Klärschlammkompost – Düngung in der Landwirtschaft

Bericht 2019 - Auswertung der zentralen Klärschlammbuchhaltung

Umweltinstitut - Bericht UI-03/2020
Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg

Klärschlammkompost - Düngung in der Landwirtschaft

Bericht 2019 - Auswertung der zentralen Klärschlammbuchhaltung

Autor:
Monika Humer
Email: monika.humer@vorarlberg.at

Unter Mitarbeit von:
Werner Bader, Fabienne Beran, Arkin Darici, Rainer Florineth, Walter Hämmerle, Norbert Lerchster, Christoph Scheffknecht, Monika Schmieder, Katharina Sexlinger (Verwaltungspraktikantin)

Impressum

Herausgeber und Medieninhaber:
Amt der Vorarlberger Landesregierung
Römerstraße 15, 6901 Bregenz

Verleger:
Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg
Montfortstraße 4, 6901 Bregenz
T +43 5574 511 42099

Titelbild: Herbstdüngung mit Klärschlammkompost auf abgeerntetem Maisacker, Rankweil 2017
Quelle: Monika Humer

Bregenz, April 2020

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 2

2 Klärschlammkompostierung in Vorarlberg 2

3 Landwirtschaftliche Düngung mit Klärschlammkompost 2

4 Qualität des Klärschlammkompostes 5

5 Untersuchungen von landwirtschaftlichen Klärschlammkompostflächen 7

5.1 Bodenprobenahme und Analyse 7

5.2 Untersuchungsparameter 7

5.3 Ergebnisse 8

5.3.1 Düngeparameter 8

5.3.2 Anorganische Schadstoffe 11

5.3.3 Organische Schadstoffe 15

6 Literatur 17

1 Einleitung

Das Land Vorarlberg bekennt sich zu einer kontrollierten und ökologisch sinnvollen Kreislaufwirtschaft. Dies bedeutet, dass Klärschlämme (KS) von einwandfreier Qualität in kompostierter und somit biologisch stabilisierter Form für die Phosphordüngung **landwirtschaftlicher Flächen** eingesetzt werden können. Die Qualitätsanforderungen sind seit 01.01.2019 im Vorarlberger Gesetz zum Schutz der Bodenqualität sowie in der Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung festgelegt. Damit Hersteller und Abnehmer von Klärschlammkompost auf die gesetzlichen Neuerungen reagieren zu können, gelten jene Bestimmungen der Vorarlberger Klärschlammverordnung welche die bodengebundene Klärschlammkompostverwertung betreffen als Übergangsbestimmung noch bis 01.01.2020.

Eine gezielte Kontrolle der Einsatzstoffe (Klärschlamm) und Endprodukte (Klärschlammkompost) sowie der Flächen, auf welche die Komposte ausgebracht werden, bietet im Sinne der Umweltvorsorge die notwendige Sicherheit.

2 Klärschlammkompostierung in Vorarlberg

In Vorarlberg wird 2019 an vier Standorten der anfallende Klärschlamm kompostiert. Größter Klärschlammkompost-Hersteller ist die Firma Branner Entsorgungs GmbH am Standort Rankweil. Daneben kompostiert die Firma Loacker Recycling GmbH (ehemals Fa. Häusle) am Standort Lustenau sowie die Abwasserreinigungsanlagen (ARAs) Bregenz und Bezau KS-Kompost (Anmerkung: die ARA Bezau liefert keinen KS-Kompost in die Landwirtschaft, sondern verwertet ihn über Kleinmengenabgabe). Die Kompostierung von entwässertem Klärschlamm erfolgt in der Regel durch Zugabe von Strukturmaterial (Strauch- und Grünschnitt oder Holzspäne) in Mieten.

3 Landwirtschaftliche Düngung mit Klärschlammkompost

Jede Lieferung von Klärschlammkompost auf landwirtschaftliche Böden für Düngezwecke wird über ein Datenverbundsystem, der sogenannten Klärschlammbuchhaltung, erfasst. Bevor jedoch ein Boden mit Klärschlammkompost gedüngt werden darf, muss festgestellt werden ob er auch dafür geeignet ist. Dies erfolgt über eine chemische Bodenanalyse und einer fachlichen Bewertung. Stellt sich heraus, dass die Bindungsstärke des Bodens ausreichend, die Grundwassergefährdung gering, die Bodengrenzwerte für Schwermetalle eingehalten und der Phosphatgehalt im Boden niedrig ist, so kann eine Düngung mit dem phosphorreichen Klärschlammkompost in einer definierten Menge durchgeführt werden. Seit dem Jahr 1997 wurden bisher mehrere tausend Bodenbegutachtungen durchgeführt. Etwa zwei Drittel der beprobten Flächen waren Grünlandstandorte, ein Drittel der Proben stammten von Ackerstandorten. Die Verteilung der Feldstücke ist regional sehr unterschiedlich. Die

zugelassenen Flächen beschränken sich auf das Rheintal und den Walgau, wobei sich etwa 40 % der Flächen in den zwei Gemeinden Höchst und Rankweil befinden.
Im Jahr 2019 wurden an 30 Landwirte eine Gesamtmenge von 2.062 m³ Klärschlammkompost abgegeben. Umgerechnet entspricht das ca. 15.400 kg Phosphat (berechnet als P_2O_5), welches 2019 auf einer Fläche von ca. 270 ha ausgebracht wurde.

Abbildung 1 zeigt die Entwicklung der KS-Kompost-Liefermenge an die Landwirtschaft seit 2000. Anhand der Grafik kann man erkennen, dass der Höhepunkt der landwirtschaftlichen Klärschlammkompostanwendung zwischen 2001 und 2012 lag. Bedingt durch privatrechtliche Vereinbarungen wie *AMA-Gütesiegel* oder *Ländle-Milch*, reduzierten sich die Abnahmen in der Landwirtschaft stetig. 2019 wurde mit ca. 2.100 m³ deutlich weniger Klärschlammkompost zur Düngung auf landwirtschaftliche Nutzflächen ausgebracht als noch 2018.

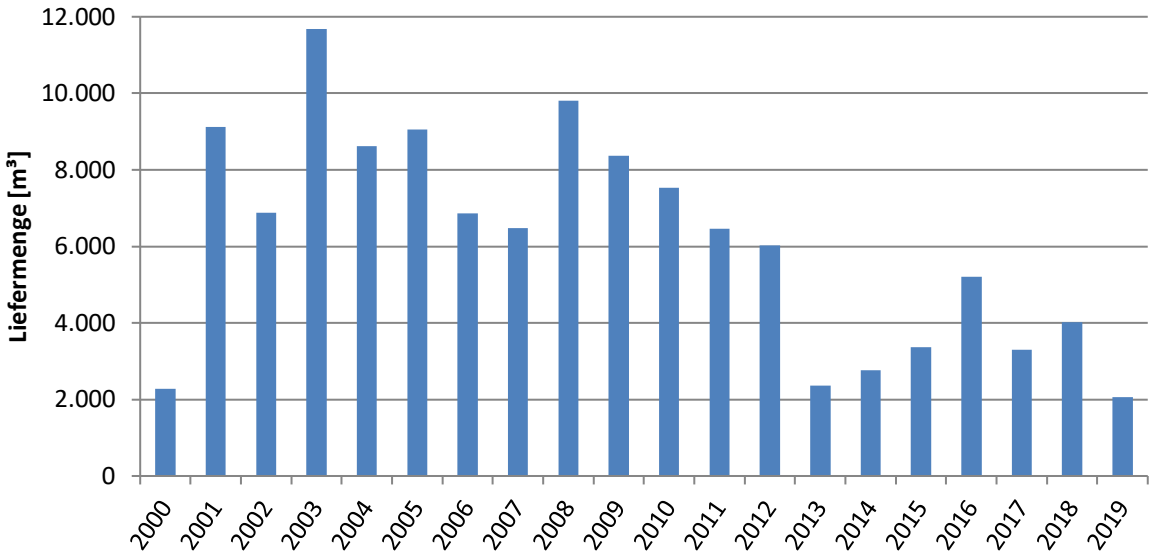


Abbildung 1: Entwicklung der Liefermenge von KS-Kompost in die LW seit dem Jahr 2000.

Die Fa. Branner lieferte 1.725 m³ (84 %), die ARA Bregenz lieferte 120 m³ (6 %) und die Fa. Loacker (ehem. Fa. Häusle) lieferte 217 m³ (10 %) Klärschlammkompost in die Landwirtschaft.

Betrachtet man jene Menge Phosphat, die während der letzten sechs Jahre (2014-2019) über KS-Kompost auf landwirtschaftliche Flächen gelangte, so kann man in Abbildung 2 erkennen, dass in den vier Gemeinden Rankweil, Feldkirch, Höchst und Götzis 75 Prozent der Phosphatfracht aufgebracht wurde. In nur acht Vorarlberger Gemeinden wurden 95 % des für landwirtschaftliche Düngezwecke in den letzten sechs Jahren abgegebenen Klärschlamm-komposts aufgebracht.

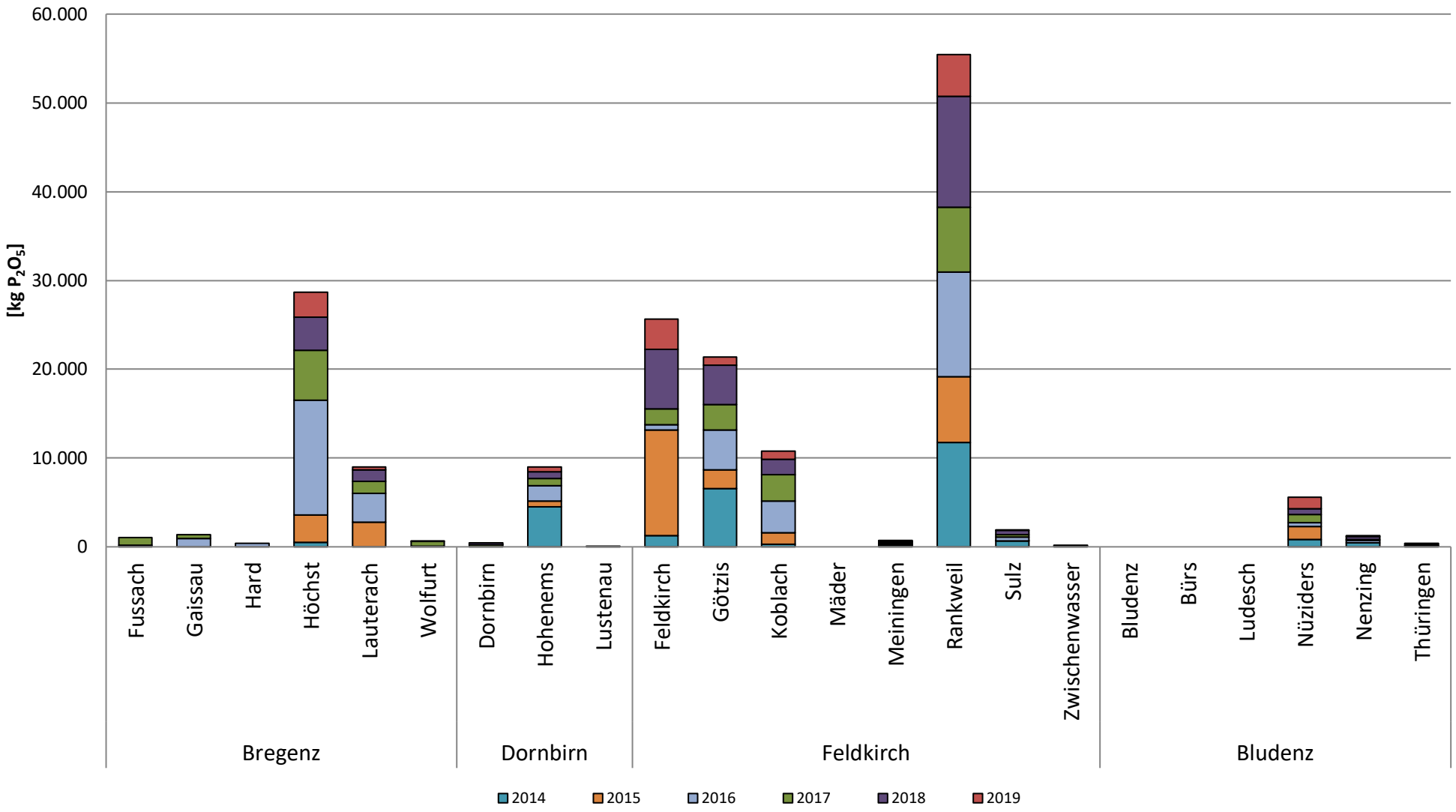


Abbildung 2: Aufsummierte Phosphatfracht je Gemeinde für den Zeitraum 2014-2019 [in kg P_2O_5].

4 Qualität des Klärschlammkompostes

Die Vorarlberger Klärschlammverordnung sieht Qualitätsanforderungen vor, die ein Klärschlammkompost einhalten muss um bodengebunden verwertet werden zu können. Dabei müssen insbesondere Schwermetallgrenzwerte (Blei, Cadmium, Chrom, Kupfer, Nickel, Quecksilber und Zink) eingehalten werden. Zusätzlich werden Phosphat, organischer Kohlenstoff (TOC), Stickstoff, Kalium und der pH-Wert gemessen. Mit 1.1.2020 müssen auch Mindestgehalte für Phosphor und Organischer Kohlenstoff in KS-Komposten gemäß Bodenqualitätsverordnung (BQV) eingehalten werden.

Abbildung 3 zeigt jene für die Düngewirkung und den Humusaufbau wichtigen Parameter – Phosphat und organischer Kohlenstoff. Durchwegs niedrigere Phosphatgehalte wiesen Klärschlammkomposte der Fa. Loacker (ehem. Häusle) im Vergleich zu Komposten der Fa. Branner und der ARA Bregenz auf. So lag der P_2O_5-Gehalt der Fa. Loacker im Jahr 2018 im Mittel bei nur 2,1 Gew.-%. 2019 kam es jedoch zu einer Erhöhung des Phosphatgehalts im KS-Kompost der Fa. Loacker auf deutlich über 3 Gew.-%. Der mittlere TOC-Gehalt in KS-Komposten liegt 2019 zwischen 18 Gew.-% (Fa. Loacker) und 28 Gew.-% (ARA Bregenz).

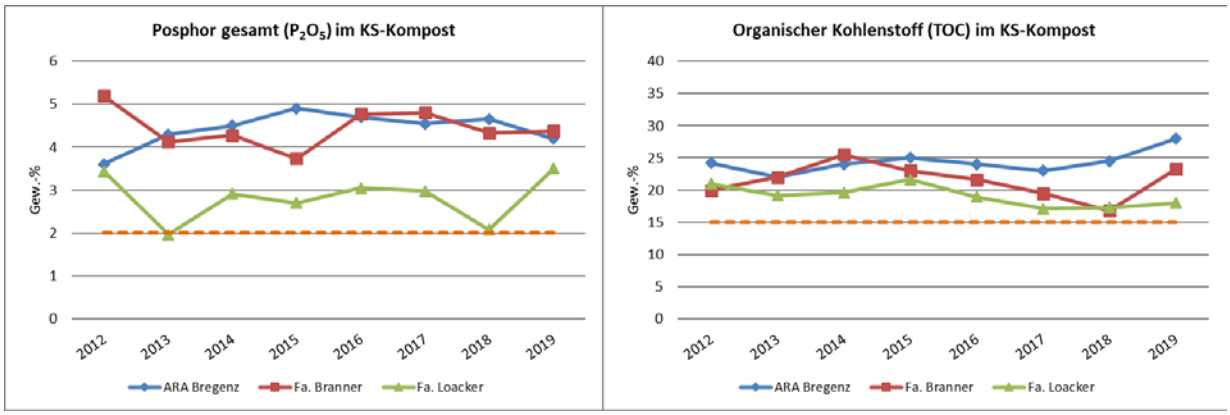


Abbildung 3: Entwicklung des mittleren Phosphorgehaltes (berechnet als P_2O_5) und TOC-Gehaltes in KS-Komposten der unterschiedlichen Hersteller (Zeitraum zwischen 2012 und 2019). Gelb-strichlierte Linie stellt den Mindestgehalt gemäß Vlbg. Bodenqualitätsverordnung (BQV) dar.

Die Gehalte an Schwermetallen in den Komposten liegen bei allen drei Herstellern deutlich unter den Grenzwerten der KS-Verordnung (rot-strichlierte Linie) (Abbildung 4). Die Komposte aller drei Hersteller liegen betreffend die untersuchten Schadstoffe in einem sehr ähnlichen Belastungsbereich. Komposte der Fa. Branner zeigten 2016 höhere Schwankungen des Kupfergehalts zwischen den untersuchten Chargen, 2019 sind sie wieder auf gewohntem Niveau. Der höhere Cadmiumgehalt im Kompost der ARA Bregenz hat sich über die letzten Jahre tendenziell verringert und liegt jetzt bei etwa 0,4 mg/kg TS. Komposte der Fa. Loacker zeigen 2019 bei den Elementen Kupfer, Chrom, Nickel und Zink höhere Gehalte als 2018.

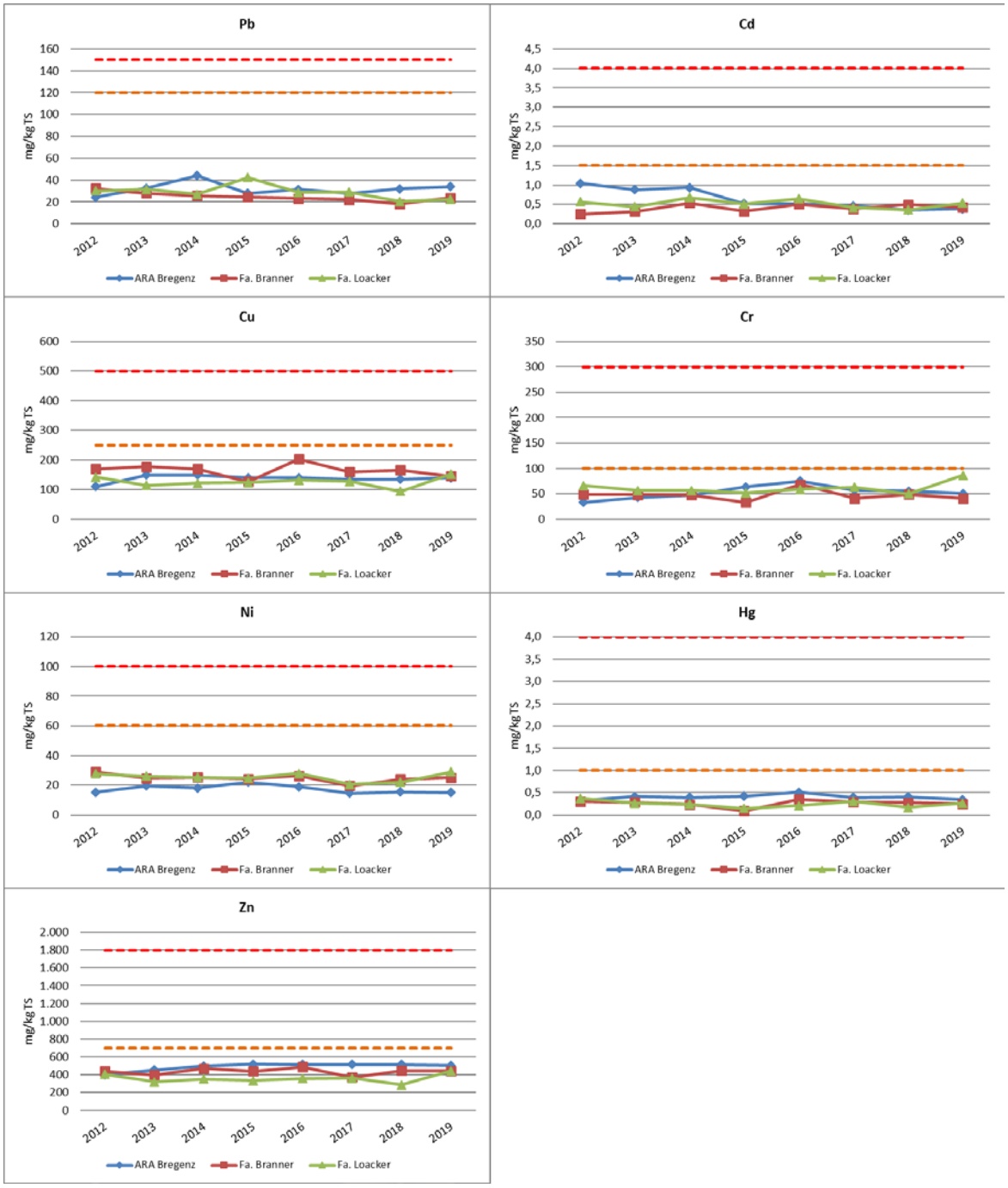


Abbildung 4: Entwicklung der Klärschlammkompostqualitäten im Zeitraum 2012 bis 2019 in mg/kg TS. Berechnete Mittelwerte der jährlichen Chargenuntersuchungen; Grenzwert gemäß Vorarlberger KS-Verordnung (rot), Grenzwert gemäß Vorarlberger. Bodenqualitätsverordnung (gelb).

Stichprobenartig wurden 2019 Mineralölkohlenwasserstoffe in einem Klärschlammkompost der Fa. Branner sowie in zwei KS-Komposten der ARA Bregenz analysiert. Die KW-Index-Gehalte lagen zwischen 2.500 mg/kg TS (ARA Bregenz) und 5.600 mg/kg TS (Fa. Branner). Grenzwerte für KW-Index gibt es in Vorarlberg derzeit nicht. Verglichen mit der österreichischen Bundeskompostverordnung in welcher ein KW-Grenzwert in Müllkomposten von 3.000 mg/kg TS festgelegt wurde, sind Vorarlberger KS-Komposte stark mit Mineralölkohlenwasserstoffen belastet.

5 Untersuchungen von landwirtschaftlichen Klärschlammkompostflächen

2019 wurden insgesamt zehn klärschlammgedüngte Flächen durch das Umweltinstitut beprobt. Bei den Probenahmestandorten handelt es sich um jene Flächen, die in den letzten zehn Jahren am meisten mit Klärschlammkompost beaufschlagt wurden.

5.1 Bodenprobenahme und Analyse

Die Beprobungsflächen lagen in den Gemeinden Rankweil und Götzis. Es wurden Bodenproben von zwei Grünland- und acht Ackerstandorten gezogen. Die Probenahme erfolgte gemäß der ÖNORM L 1055 Probenahme von ackerbaulich genutzten Böden sowie der ÖNORM L 1056 Probenahme von Dauergrünland. Die Bodenproben wurden als repräsentative Mischproben aus mindestens zwanzig Einzeleinstichen, mittels Grassodenstecher auf Grünland bis zu einer Tiefe von 10 cm, bei Ackerflächen mittels Pürckhauerbohrstock bis 20 cm, gezogen. Die gewonnenen Bodenproben wurden im Labor des Umweltinstituts gefriergetrocknet um neben den Nährstoffen und Schwermetallen auch organische Schadstoffe analysieren zu können.

5.2 Untersuchungsparameter

Düngeparameter: pflanzenverfügbares Phosphat[1,2] und Kalium (Calcium-Acetat-Lactat-Auszug), Gesamtstickstoff und- Kohlenstoff, pH-Wert (in H_2O), Gesamtgehalte der Elemente P, K, Ca, Na, Mg, Mn, Mo (Königswasseraufschluss)
Anorganische Schadstoffe: Quecksilber[1,2], Cadmium[1,2], Chrom[1,2], Kupfer[1,2], Nickel[1,2], Blei[1,2] und Zink[1,2] sowie Arsen (Königswasseraufschluss)
Organische Schadstoffe: Mineralölkohlenwasserstoffe[2] (KW)

[1]…Grenzwerte der Vorarlberger Klärschlammverordnung (Vlbg. KS-VO)
[2]…Grenzwerte bzw. Vorsorgewerte der Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung (Vlbg. BQV)

5.3 Ergebnisse

Die Bewertung der Analysenergebnisse im Boden erfolgt gemäß Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung, da diese seit 01.01.2019 die gültige Rechtsnorm darstellt. Die Bodenqualitätsverordnung unterscheidet Vorsorge- und Grenzwerte für Schadstoffe. Für die zulässige Ausbringung von Klärschlammkompost müssen die Schadstoffgehalte im Boden die Vorsorgewerte einhalten. Bei der Überschreitung von Vorsorgewerten darf, um das Risiko einer weiteren Schadstoffanreicherung in Böden zu minimieren, kein Klärschlammkompost mehr verwendet werden.

5.3.1 Düngeparameter

Bei der bodengebundenen Verwertung von Klärschlammkompost in der Landwirtschaft ist der Parameter pflanzenverfügbares Phosphat ausschlaggebend, ob eine Ausbringung von KS-Kompost erlaubt ist oder nicht. Gemäß Bodenqualitätsverordnung ist eine Düngung mit Klärschlammkompost nur dann erlaubt, wenn der Boden einen Phosphorbedarf aufweist. Liegen die Phosphatgehalte über einem Wert von 25 mg je 100g Feinboden, so liegt kein Phosphorbedarf im Boden vor. Diese Düngeempfehlungen spiegeln sich auch in den Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland des Fachbeirats für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz (BMLFUW, 2017) wieder.

Die Analysenergebnisse zeigen eine große Variabilität der **Phosphat**gehalte je Untersuchungsfläche (Abbildung 5). Die P_2O_5-Gehalte liegen zwischen 30 und 80 mg je 100g Boden. Im Mittel liegen die P_2O_5-Geahlte bei 55 mg/100g. Die sehr hohen Phosphatgehalte in den Acker- und Grünlandböden lassen sich nicht alleine durch die KS-Kompostdüngung erklären. Eine zusätzliche Düngung mit mineralischen Phosphordüngern und Wirtschafts-düngern ist hier wahrscheinlich. Alle zehn untersuchten Böden liegen über dem in der Bodenqualitätsverordnung vorgegebenen Phosphatgehalt von 25 mg/100g Boden und sind somit nicht mehr für eine Klärschlammkompostausbringung geeignet.

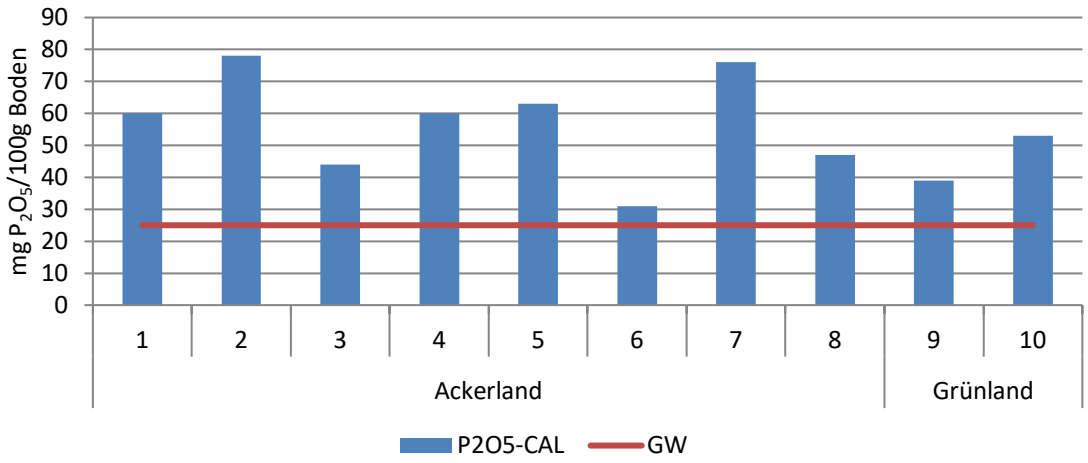


Abbildung 5: Phosphatgehalte im Acker- (Nr. 1 bis 8) und Grünland (Nr. 9 und 10) in mg P_2O_5 je 100g Feinboden.

Bei den 2017 und 2018 durchgeführten Untersuchungen wurden Phosphatgehalte zwischen 8 und 130 mg/100g Boden gemessen. Die Mittelwerte im Grünland lagen 2017 bei 33 mg/100g (n=14), 2018 bei 25 mg/100g (n=16) und im Acker lagen sie 2017 im Mittel bei 61 mg/100g Boden (n=7), 2018 bei 90 mg/100g Boden (n=4) (Humer, 2019a; Humer 2019c). Die Untersuchungen im Jahr 2016 zeigten in 34 Acker- und Grünlandböden P_2O_5-Gehalte zwischen 13 und 73 mg/100g Boden (Humer, 2017). Es kann bei den untersuchten Böden tendenziell eine Überversorgung mit Phosphor festgestellt werden. Insbesondere Äcker zeigen sehr hohe Phosphorgehalte im Oberboden auf.

Die Analysenergebnisse zeigen auch bei den **Kalium**gehalten eine große Variabilität zwischen den Untersuchungsflächen (Abbildung 6). Die K_2O-Geahlte liegen zwischen 10 und 65 mg je 100g Boden. Im Mittel liegen die K_2O -Gehalte bei 30 mg/100g Boden (n=10). Auffallend hohe Kaliumgehalte wurden am Acker Nr. 3 in Rankweil gemessen. Hier dürfte Kalidünger in größeren Gaben verwendet worden sein. Bei den Untersuchungen der vergangenen drei Jahre (2016, 2017, 2018) wurden Kaliumgehalte zwischen 6 und 67 mg/100g Boden (n=75) festgestellt. Die Böden sind durchwegs ausreichend bis hoch mit pflanzenverfügbarem Kalium versorgt. Ein Kalium Mangel ist demnach in den untersuchten Böden nicht festzustellen.

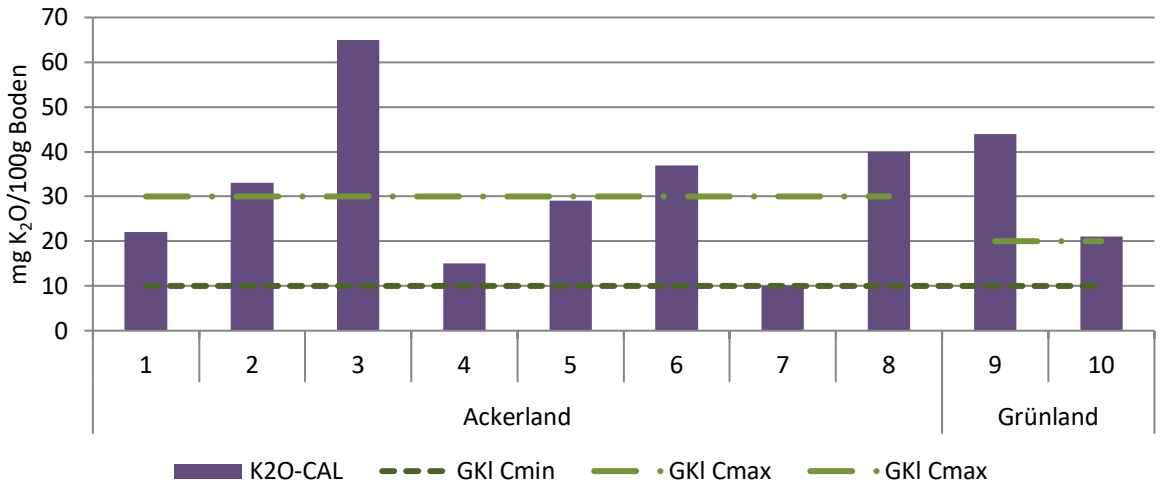


Abbildung 6: Kaliumgehalte im Ackerland (Nr. 1 bis 8) Grünland (Nr. 9 und 10) in mg K_2O je 100g Feinboden. Einstufung der Gehaltsklasse C (GKl. C) „ausreichend“ für Grünland und Acker (Bereich innerhalb der grün-strichlierten Linie).

Humus wirkt sich günstig auf das Bodenleben und die Porenverteilung des Bodens aus, verbessert insbesondere die Luftführung, den Wärmehaushalt und das Wasser- und Schadstoffspeichervermögen. Analytisch wird der Humusgehalt eines Bodens über den **organischen Kohlenstoffgehalt** (TOC…Total Organic Carbon = gesamter organischer Kohlenstoff) berechnet. Die übliche Berechnung des Humusgehaltes erfolgt nach der Formel TOC x 1,72.

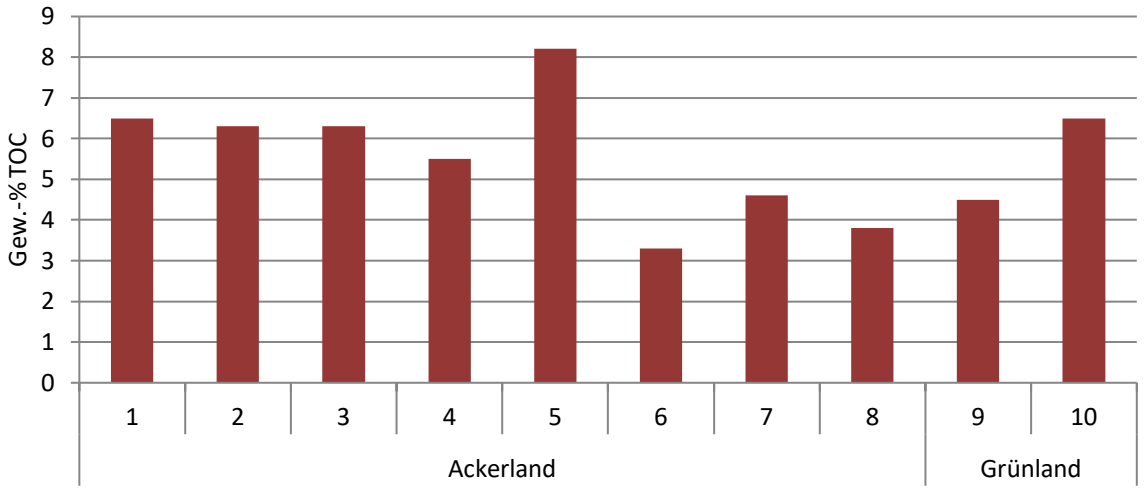


Abbildung 7: Organischer Kohlenstoff (TOC) im Ackerland (Nr. 1 bis 8) und Grünland (Nr. 9 und 10) in Gewichtsprozent der Trockensubstanz (TS).

Die Humusgehalte der untersuchten Böden liegen zwischen 3 und 8 %. Oberböden gelten ab einem Humusgehalt von 4,5 % als stark humos (BMLFUW, 2017). TOC-Gehalte in Ackerböden liegen im Mittel unter jenen von Grünlandböden, da sie verstärkt belüftet werden und somit ein Abbau von Humus stattfindet. Ein Ackerboden (Nr. 5) sticht mit einem TOC-Gehalt von 8 Gew.-% hervor. Es handelt sich hierbei gemäß österreichischer Bodenkartierung um ein entwässertes Anmoor mit standorttypisch stark humosem Oberboden.

Die **Gesamtstickstoff**-Gehalte der Böden liegen zwischen 0,4 und 1,1 Gewichts-%. Das sind ähnliche Werte wie sie bei den Untersuchungen der vergangenen Jahre gefunden wurden.

Der **pH-Wert** im Boden lag durchwegs im alkalischen Bereich bei Werten zwischen 7,5 und 8,0 (n=19).

5.3.2 Anorganische Schadstoffe

Es wurden die sieben Schwermetalle gemäß Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung analysiert und ausgewertet. Zusätzlich wurde Arsen untersucht, da es in Vorarlberg naturräumlich von Bedeutung sein kann.

Tabelle 1: Schwermetallgehalte im Ackerland (Nr. 1 bis 8) und Grünland (Nr. 9 und 10) in mg je kg Trockensubstanz (TS). Hellgraue Färbung bedeutet Überschreitung eines Vorsorgewerts.

Nr.	Nutzung	Pb	Cd	Cr	Cu	Ni	Hg	Zn	As
1	Acker	20	< 0,25	35	41	26	0,08	130	8
2	Acker	21	< 0,25	36	47	28	0,08	150	7,7
3	Acker	18	< 0,25	31	55	24	0,08	160	5,7
4	Acker	19	< 0,25	33	43	24	0,10	130	5,8
5	Acker	21	0,32	35	37	30	0,07	130	7,9
6	Acker	17	< 0,25	26	32	24	0,05	95	5,9
7	Acker	22	< 0,25	39	33	36	0,06	110	8
8	Acker	16	< 0,25	28	30	24	0,04	100	6,2
9	Grünland	13	< 0,25	21	23	19	0,04	74	< 5
10	Grünland	42	0,38	38	46	30	0,14	110	7,8
Vorsorgewert BQV		**100**	**0,5**	**100**	**60**	**60**	**0,5**	**150**	
Grenzwert BQV		**200**	**1**	**200**	**120**	**120**	**1**	**300**	
Grenzwert KS-VO		100	2	100	100	60	1	300	

*…Richtwert für Arsen im Boden gemäß ÖNORM S 2088-2:2014 liegt bei 20 mg/kg TS

Wie Tabelle 1 zeigt, werden die Bodengrenzwerte gemäß Vorarlberger Klärschlamm-verordnung eingehalten. Mit Ausnahme des Ackerstandortes Nr. 3 werden auch alle Vorsorgewerte eingehalten. In der Abbildung 8 und Abbildung 9 werden die Schwermetallgehalte sowie die Vorsorge- und Grenzwerte gemäß Bodenqualitätsverordnung grafisch dargestellt.

Die **Blei**gehalte der untersuchten Böden liegen zwischen 13 und 42 mg/kg TS Boden. Im Vergleich dazu lagen die Pb-Gehalte 2018 zwischen 17 und 47 mg/kg TS Boden (n=20), 2017 zwischen 15 und 55 mg/kg (n=21) und 2016 zwischen 15 und 44 mg/kg (n=34). Die Untersuchungen der letzten vier Jahre zeigen tendenziell höhere Bleigehalte in Grünlandböden als in Ackerböden, was österreichweiten Untersuchungen entspricht. Schwarz und Freudenschuss (2004) fanden im Mittel 64 mg/kg Blei in Grünlandböden und 26 mg/kg in Ackerböden. Erfreulich ist, dass die vom Umweltinstitut gemessenen Pb-Gehalte in klärschlammkompostgedüngten Böden deutlich unter Österreichischen Referenzgehalten liegen.

Die **Cadmium**gehalte in den untersuchten Böden liegen Großteils unter der Bestimmungs-grenze von 0,25 mg/kg und reichen bis maximal 0,38 mg/kg TS Boden. Die Untersuchung 2018 zeigte Cd-Gehalte zwischen <0,25 und 0,29 mg/kg TS Boden. 2017 lagen die Cd-Gehalte zwischen <0,25 und 0,55 mg/kg und im Jahr 2016 wurden Cd-Gehalte zwischen < 0,20 und

0,36 mg/kg TS gefunden. Die österreichweiten Referenzwerte bei Cadmium liegen in Ackerböden bei 0,3 und in Grünlandböden bei 0,7 mg/kg TS.

Die **Chrom**gehalte der 20 untersuchten Böden liegen zwischen 23 und 61 mg/kg TS Boden. Bei den Kontrolluntersuchungen 2016 lagen die Cr-Gehalte zwischen 29 und 61 mg/kg Boden (n=34). Die österreichweiten Referenzwerte für Chrom liegen in Ackerböden bei 55 mg/kg und bei Grünlandböden bei 53 mg/kg Boden.

Die **Kupfer**gehalte in den untersuchten Böden liegen zwischen 23 und 45 mg/kg TS Boden. Im Vergleich dazu lagen die Cu-Gehalte bei der Untersuchung im Jahr 2017 zwischen 22 und 60 mg/kg und im Jahr 2016 zwischen 21 und 49 mg/kg TS. Die österreichweiten Referenzwerte für Kupfer liegen in Ackerböden bei 32 und in Grünlandböden bei 36 mg/kg TS. Die Mittleren gemessenen Kupfergehalte klärschlammkompostgedüngter Böden liegen mit 37 mg/kg (n=75) im österreichischem Referenzbereich.

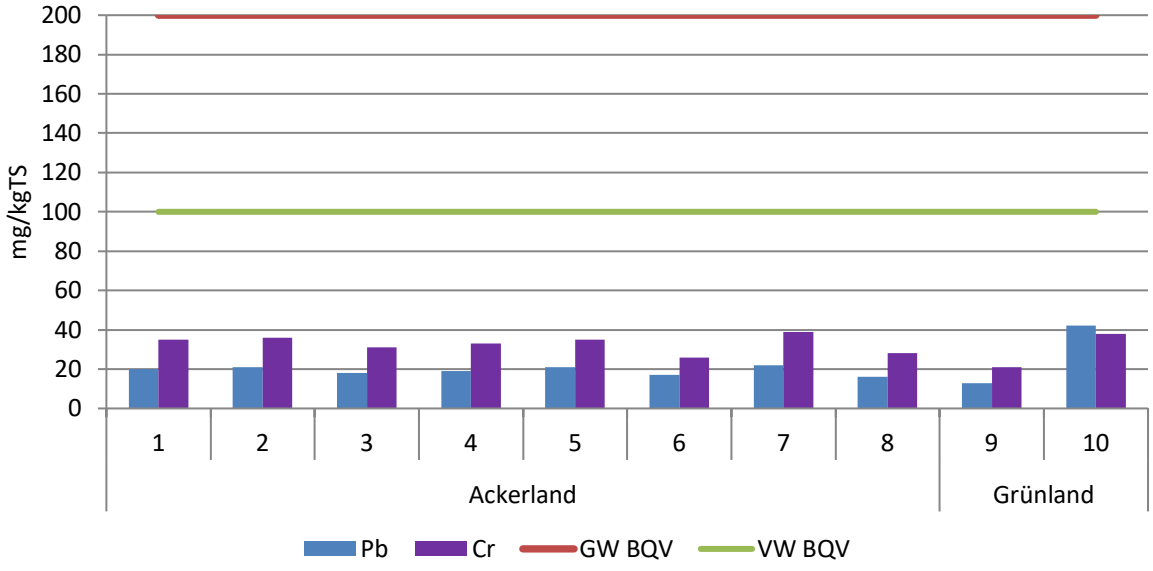
Die **Nickel**gehalte in den untersuchten Böden liegen zwischen 19 und 36 mg/kg TS Boden. Bei den Kontrolluntersuchungen der vergangenen Jahre lagen die Ni-Gehalte ebenfalls zwischen 24 und 55 mg/kg. Im Vergleich dazu liegen österreichische Nickel-Referenzwerte in Ackerböden bei 35 mg/kg und in Grünlandböden bei 40 mg/kg TS. Der Vorsorgewert für Nickel in der neuen Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung liegt bei 60 mg/kg TS und wird an keinem Standort überschritten.

Die **Quecksilber**gehalte in den zehn untersuchten Böden liegen zwischen 0,04 und 0,14 mg/kg TS Boden. Im Vergleich dazu lagen die Hg-Gehalte bei der Untersuchung im Jahr 2018 zwischen 0,042 und 0,1 mg/kg TS Boden, 2017 zwischen 0,07 und 0,3 mg/kg und im Jahr 2016 zwischen 0,05 und 0,26 mg/kg TS. Die österreichweiten Referenzwerte für Quecksilber liegen sowohl für Acker- als auch für Grünlandböden bei 0,26 mg/kg TS. Der Vorsorgewert für Quecksilber in der neuen Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung liegt bei 0,5 mg/kg TS und wird an keinem Standort überschritten.

Die **Zink**gehalte in den untersuchten Böden liegen zwischen 74 und 160 mg/kg TS Boden. Bei den Kontrolluntersuchungen 2018 lagen die Zn-Gehalte zwischen 87 und 160 mg/kg TS Boden (n=20), 2017 zwischen 87 und 150 mg/kg (n=21) und 2016 lagen sie zwischen 85 und 140 mg/kg (n=34). Im Vergleich dazu liegen österreichische Zink-Referenzwerte in Ackerböden bei 100 mg/kg und in Grünlandböden bei 130 mg/kg TS. Der Vorsorgewert für Zink in der neuen Vorarlberger Bodenqualitätsverordnung liegt bei 160 mg/kg TS und wurde bei der aktuellen Untersuchung am Standort Nr. 3 überschritten.

Die **Arsen**gehalte der zehn untersuchten Böden liegen zwischen der Bestimmungsgrenze von 5 mg/kg und reichen bis maximal 8 mg/kg TS Boden. Bei den Kontrolluntersuchungen 2018 lagen die As-Gehalte zwischen <10 und 29 mg/kg Boden (n=20), 2017 lagen die As-Gehalte zwischen BG (<10) und 18 mg/kg Boden (n=21). Die österreichweiten Referenzwerte für Arsen

liegen in Ackerböden bei 14,7 mg/kg und bei Grünlandböden bei 28,5 mg/kg Boden. Arsengehalte sind zum einen vom pH-Wert (saure Böden speichern mehr Arsen) aber auch von der organischen Substanz (Arsen bindet an Humus) beeinflusst.



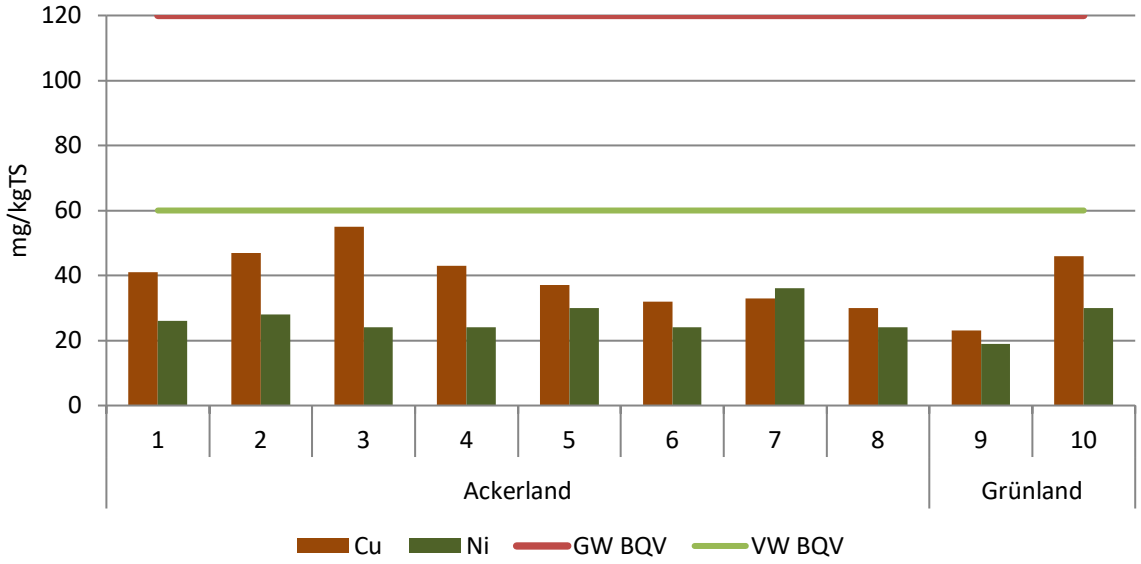


Abbildung 8: Blei-, Chrom-, Kupfer-, und Nickel-Gehalte im Ackerland (Nr. 1 bis 8) und Grünland (Nr. 9 und 10) in mg je kg Trockensubstanz (TS).

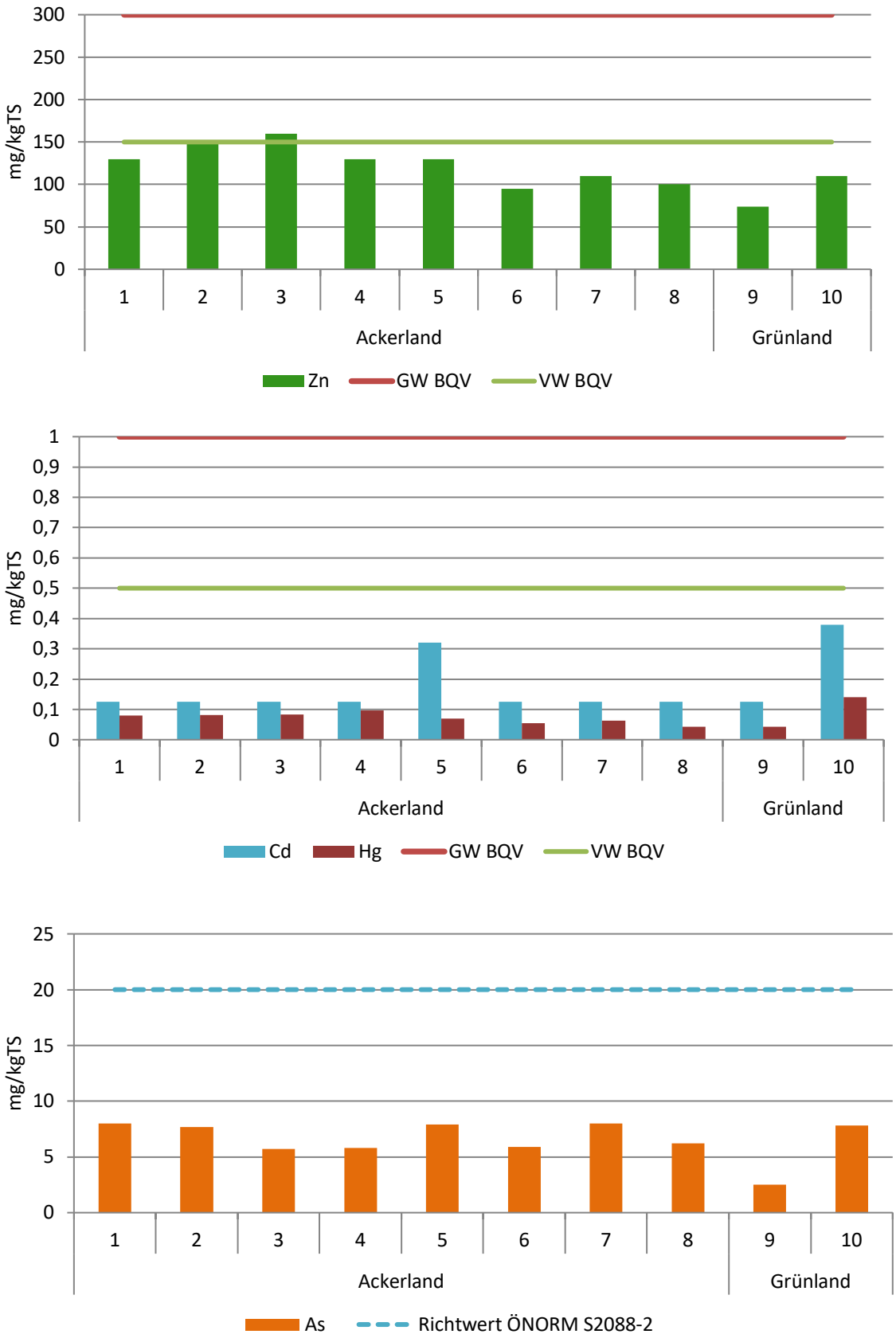


Abbildung 9: Zink, Cadmium-, Quecksilber- und Arsen-Gehalte im Ackerland (Nr. 1 bis 8) und Grünland (Nr. 9 und 10) in mg je kg Trockensubstanz (TS). Lag der Analysenwert <BG so wurde mit dem halben Wert gerechnet (Cd: BG <0,25 → 0,125; As: BG <5 → 2,5)

5.3.3 Organische Schadstoffe

In der mit 01.01.2019 in Kraft getretenen Bodenqualitätsverordnung sind Vorsorgewerte für ausgewählte organische Schadstoffe festgelegt. So unter anderem für PCB7, HCB, PAH16 und KW-Index. Routinemäßig werden bei den organischen Schadstoffen nur die Mineralöl-kohlenwasserstoffe gemessen. PCB, HCB und PAH16 wurden 2019 nicht gemessen.

Mineralölkohlenwasserstoffe (KW) wurden in neun von zehn untersuchten Böden über der Bestimmungsgrenze von 50 mg/kg TS gefunden. Die KW-Gehalte lagen zwischen <50 und 380 mg/kg TS Boden, wobei die Hälfte über dem Vorsorgewert von 200 mg/kg TS Boden liegen. Bei der Kontrolluntersuchung 2018 lagen die KW-Gehalte zwischen 50 und 170 mg/kg Boden, der berechnete Mittelwert lag bei 83 mg/kg TS Boden (n=20). Eine im Jahr 2016 vom Umweltinstitut durchgeführte Untersuchung von Böden die langjährig mit Gärrückständen gedüngt wurden, zeigte KW-Gehalte von <25 mg/kg bis 43 mg/kg (n=5) in den obersten 10 cm Boden (Humer, 2019b). Langjährig mit Klärschlammkompost gedüngte Böden zeigen deutlich höhere Mineralölkohlenwasserstoffgehalte als Böden die mit Wirtschaftsdünger und/oder Gärsubstraten gedüngt werden.

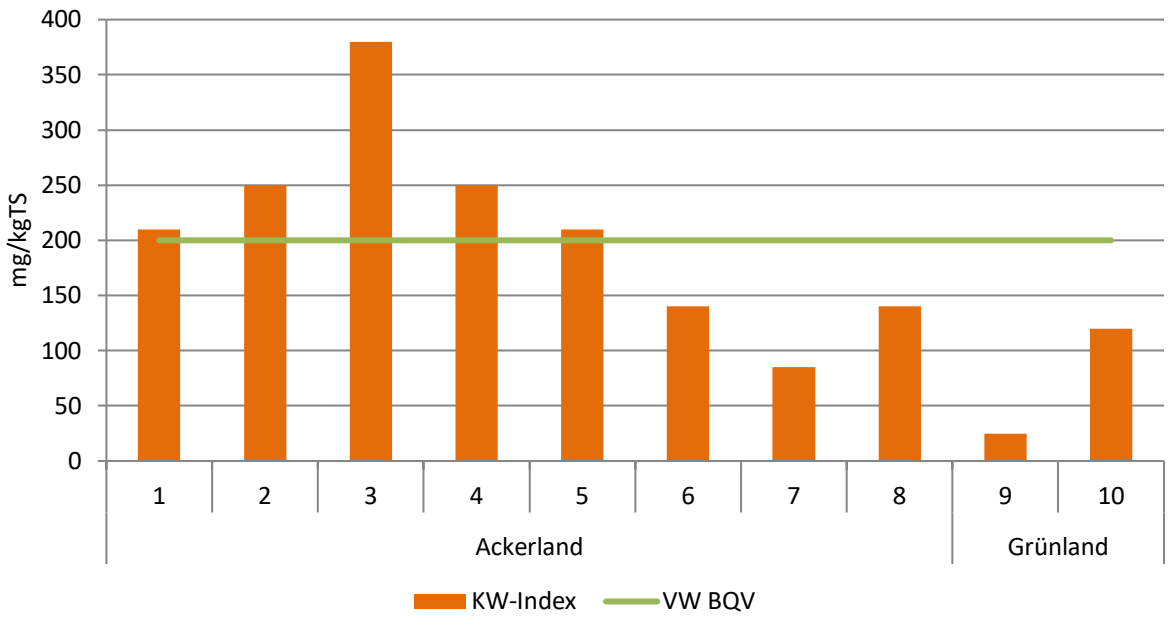


Abbildung 10: KW-Gehalte im Ackerland (Nr. 1 bis 8) und Grünland (Nr. 9 und 10) in mg je kg Trockensubstanz (TS).

Untersuchungen des Umweltinstituts aus dem Jahr 2018 zeigten KW-Gehalte von bis zu 13.000 mg/kg TS Klärschlamm (n = 30). Abbildung 11 zeigt die KW-Gehalte der 15 größten Vorarlberger Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 10.000 EW60. Die hohen KW-Konzentrationen im Klärschlamm erklären sich unter anderem dadurch, dass im Abwasserreinigungsprozess auf der ARA KW-haltige Flockungshilfsmittel eingesetzt werden.

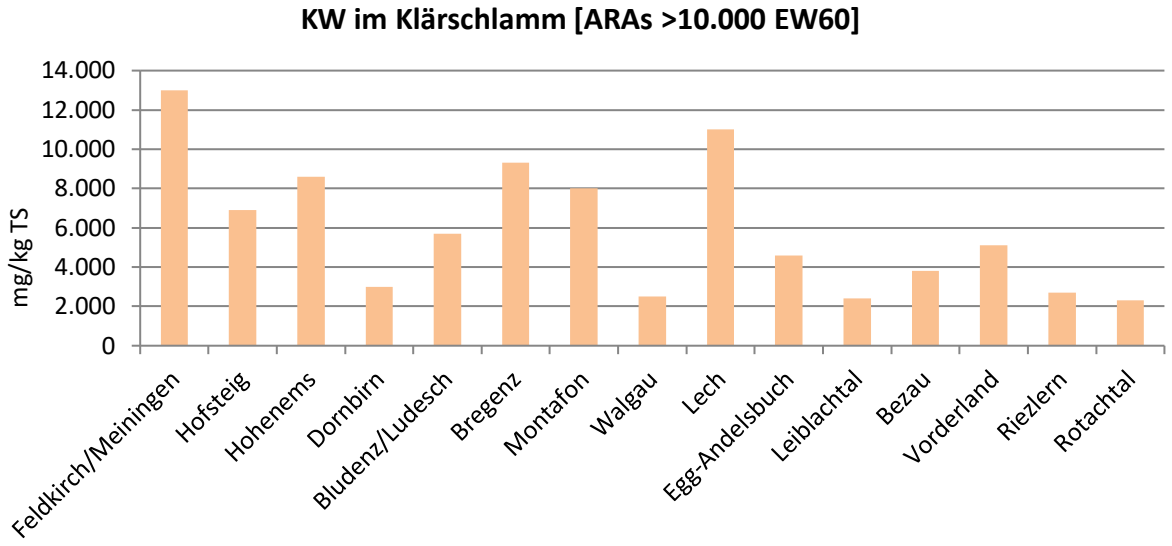


Abbildung 11: KW-Gehalte in Klärschlämmen der 15 größten Vorarlberger Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von mehr als 10.000 EW60.

In Vorarlberger Klärschlammkomposten findet man Mineralölkohlenwasserstoff-Gehalte zwischen 1.900 und 5.600 mg/kg TS (n=6), wie Untersuchungen des Umweltinstituts aus den Jahren 2018 und 2019 zeigten.

Über die Düngung mit KW-haltigen Klärschlammkomposten gelangen laufend Mineralölkohlenwasserstoffe auf landwirtschaftliche Böden. Die oberflächlich eingebrachten KWs unterliegen einem natürlichen Ab- und Umbauprozess durch Mikroorganismen. Insbesondere unter aeroben Bedingungen ist eine biologische Abbaubarkeit, abhängig von Bodenparametern wie pH-Wert, Nährstoff- und Wassergehalt, gegeben (Hettwer, 2006).

Über die Wirkung von Mineralölkohlenwasserstoffen in diesen Konzentrationen auf Bodenorganismen und Nutzpflanzen ist wenig bekannt.

6 Literatur

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2001): Gesetz über die Ausbringung von Klärschlamm. LGBl.Nr. 41/985, 57/1997, 58/2001.

Amt der Vorarlberger Landesregierung (2002): Verordnung der Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm. LGBl.Nr. 75/1997, 27/2002.

BMLFUW - Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft (2017): Richtlinien für die sachgerechte Düngung im Ackerbau und Grünland. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz, 7. Auflage.

Humer, M. (2017): Klärschlammkompost Kontrollbericht 2016. Auswertung der zentralen Klärschlammbuchhaltung. Umweltinstitut Bregenz. https://vorarlberg.at/documents/21336/153708/Klärschlammkompost+-+Kontrollbericht+2016/8f152961-875d-4651-a34b-db5150c4cb6f

Humer, M. (2019a): Klärschlammkompost – Düngung in der Landwirtschaft. Bericht 2017 – Auswertung der zentralen Klärschlammbuchhaltung. Umweltinstitut Bregenz. https://vorarlberg.at/documents/21336/153708/Kl%C3%A4rschlammkompost+-+Kontrollbericht+2017/fd5bf33d-ef42-4912-8648-09206797f11d

Humer, M. (2019b): Gärsubstrate und Boden – Spurenstoffeinträge durch Biogasgülle und Gärrückstände in landwirtschaftlich genutzte Böden Vorarlbergs. Umweltinstitut Bregenz. Unveröffentlicht.

Humer, M. (2019c): Klärschlammkompost – Düngung in der Landwirtschaft. Bericht 2018 - Auswertung der zentralen Klärschlammbuchhaltung. Umweltinstitut Bregenz. https://vorarlberg.at/documents/21336/153708/Klärschlammkompost+-+Kontrollbericht+2018/b8f512ff-d961-4a41-9ce0-618df0289cf8?version=1.0

Schwarz, S. und Freudenschuss, A. (2004): Referenzwerte für Schwermetalle in Oberböden. Auswertungen aus dem österreichweiten Bodeninformationssystem BORIS. Monographie Bd. M-170, Umweltbundesamt, Wien.

Umweltinstitut
Institut für Umwelt und Lebensmittelsicherheit des Landes Vorarlberg
Montfortstraße 4, 6901 Bregenz
T +43 5574 511 42099
E umweltinstitut@vorarlberg.at
www.vorarlberg.at/umweltinstitut