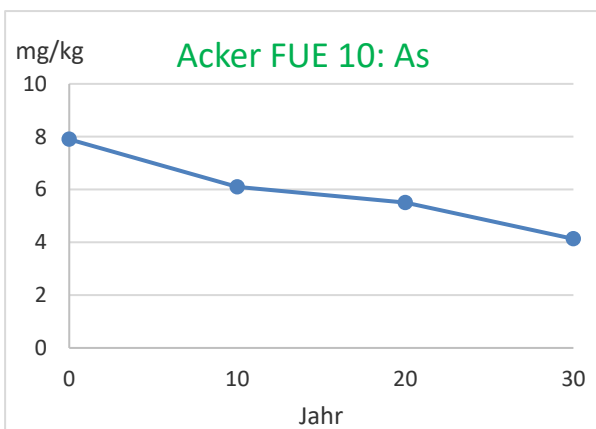
Abnahme der Schwermetallgehalte innerhalb von 30 Jahren:



Normalwert (Cr): 80 mg/kg



Normalwert (Mo): 1,6 mg/kg



Normalwert (As): 40 mg/kg

Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAH, PAK)

PAH sind eine Schadstoffgruppe von krebserregenden, erbgut- und fötusschädigenden Substanzen, welche bei Verbrennungsvorgängen entstehen. Sie sind heute ubiquitär verbreitet und gelten als universeller Umwelt-Schadstoffindikator. In vielen steirischen Böden wurden im Zuge der Bodenzustandsinventur Belastungen festgestellt (Bodenschutzbericht 2016, Seiten 76 ff).

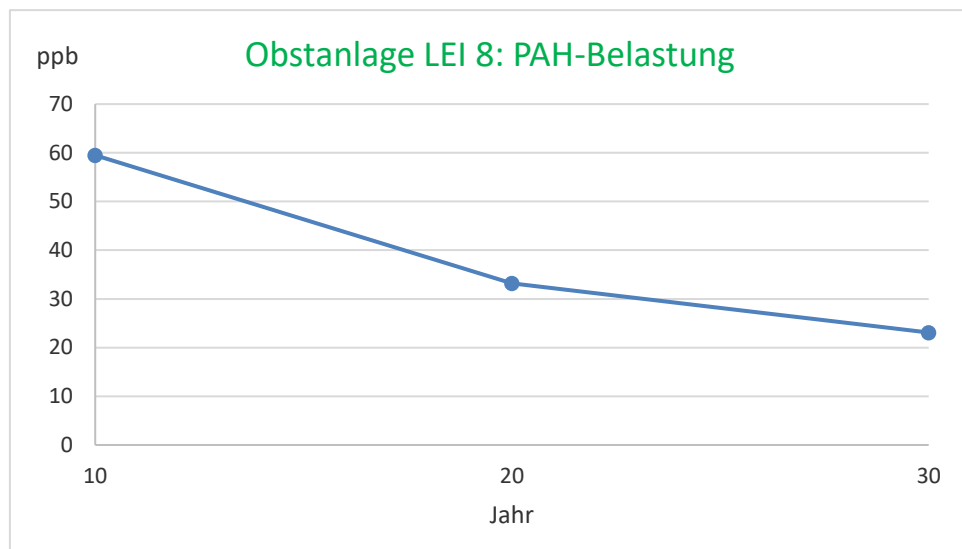
Steigen die Schadstoffgehalte durch Akkumulation weiter, oder werden die Belastungen auf natürlichem Wege abgebaut?

Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

Es konnte keine **statistisch gesicherte Zunahme** der PAH-Belastungen festgestellt werden.

Statistisch gesicherte **Abnahme**: 3 Standorte

Beispiel:



Die restlichen **42 Standorte verhalten sich statistisch gesehen indifferent** und lassen derzeit in ihrem zeitlichen Verlauf keinen Trend erkennen.

Änderungen der Bewertungsklassen im Laufe von 20 Jahren

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

Anzahl aller 45 Standorte in den Bewertungsklassen:

PAH	1996	2006	2016
Ubiquitäre Belastung:	38	38	37
Erhöhte Belastung:	2	2	2
Starke Belastung:	5	5	6

Chlorierte Kohlenwasserstoffe (HCB, Lindan, DDT)

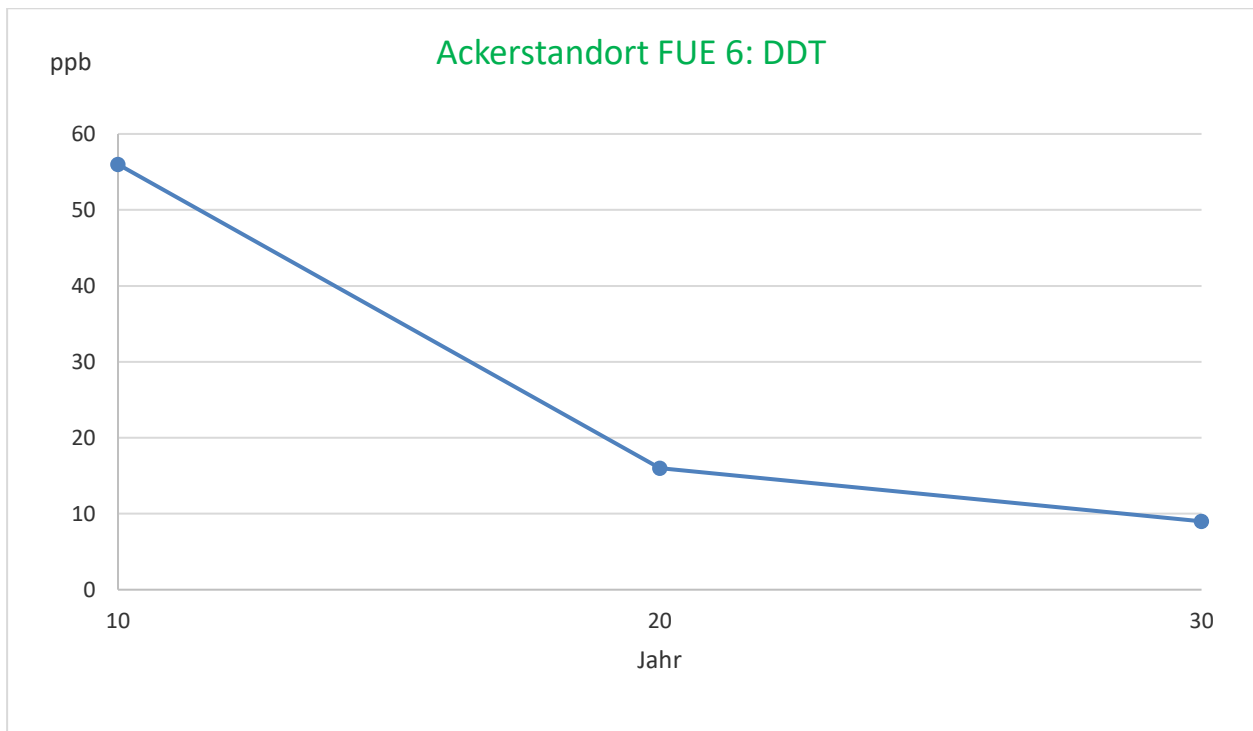
In vielen landwirtschaftlich genutzten Böden werden heute Rückstände von DDT gefunden, welche auf seine Anwendung als Schädlingsbekämpfungsmittel in der Mitte des vorigen Jahrhunderts zurückzuführen sind. Auch HCB-Rückstände im Boden bereiten noch heute vor allem unseren Kürbisbauern Probleme. Lindan-Rückstände sind bei den hier gegenständlichen Standorten kein Thema.

Obwohl heute weitere Einträge zumeist auszuschließen sind, stellt sich die Frage ob die Schadstoffe im Laufe der Jahre auf natürlichem Wege abgebaut werden.

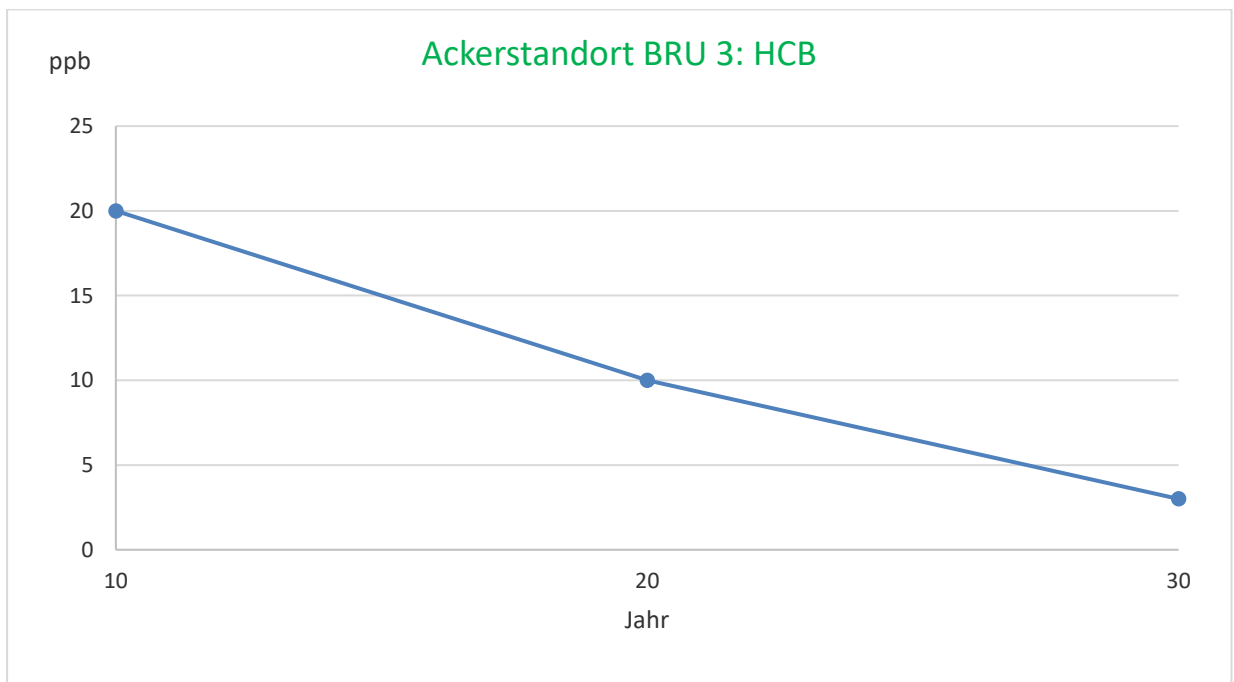
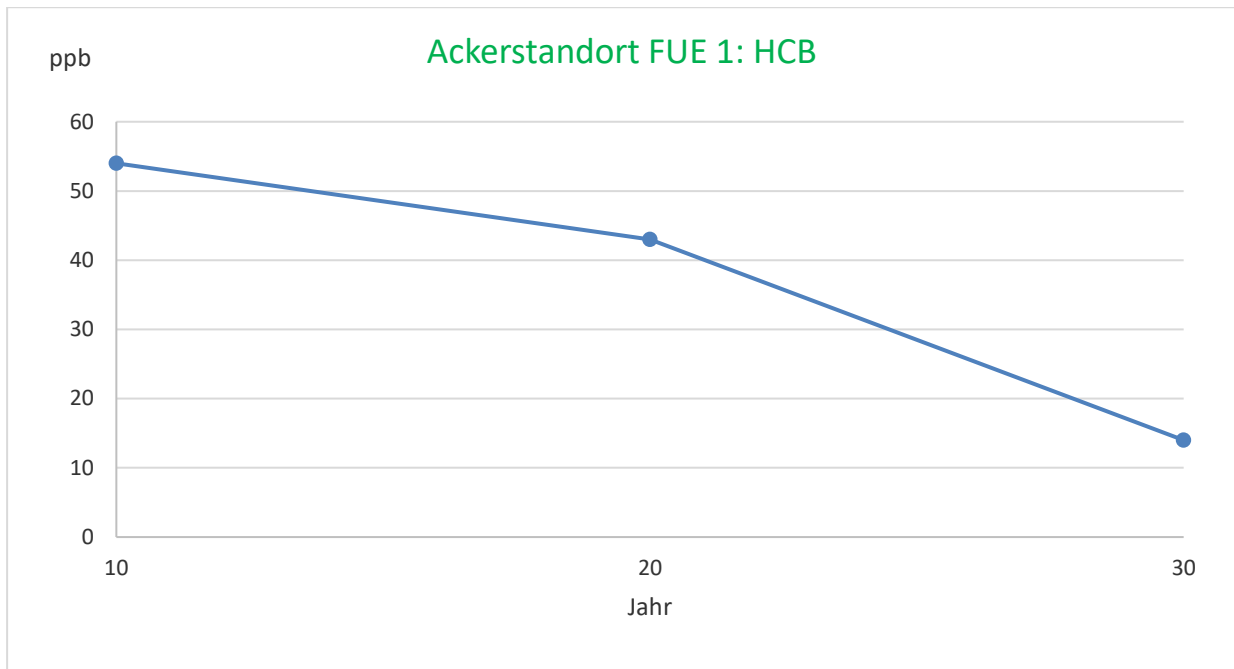
Erste Ergebnisse der Bodendauerbeobachtung:

Neben vernachlässigbaren Spuren, die fallweise im Bereich der Bestimmungsgrenze auftreten, wurden HCB- und DDT-Rückstände nur an drei Ackerstandorten gefunden. Doch auch hier ist der Vertrauensbereich der Gehalte wegen der stark inhomogenen Verteilung der Schadstoffe im Boden so hoch, dass ein statistisch sicherer Trend nur am Standort FUE 1 (HCB-Rückstände) gegeben ist. Abnehmende Tendenzen ohne statistische Absicherung sind jedoch an allen Untersuchungsstellen bei HCB und DDT zu erkennen.

ppb DDT	1996	2006	2016
FUE 6	56	16	9



ppb HCB	1996	2006	2016
FUE 1	54	43	14
BRU 3	20	10	3



Die zeitliche Variabilität der Untersuchungsparameter im Laufe eines Jahres

1997 wurde ein Projekt durchgeführt um die temporäre Variabilität der Untersuchungsparameter im Jahresverlauf zu verfolgen.

Die Probennahmen an den Untersuchungsstandorten des Bodenschutzprogrammes erfolgen meist im Zeitraum März bis Oktober des betreffenden Untersuchungsjahres. Da nicht a priori angenommen werden konnte, dass alle Untersuchungsparameter im Lauf der Monate eines Jahres konstant bleiben, wurden 1997 an 3 Testflächen ein Jahr lang monatlich Proben gezogen und die zeitliche Variabilität der Untersuchungsparameter ermittelt. Um den Einfluss kleinräumiger Schwankungen weitestgehend auszuschalten, erfolgten die Probennahmen innerhalb eines kleinen markierten Bereiches von 180 x 180 cm:

Jänner	Juli
Februar	August
März	September
April	Oktober
Mai	November
Juni	Dezember

Probennahmeskizze zur Ermittlung der **monatlichen Variabilität** der Untersuchungsparameter.

Der für die Probennahme pro Monat zur Verfügung stehende Bereich betrug 90 x 30 cm, sodass es möglich war monatlich nebeneinander drei Einstiche mit dem Probenbohrer (Ø 7cm) zu machen und diese Proben zu einer Mischprobe zu vereinen.

Als Testflächen standen ein Maisacker, eine Dauergrünlandfläche und eine Apfelanlage zur Verfügung. Die Bodenproben wurden entsprechend der Bodenzustandsinventur aus folgenden drei Tiefen entnommen:

0-20, 20-50 und 50-70 cm: Acker
 0- 5, 5-20 und 20-50 cm: Grünland, Sonderkultur Apfel

Ergebnisse:

Zeitlich abhängige Gehaltsschwankungen innerhalb eines Jahres treten – wenn überhaupt – nur bei leicht löslichen Bodennährstoffen (Düngeereignisse) und dem pH-Wert (Kalkungsmaßnahmen) auf. Die restlichen Effekte sind auf zeitunabhängige, kleinräumige Bodeninhomogenitäten (Vererzungen, Rückstände von organ. Schadstoffen) zurückzuführen.

Der nachstehende Vergleich der Vertrauensbereiche der Projektergebnisse mit jenen der Bodenzustandsinventur zeigt, dass die Streuung der Werte im Projekt meist kleiner ist, was hauptsächlich auf die unterschiedlich großen Probenahme­flächen und damit den Einfluss kleinräumiger Bodeninhomogenitäten zurückzuführen ist.

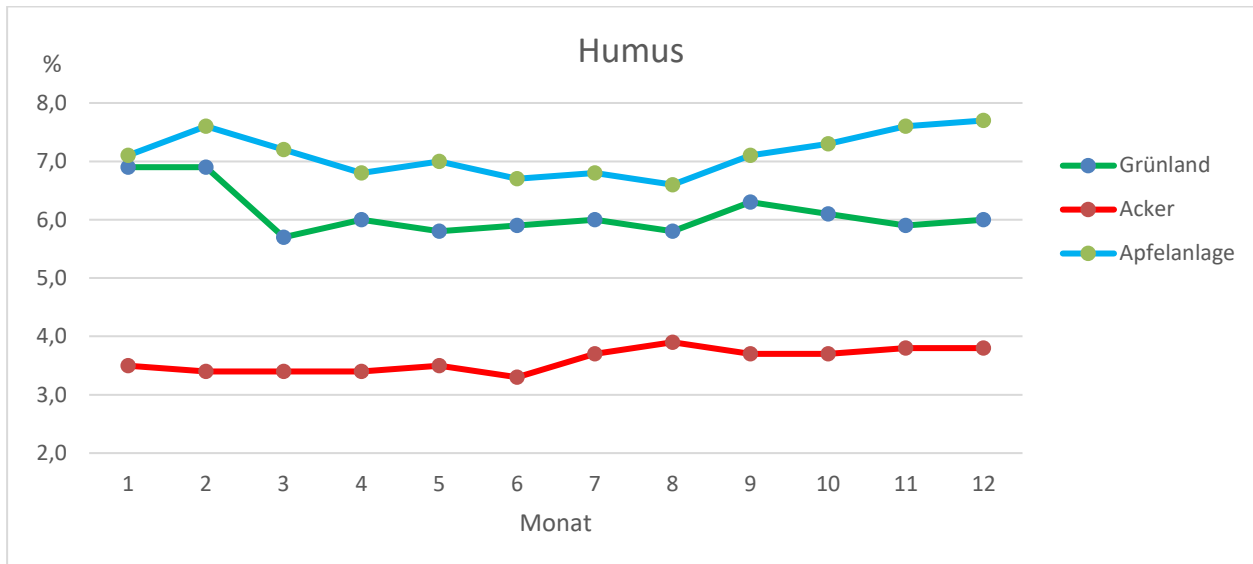
Vergleich der **Vertrauensbereiche** (zweifache Standardabweichung) der auf den Gehalt der Projektwerte korrigierten Schätzwerte der Bodenzustandsinventur (BZI) und jenen des Projekts über die monatliche Variabilität der Untersuchungsparameter:

	BZI-korr.	Grünland
Humus (%)	0,94	0,80
pH-Wert	0,24	0,34
P2O5 (mg/100g)	3,81	4,51
K2O (mg/100g)	8,65	18,53
Cu (mg/kg)	3,44	3,63
Zn (mg/kg)	8,46	7,95
Pb (mg/kg)	4,35	4,89
Cr (mg/kg)	4,95	6,66
Ni (mg/kg)	2,69	3,51
Co (mg/kg)	1,62	1,87
Mo (mg/kg)	0,10	0,05
Cd (mg/kg)	0,04	0,02
Hg (mg/kg)	0,05	0,06
As (mg/kg)	1,66	0,99
PAH (µg/kg)	40,22	66,41
	BZI-korr.	Acker
Humus (%)	0,61	0,40
pH-Wert	0,25	0,31
P2O5 (mg/100g)	6,44	9,34
K2O (mg/100g)	16,53	10,60
Cu (mg/kg)	4,99	1,88
Zn (mg/kg)	10,37	4,39
Pb (mg/kg)	2,73	1,91
Cr (mg/kg)	6,61	4,81
Ni (mg/kg)	4,25	3,38
Co (mg/kg)	2,24	2,30
Mo (mg/kg)	0,12	0,13
Cd (mg/kg)	0,04	0,02
Hg (mg/kg)	0,06	0,02
As (mg/kg)	2,21	1,27
PAH (µg/kg)	48,24	115,27
	BZI-korr.	Apfelanlage
Humus (%)	1,08	0,74
pH-Wert	0,25	0,33
P2O5 (mg/100g)	31,46	19,03
K2O (mg/100g)	23,97	15,52
Cu (mg/kg)	3,90	2,09
Zn (mg/kg)	9,57	10,42
Pb (mg/kg)	5,34	7,33
Cr (mg/kg)	5,50	7,99
Ni (mg/kg)	2,47	3,13
Co (mg/kg)	1,36	1,94
Mo (mg/kg)	0,11	0,23
Cd (mg/kg)	0,04	0,02
Hg (mg/kg)	0,05	0,02
As (mg/kg)	1,21	0,67
PAH (µg/kg)	163,63	67,56

Detailergebnisse des Projektes zur monatlichen Variabilität von Untersuchungsparametern im Oberboden:

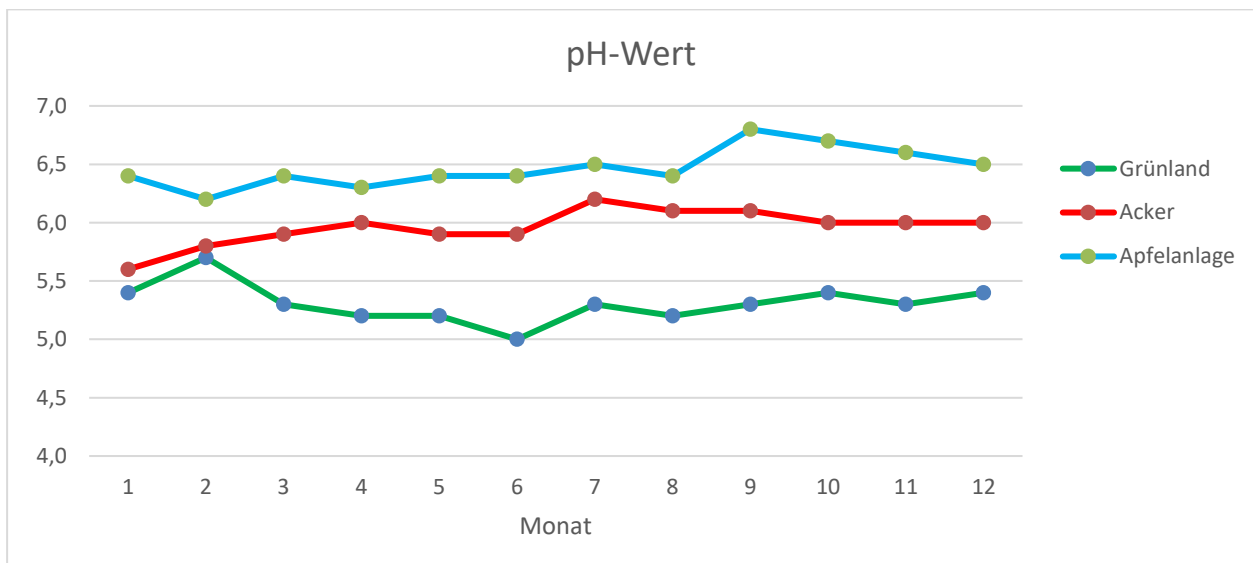
Humus (%)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	6,9	6,9	5,7	6,0	5,8	5,9	6,0	5,8	6,3	6,1	5,9	6,0
Acker	3,5	3,4	3,4	3,4	3,5	3,3	3,7	3,9	3,7	3,7	3,8	3,8
Apfelanlage	7,1	7,6	7,2	6,8	7,0	6,7	6,8	6,6	7,1	7,3	7,6	7,7



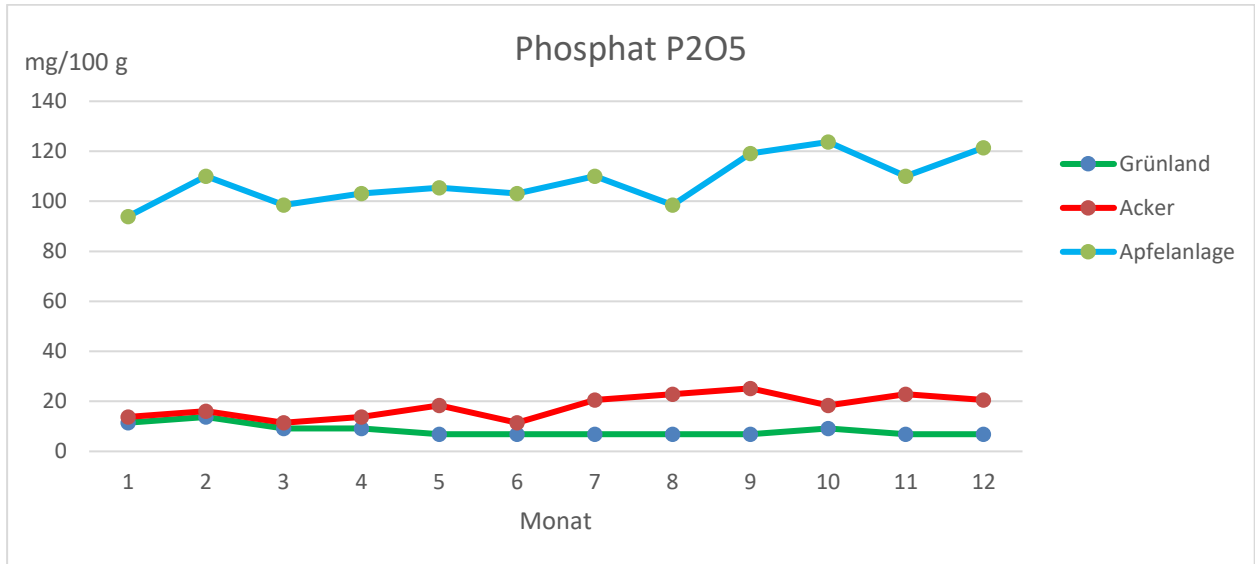
pH-Wert

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	5,4	5,7	5,3	5,2	5,2	5,0	5,3	5,2	5,3	5,4	5,3	5,4
Acker	5,6	5,8	5,9	6,0	5,9	5,9	6,2	6,1	6,1	6,0	6,0	6,0
Apfelanlage	6,4	6,2	6,4	6,3	6,4	6,4	6,5	6,4	6,8	6,7	6,6	6,5



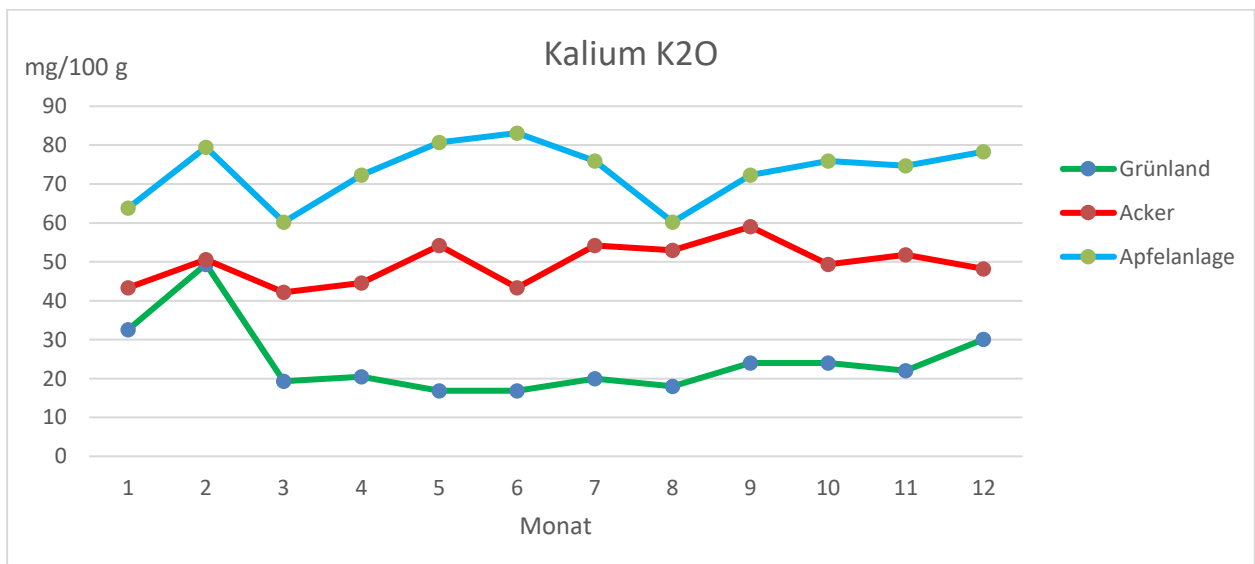
Phosphat (mg/100g)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	11	14	9	9	7	7	7	7	7	9	7	7
Acker	14	16	11	14	18	11	21	23	25	18	23	21
Apfelanlage	94	110	99	103	105	103	110	99	119	124	110	121



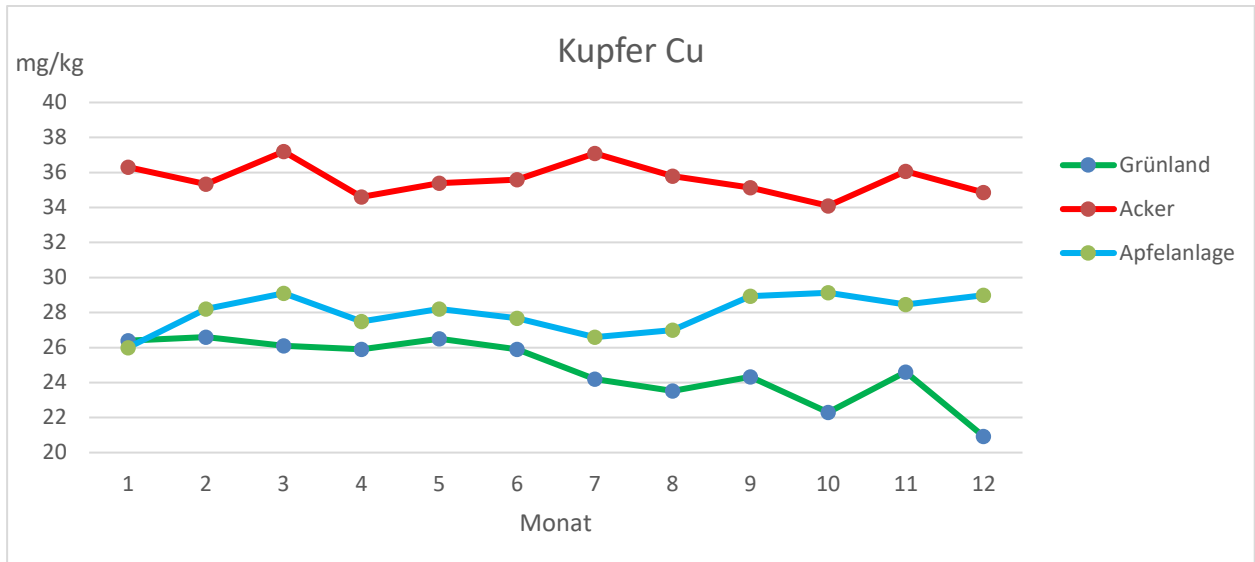
Kalium (mg/100g)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	33	49	19	20	17	17	20	18	24	24	22	30
Acker	43	51	42	45	54	43	54	53	59	49	52	48
Apfelanlage	64	79	60	72	81	83	76	60	72	76	75	78

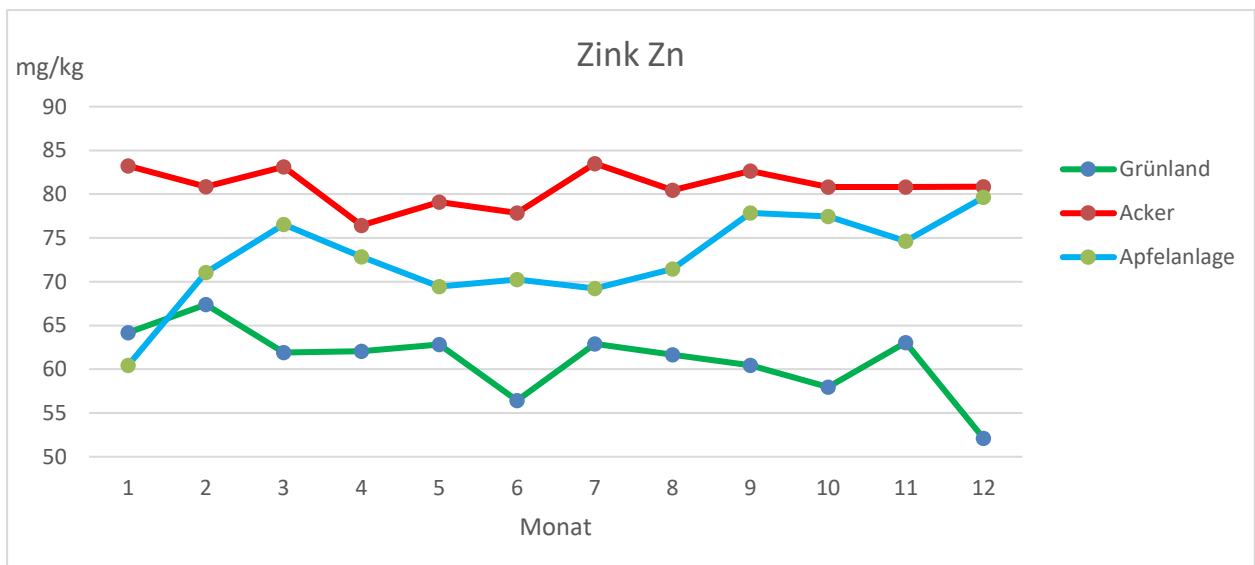


Cu (mg/kg)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	26,4	26,6	26,1	25,9	26,5	25,9	24,2	23,5	24,3	22,3	24,6	20,9
Acker	36,3	35,3	37,2	34,6	35,4	35,6	37,1	35,8	35,1	34,1	36,1	34,9
Apfelanlage	26,0	28,2	29,1	27,5	28,2	27,7	26,6	27,0	28,9	29,1	28,5	29,0

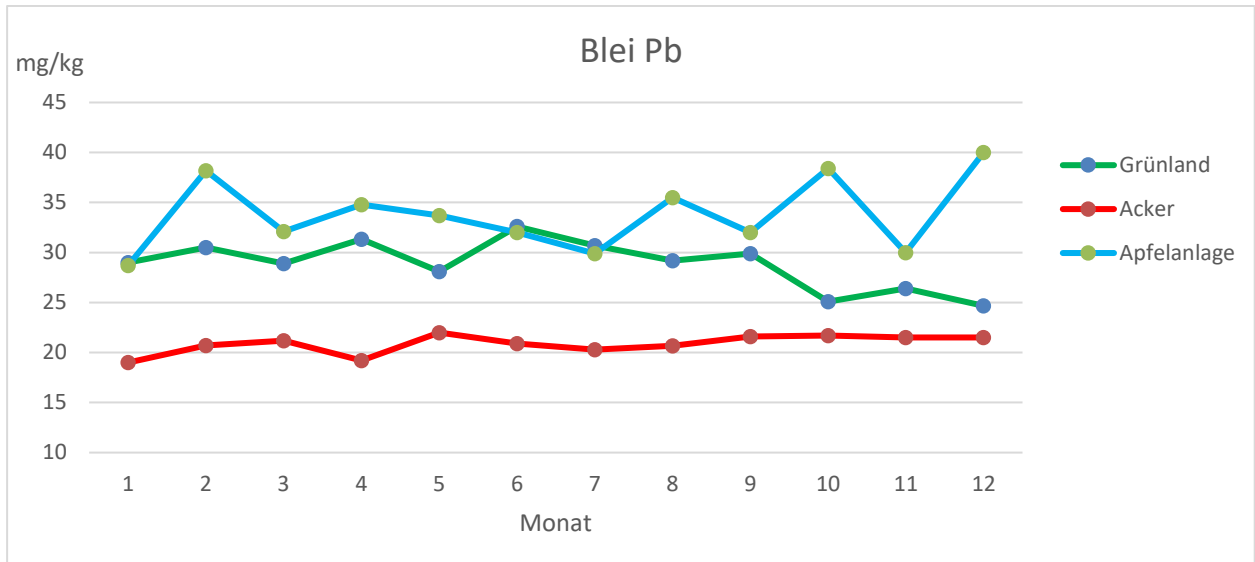
**Zn (mg/kg)**

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	64,2	67,4	61,9	62,0	62,8	56,4	62,9	61,6	60,4	58,0	63,0	52,1
Acker	83,2	80,8	83,1	76,4	79,1	77,8	83,5	80,4	82,6	80,8	80,8	80,8
Apfelanlage	60,4	71,0	76,5	72,8	69,4	70,2	69,2	71,4	77,8	77,4	74,6	79,6

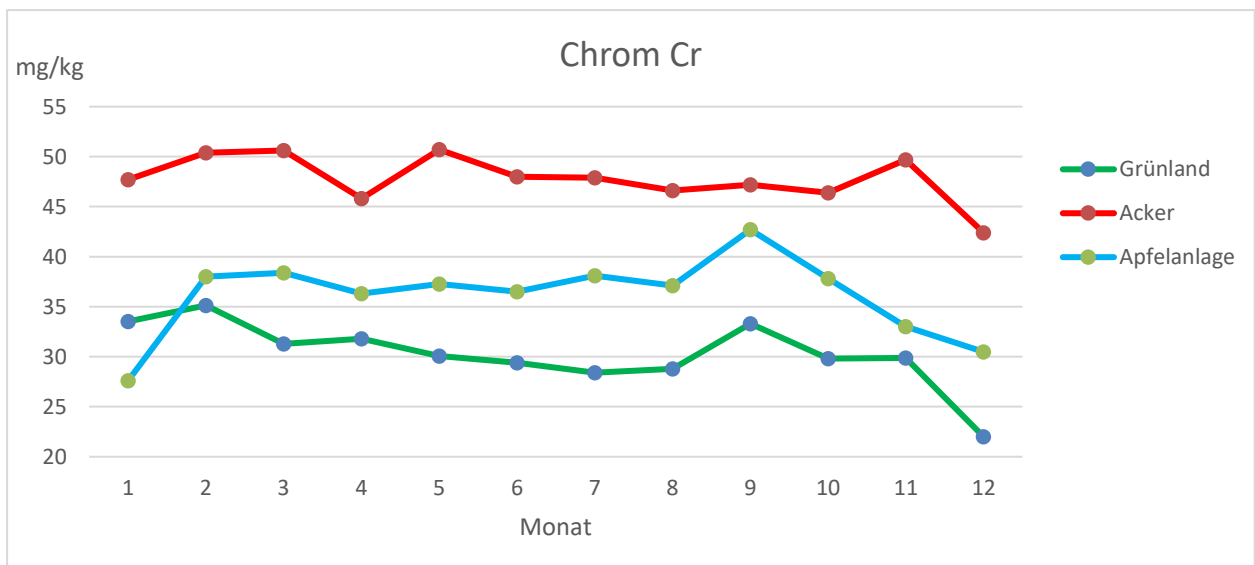


Pb (mg/kg)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	29,0	30,5	28,9	31,3	28,1	32,6	30,7	29,2	29,9	25,1	26,4	24,7
Acker	19,0	20,7	21,2	19,2	22,0	20,9	20,3	20,7	21,6	21,7	21,5	21,5
Apfelanlage	28,7	38,2	32,1	34,8	33,7	32,0	29,9	35,5	32,0	38,4	30,0	40,0

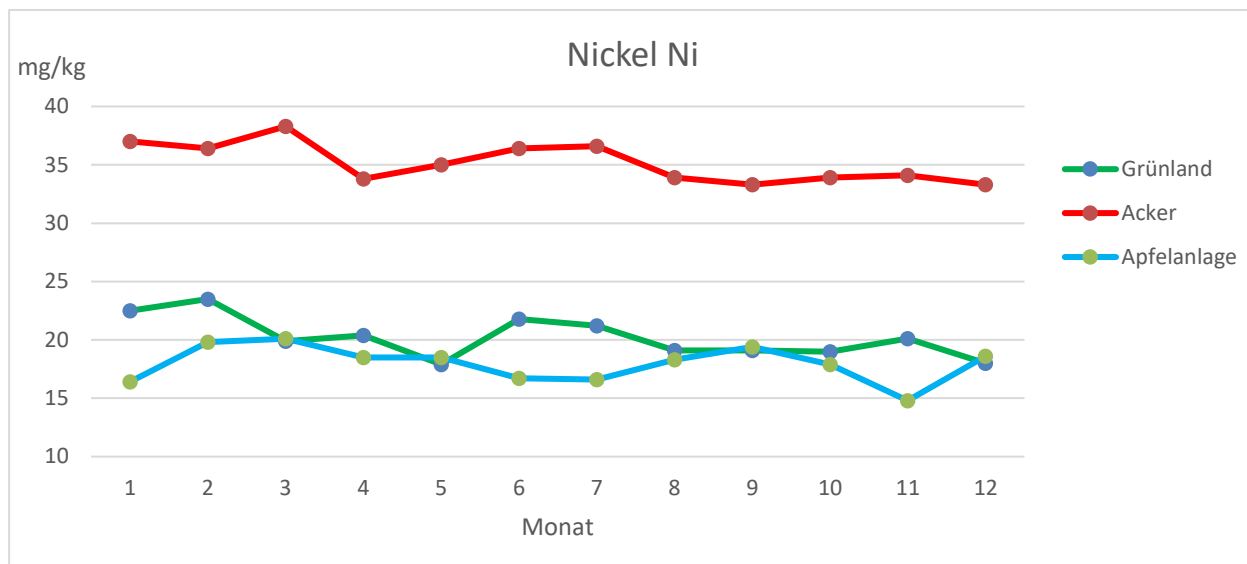
**Cr (mg/kg)**

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	33,5	35,1	31,3	31,8	30,1	29,4	28,4	28,8	33,3	29,8	29,9	22,0
Acker	47,7	50,4	50,6	45,8	50,7	48,0	47,9	46,6	47,2	46,4	49,7	42,4
Apfelanlage	27,6	38,0	38,4	36,3	37,3	36,5	38,1	37,1	42,7	37,8	33,0	30,5

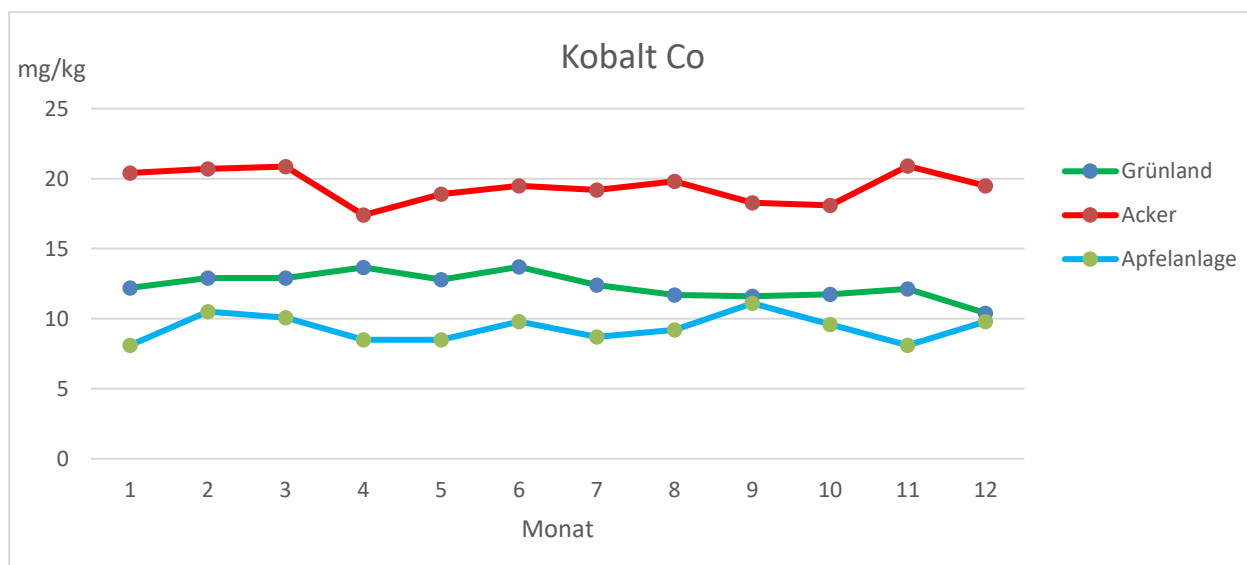


Ni (mg/kg)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	22,5	23,5	19,9	20,4	17,9	21,8	21,2	19,1	19,1	19,0	20,1	18,0
Acker	37,0	36,4	38,3	33,8	35,0	36,4	36,6	33,9	33,3	33,9	34,1	33,3
Apfelanlage	16,4	19,8	20,1	18,5	18,5	16,7	16,6	18,3	19,4	17,9	14,8	18,6

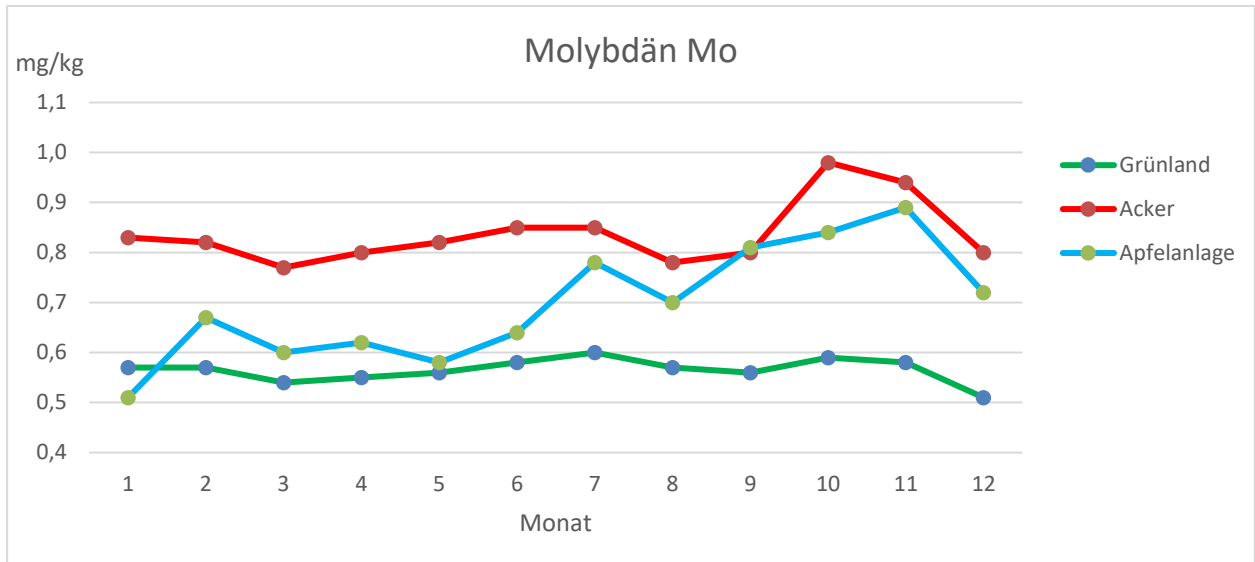
**Co (mg/kg)**

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	12,2	12,9	12,9	13,7	12,8	13,7	12,4	11,7	11,6	11,7	12,1	10,4
Acker	20,4	20,7	20,9	17,4	18,9	19,5	19,2	19,8	18,3	18,1	20,9	19,5
Apfelanlage	8,1	10,5	10,1	8,5	8,5	9,8	8,7	9,2	11,1	9,6	8,1	9,8

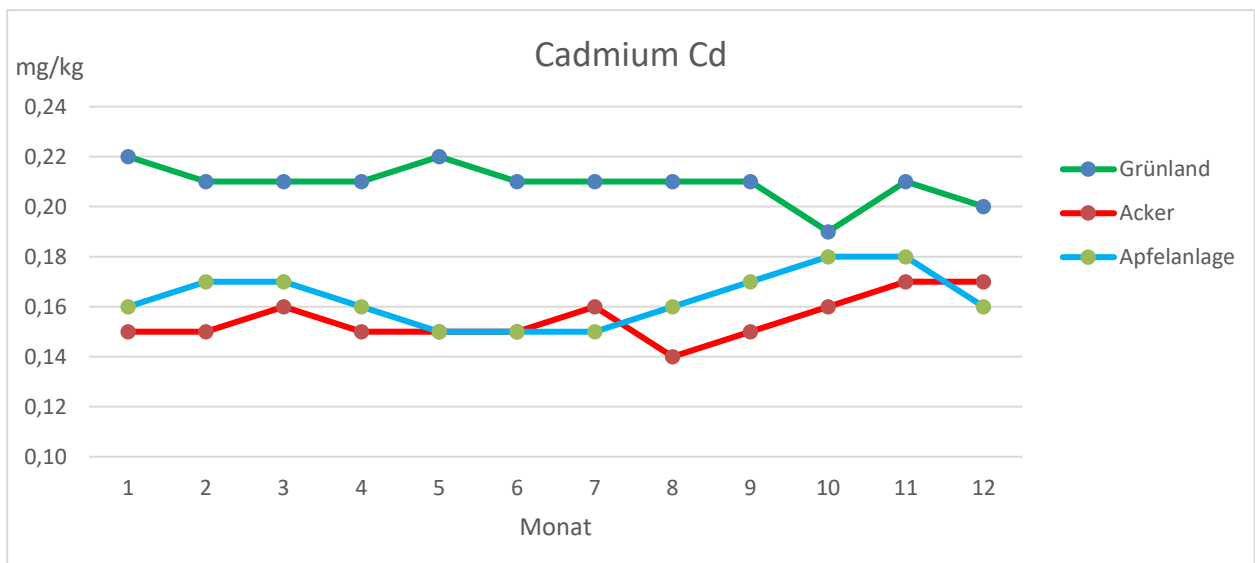


Mo (mg/kg)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	0,57	0,57	0,54	0,55	0,56	0,58	0,60	0,57	0,56	0,59	0,58	0,51
Acker	0,83	0,82	0,77	0,80	0,82	0,85	0,85	0,78	0,80	0,98	0,94	0,80
Apfelanlage	0,51	0,67	0,60	0,62	0,58	0,64	0,78	0,70	0,81	0,84	0,89	0,72

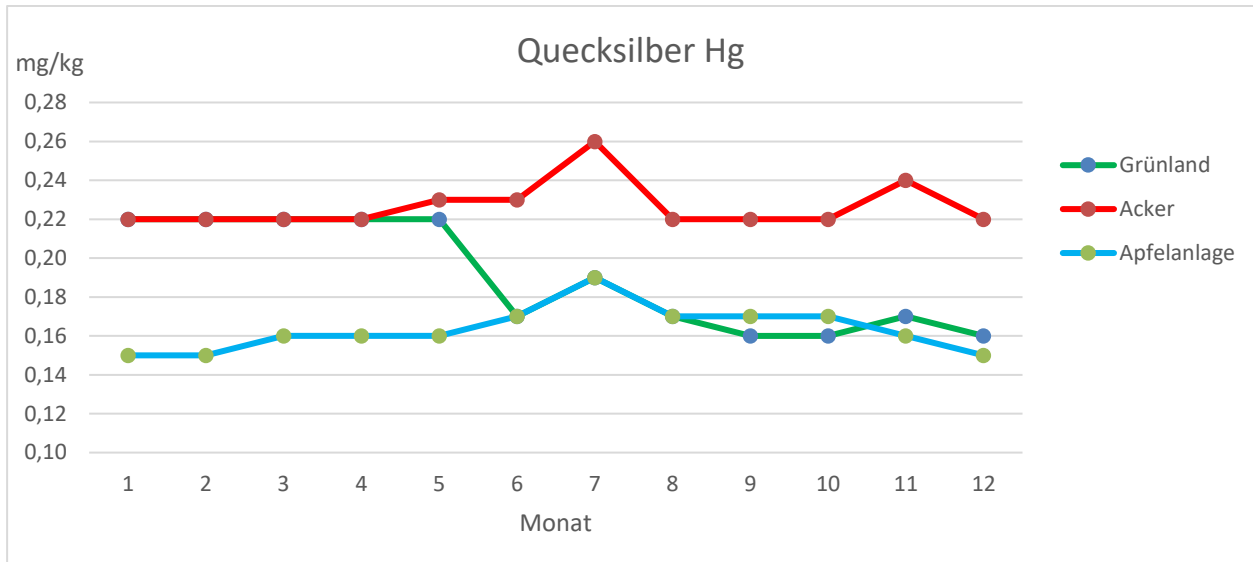
**Cd (mg/kg)**

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	0,22	0,21	0,21	0,21	0,22	0,21	0,21	0,21	0,21	0,19	0,21	0,20
Acker	0,15	0,15	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,14	0,15	0,16	0,17	0,17
Apfelanlage	0,16	0,17	0,17	0,16	0,15	0,15	0,15	0,16	0,17	0,18	0,18	0,16

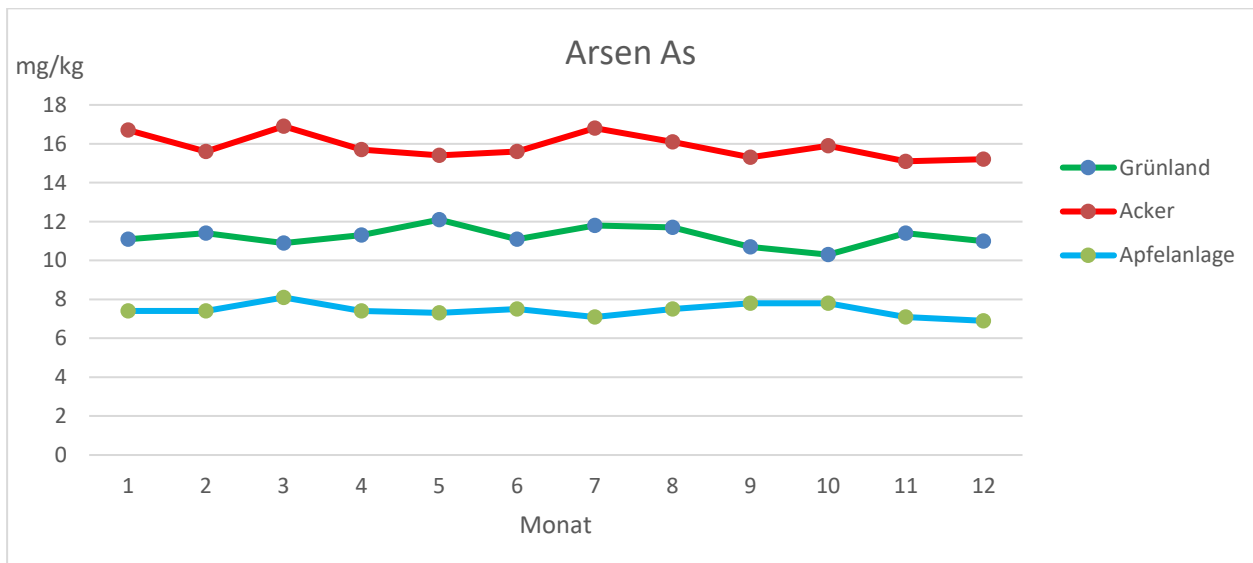


Hg (mg/kg)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	0,22	0,22	0,22	0,22	0,22	0,17	0,19	0,17	0,16	0,16	0,17	0,16
Acker	0,22	0,22	0,22	0,22	0,23	0,23	0,26	0,22	0,22	0,22	0,24	0,22
Apfelanlage	0,15	0,15	0,16	0,16	0,16	0,17	0,19	0,17	0,17	0,17	0,16	0,15

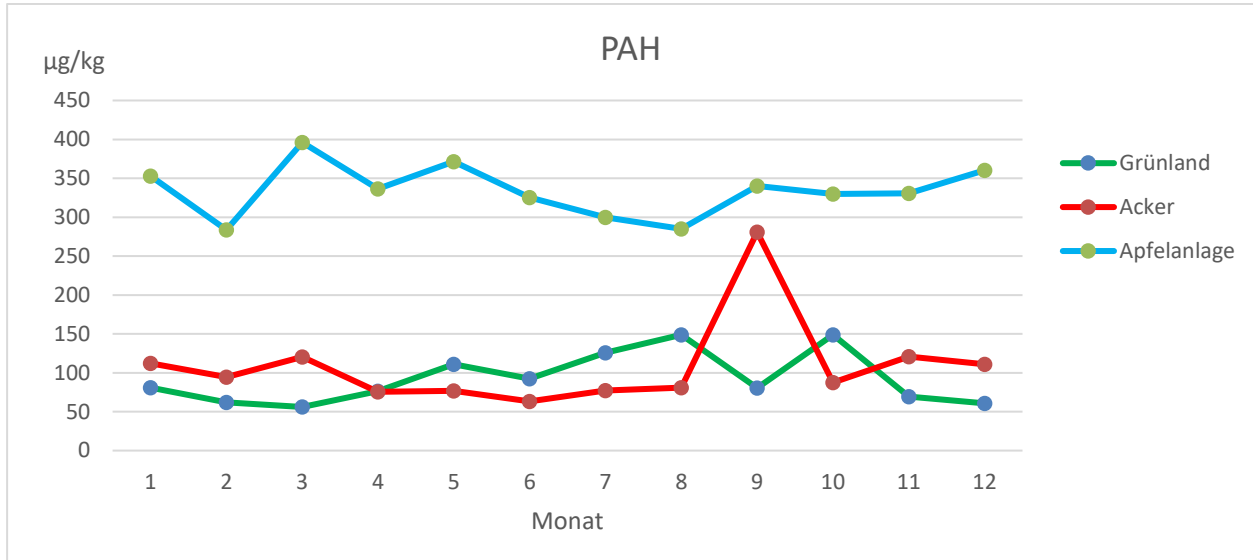
**As (mg/kg)**

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	11,1	11,4	10,9	11,3	12,1	11,1	11,8	11,7	10,7	10,3	11,4	11,0
Acker	16,7	15,6	16,9	15,7	15,4	15,6	16,8	16,1	15,3	15,9	15,1	15,2
Apfelanlage	7,4	7,4	8,1	7,4	7,3	7,5	7,1	7,5	7,8	7,8	7,1	6,9



PAH ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

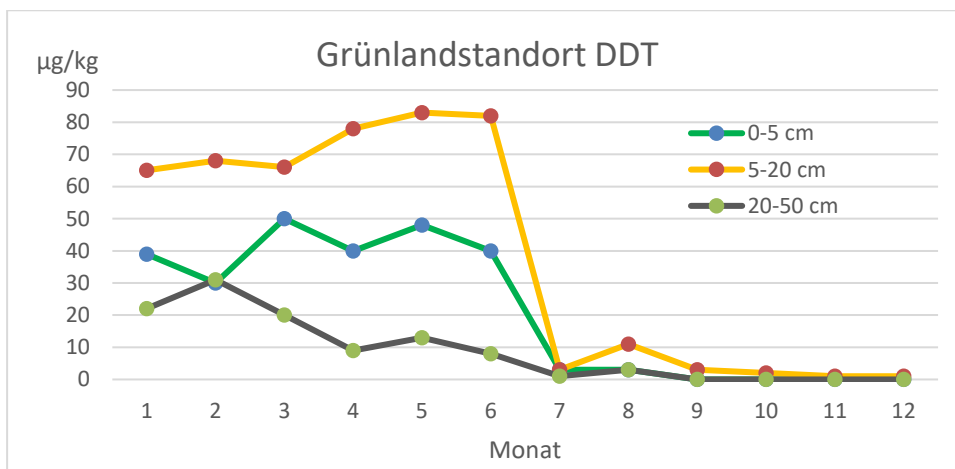
Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Grünland	81	62	56	76	111	92	126	149	81	149	69	61
Acker	112	95	120	76	77	63	77	81	281	87	121	111
Apfelanlage	353	284	396	337	371	325	300	285	340	330	331	360



Der erhöhte September-Wert im Ackerboden ist vermutlich auf einen Kohlerückstand im Boden zurückzuführen.

DDT ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

Monat:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
0-5 cm	39	30	50	40	48	40	3	3	0	0	0	0
5-20 cm	65	68	66	78	83	82	3	11	3	2	1	1
20-50 cm	22	31	20	9	13	8	1	3	0	0	0	0



DDT-Rückstände wurden nur am Grünlandstandort gefunden und weisen eine extrem kleinräumige Variabilität auf (nur im Probenahme-Sektor Jänner – Juni). Es liegt keine zeitliche Variabilität vor!

[Ergebnisse der Bodenzustandsinventur](#)

Die Ergebnisse der Untersuchungen des Bodenschutzprogrammes aller 1.000 Untersuchungsstandorte wurden den betreffenden Grundstückseigentümern bzw. Pächtern schriftlich mitgeteilt.

Die Diskussion bzw. Präsentation der Untersuchungsergebnisse in der Öffentlichkeit wurde durch den jährlich erscheinenden Bodenschutzbericht gewährleistet, der auch im Internet als pdf-File aufgerufen werden kann.

Die **Internet - Adresse** zu allen Untersuchungsdaten (ohne Bodendauerbeobachtung) lautet:

www.bodenschutz.steiermark.at

Die Abfrage von Untersuchungsergebnissen erfolgt folgendermaßen:

1. Den Link „Untersuchungsergebnisse“ oder die Karte anklicken
2. Im neuen Fenster links neben Karte „Bodenschutzprogramm“ ankreuzen
3. Eventuell mit der „+“-Lupe in die Karte hineinzoomen
4. Hotlink-Werkzeug (Symbol „i“) wählen
5. Im neuen Fenster die Abfrage „Bodenschutzpunkte“ auswählen
6. Gewünschten Standort anklicken
7. In der nun erscheinenden Zeile unten „Beurteilung“ wählen
8. Im neuen Fenster der verbalen **Beurteilung** sind auch die bodenkundliche **Profilbeschreibung** und die **Analysedaten** des gewählten Standortes zugänglich.

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

Bodenschutzberichte

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

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 Umwelteinflüssen menschlichen Ursprungs (historischer Bergbau, Industrie, Verkehr, Tontaubenschießplätze).

Bodenschutzbericht 2000 (Die Variabilität von Bodenparametern):

Erste Ergebnisse zur Bodendauerbeobachtung (10-Jahreskontrolle von 109 Nichttrasterstandorten) und Ergebnisse des einjährigen Projektes "Untersuchungen zur zeitlichen und örtlichen Variabilität von Bodenparametern".

Bodenschutzberichte 2001 - 2015:

Bezirksweise Zusammenfassung der Ergebnisse der Bodenzustandsinventur.

Bodenschutzbericht 2016: Zusammenfassung des Steiermärkischen landwirtschaftlichen Bodenschutzprogrammes aller 1.000 Untersuchungsstandorte.

Anforderung von Berichten in Papierform (soweit vorhanden):

Frau Mag. Dr. Gertrude Billiani
Tel.: 0316-877-6651
E-mail: gertrude.billiani@stmk.gv.at

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

Erläuterung der Abkürzungen

P₂O₅, P₂O₅ Phosphorpentoxid → Angabeform des Phosphor-Gehaltes
K₂O, K₂O Kaliumoxid → Angabeform des Kalium-Gehaltes

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

HCB Hexachlorbenzol
PAH, PAK Polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe

ppm „part per million“, z. B.: mg/kg (Milligramm pro Kilogramm)
ppb „part per billion“, z. B.: µg/kg (Mikrogramm pro Kilogramm)

Verwendete Literatur

Richtlinie für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland
 Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen in der Landwirtschaft
 7. Auflage, 2017.

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Steirische Bodenschutzberichte 1988 - 2016.

IMPRESSUM

Herausgegeben von:

Abteilung 10 Land- und Forstwirtschaft
Abteilungsleiter Mag. Franz Grießer

Inhalt:

A10, Referat Boden- und Pflanzenanalytik
Mag. Dr. Wolfgang Krainer

Druck:

A2- Zentrale Dienste