Umweltinstitut
Vorarlberg

Klärschlammkompost

Kontrollbericht 2010

Auswertung der zentralen Klärschlamm-Buchhaltung

Kurzbericht UI-08/2011

Klärschlammkompost

Kontrollbericht 2010

Auswertung der zentralen Klärschlamm-Buchhaltung

Gesamtbearbeitung:
Josef Scherer
email: josef.scherer@vorarlberg.at

Impressum:
Herausgeber und Medieninhaber: Amt der Vorarlberger Landesregierung Römerstraße 16, 6900 Bregenz
Verleger: Umweltinstitut des Landes Vorarlberg, Montfortstraße 4, 6900 Bregenz Tel. 05574/511-42099
Bregenz, April 2011

Inhalt

Einleitung 3
Klärschlammverordnung und Klärschlamm-Buchhaltung 3
Jährliche Auslieferungen von Klärschlammkompost in die Landwirtschaft 3
Untersuchung von Klärschlammproben 5
Untersuchung von Klärschlammkompostchargen 5
Eignungsprüfung der Ausbringungsflächen 7
Regionale Verteilung der ausgebrachten Klärschlammkomposte 8
Stichprobenartige Untersuchungen an Klärschlammflächen 9
Literatur 10
Anhang 11

6 Abbildungen

2 Tabellen

Einleitung

Das Land Vorarlberg bekennt sich zu einer kontrollierten und ökologisch sinnvollen Kreislaufwirtschaft. Dies bedeutet, dass Klärschlämme von einwandfreier Qualität in kompostierter und somit biologisch stabilisierter Form für die Düngung und Humuspflege landwirtschaftlicher Flächen eingesetzt werden können. Eine gezielte Kontrolle der Einsatzstoffe und Endprodukte sowie der Flächen, auf die die Komposte ausgebracht werden, bietet im Sinne der Umweltvorsorge die notwendige Sicherheit.

Insgesamt fielen in Vorarlberg im Jahr 2010 einer leicht sinkenden Tendenz folgend rund 9.646 t Klärschlamm-Trockensubstanz an. Davon wurden ca. 7.428 t (ca. 77 %) einer weiteren Verwertung in Form von Komposten (6.097 t) oder Trockengranulaten (ca. 1.331 t) zugeführt. In Form von Komposten oder Granulat gelangten 2.539 t TS in die Landwirtschaft (entsprechend der Lieferung von ca. 7.800 m³ oder ca. 4.700 t Kompost), 1.944 t wurden als Kleinmengen abgegeben und 2.945 t wurden für Kleinrekultivierungen verwertet.

Klärschlammverordnung und Klärschlamm-Buchhaltung

Seit 1999 erlaubt die Vorarlberger Klärschlammverordnung eine Klärschlammausbringung nur noch in Form von Klärschlammkomposten oder Trockengranulaten. Als Ausbringungsflächen sind nur jene landwirtschaftlichen Nutzflächen zugelassen, die speziell begutachtet wurden und aufgrund ihrer Bodeneigenschaften für eine Ausbringung von Klärschlammkomposten geeignet sind. Durch ein Datenverbundsystem – die Klärschlamm-Buchhaltung - wird eine strenge Kontrolle gewährleistet.

In der Klärschlamm-Buchhaltung werden die Daten über Abgabemengen, Abnehmer, belieferte Flächen und Düngerqualitäten erfasst und verwaltet. Desgleichen werden in diesem System alle Bodengutachten und Kompost-Prüfberichte archiviert. Die Führung des Buchhaltungssystems obliegt dem Umweltinstitut.

Jährliche Auslieferungen von Klärschlammkompost in die Landwirtschaft

Die Klärschlammkompost-Hersteller haben bis Ende Jänner jeden Jahres über die Verarbeitung und Verwertung des Klärschlammkompostes Bericht zu erstatten. 2010 wurden von der ARA Bregenz, der ARA Dornbirn, der Fa. Häusle Hubert GmbH & Co KG (Fa. Häusle) und der Abfallverwertung Oberland GmbH (AVO GmbH) Klärschlammkomposte hergestellt. Nur die ARA Dornbirn lieferte nicht in die Landwirtschaft. Die Fa. Häusle verarbeitete Klärschlämme der ARAs Hofsteig, Montafon und Lech zu Klärschlammkompost. Die AVO GmbH produzierte Klärschlammkomposte aus Klärschlämmen der ARA Meiningen und der ARA Vorderland. Zusätzlich kamen geringe Mengen aus Lingenau und Langenegg. Der Klärschlammkompost der ARA Bezau, die seit 2001 Komposte erzeugt, wird nach wie vor noch nicht zur Düngung landwirtschaftlich genutzter Böden verwendet. Deshalb wird der Klärschlammkompost der ARA Bezau auch nicht in der Klärschlammbuchhaltung erfasst.

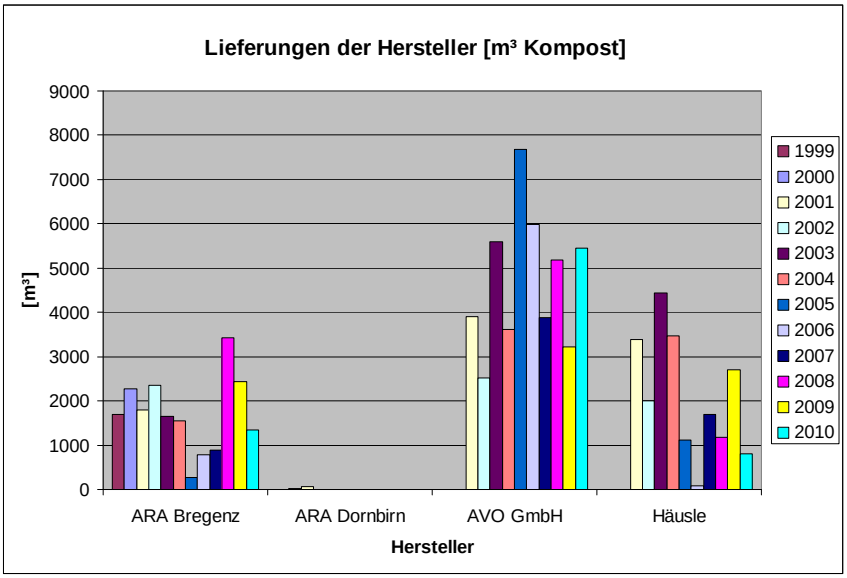


Abbildung 1: Liefermengen der Komposthersteller in den Jahren 1999 – 2010

In der Klärschlammbuchhaltung, dem zur Kontrolle der landwirtschaftlichen Verwertung der Klärschlammkomposte installierten Datenverbundsystem, werden jene Mengen erfasst, die in die landwirtschaftliche Verwertung oder in Rekultivierungsprojekte mit einem Flächenausmaß über 0,5 ha fließen. Jene Mengen, die in Form von Kleinmengen (lt. Klärschlammverordnung) abgegeben werden oder bei Rekultivierungsprojekten auf kleinen Flächen (<0,5 ha) zum Einsatz kommen, werden gesondert erhoben. Die in der Klärschlammbuchhaltung erfassten Mengen für den Zeitraum von 1999 bis 2010 sind in **Abbildung 1** dargestellt.

Der Hersteller AVO-GmbH hat 2010 die Liefermengen in die Landwirtschaft gegenüber dem Vorjahr wieder etwa auf den Durchschnitt der vergangenen Jahre erhöht. Die ARA Bregenz lieferte den Landwirten etwas weniger und liegt wieder im Bereich früherer Jahre. Die Lieferungen der Fa. Häusle liegen 2010 im Vergleich zu den Vorjahren niedrig, nur 2006 lagen sie noch niedriger. Die AVO-GmbH ist damit wieder der größte Lieferant von Klärschlammdünger für die landwirtschaftliche Verwertung. Im Vergleich zum Vorjahr wurde prozentuell etwas weniger Klärschlamm der stofflichen Verwertung zugeführt, auch etwas weniger Klärschlammdünger an die Landwirtschaft abgegeben. Auch die Kleinmengenabgaben sind leicht zurückgegangen.

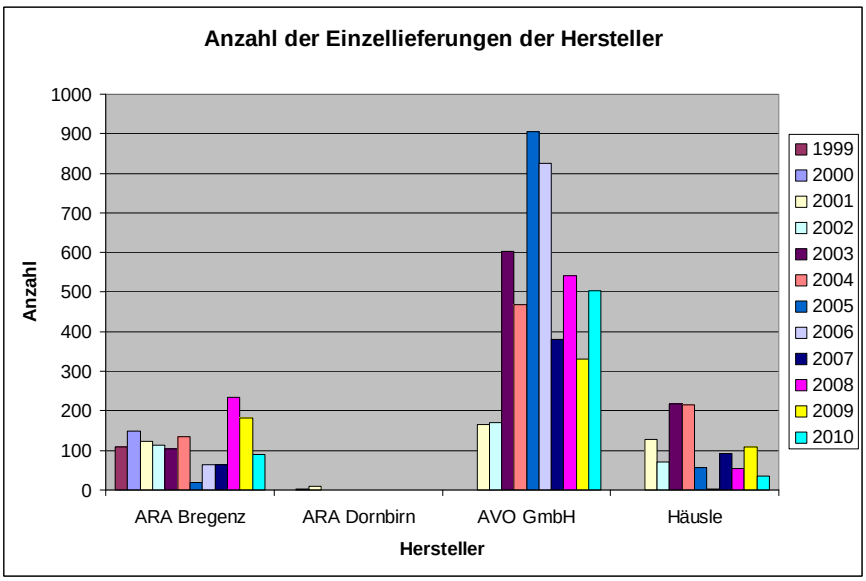


Abbildung 2: Anzahl der Einzellieferungen der Hersteller

Insgesamt gelangten im Jahr 2010 ca. 8.364 m³ Klärschlammkompost zur Düngung auf landwirtschaftliche Nutzflächen. Das ist um ca. 7 % weniger als im Vorjahr, wobei die Verteilung der Mengen auf die Lieferanten sich wiederum deutlich geändert hat. **Abbildung 2** zeigt die Anzahl der Einzellieferungen der Klärschlammkompost-Hersteller. Die Anzahl der Lieferungen veränderte sich gegenüber dem Vorjahr kaum, jedoch waren die Einzellieferungen im Durchschnitt etwas kleiner.

Die beiden Abbildungen zeigen, dass die Abgabe von Klärschlammkompost an die Landwirtschaft bei der ARA Bregenz etwa auf die Hälfte des vorjährigen Wertes gesunken ist. Auch die Fa. Häusle lieferte nur wenig Kompost in die Landwirtschaft. Die AVO-GmbH hingegen steigerte 2010 ihre Lieferungen in die Landwirtschaft wieder deutlich und liegt damit etwa im Mittel der bisherigen Lieferungen.

Untersuchung von Klärschlammproben

Die Untersuchungen gemäß Klärschlammverordnung wurden im Jahr 2010 wiederum lückenlos durchgeführt. Darüber hinaus wurden im Rahmen der Gewässeraufsicht und des Monitorings weitere Klärschlämme untersucht. Es wurden insgesamt 62 Klärschlämme von 34 Kläranlagen vom Umweltinstitut beprobt und analysiert.

Bei einer Anlage wurde eine Grenzwertüberschreitung des Kupfers festgestellt. Der betroffene Klärschlamm wurde ordnungsgemäß entsorgt und nicht zur Klärschlammdüngerproduktion zugelassen.

Untersuchung von Klärschlammkompostchargen

Zur Ausbringung darf nur Klärschlammkompost abgegeben und verwendet werden, der vorher chargenweise auf seine Eignung untersucht worden ist. Die Untersuchungszeugnisse werden in der Klärschlammbuchhaltung erfasst.

Die Klärschlammkompostchargen der Kläranlagen Bregenz, Dornbirn und Bezau werden vom Umweltinstitut kontrolliert. Die Komposte der AVO GmbH und Fa. Häusle werden extern untersucht. Bei diesen beiden Firmen wurden darüber hinaus vom Umweltinstitut gemeinsam mit der Abteilung Abfallwirtschaft des Amtes der Vorarlberger Landesregierung behördliche Kontrolluntersuchungen durchgeführt. Die Qualität der Klärschlammkomposte im Sinne der Vorarlberger Klärschlammverordnung ist durchwegs einwandfrei und es musste im Jahr 2010, wie in den Vorjahren, keine Charge beanstandet werden.

Die **Abbildung 3** zeigt, dass die Chargengröße kein fixiertes Volumen darstellt, sondern dass Deponiekörper unterschiedlicher Größe, aber einheitlicher Verarbeitung als Charge untersucht werden. Es zeigt sich, dass die Fa. Häusle im Vergleich zu den anderen Klärschlammkompost-Herstellern eine deutlich höhere Untersuchungsdichte aufweist. Die AVO-GmbH im Gegensatz dazu belegt - bedingt durch die Prozessführung - vergleichsweise sehr große Chargen mit weni-

gen Einzeluntersuchungen. 2007 wurden hier jedoch ebenfalls die Volumina der jeweils untersuchten Chargen reduziert.

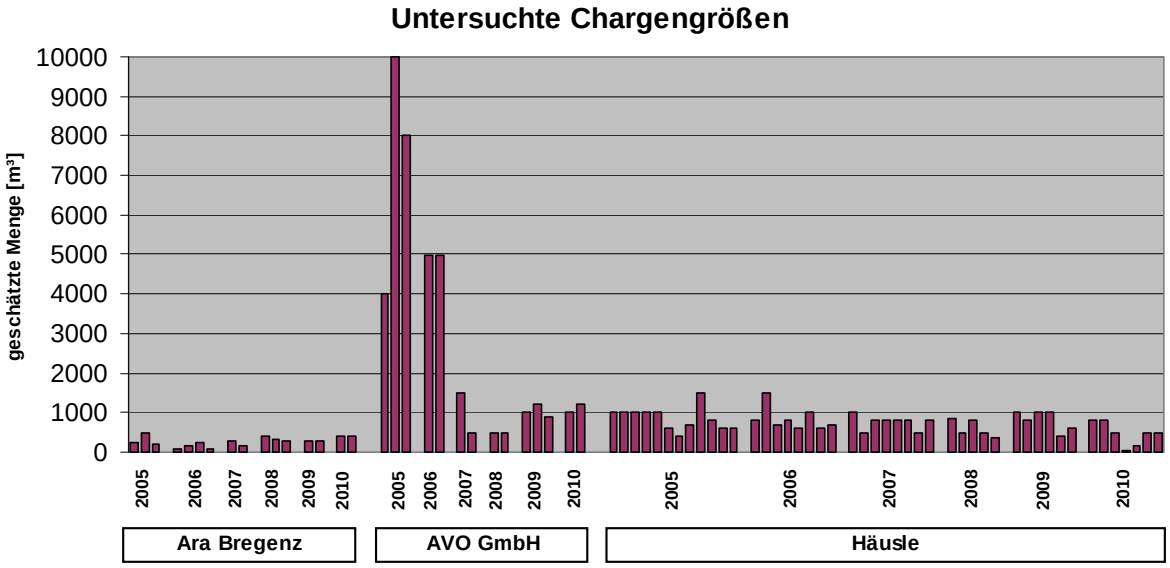


Abbildung 3: Chargengrößen der bisher untersuchten Chargen (Untersuchungszeitraum 2005 – 2010)

Im Jahr 2010 wurden von 3 Kompostherstellern 11 Chargen mit einem durch die Untersuchung erfassten Gesamtvolumen von 5.960 m³ Klärschlammkompost untersucht.

Die **Tabelle 1** gibt die Anzahl der Chargen, die auf Tauglichkeit für die Verwendung in der Landwirtschaft untersucht wurden, wider.

	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
ARA Bregenz	4	2	3	3	4	2	3	2	2
ARA Dornbirn	2	3	3	-	-	-	-	-	-
AVO-GmbH	2	2	2	3	2	2	2	3	2
Häusle	9	14	14	12	8	8	5	6	7

Tabelle 1: Anzahl der untersuchten Klärschlammkompostchargen der Hersteller in den Jahren 2002 - 2010

Die Qualität der erzeugten und ausgelieferten Klärschlammkomposte kann den Grafiken **im Anhang** entnommen werden. Dort sind die einzelnen Untersuchungsparameter mit ihren Mittelwerten, Maxima und Minima dargestellt. Den Grafiken ist zu entnehmen, dass die Gehalte der meisten Parameter stagnieren oder sogar leicht sinken. Die hohe Variabilität der Chrom- und Nickelgehalte in Schlämmen der ARA Bregenz ist deutlich zurückgegangen. Die Gehalte schwanken in einem engen und mit den Schlämmen der anderen Hersteller vergleichbar niedrigen Bereich.

Die Belastung von Klärschlammkomposten mit organischen Schadstoffen wird zunehmend diskutiert. Daher wurden vom Umweltinstitut im Rahmen eines Projektes Klärschlammkomposte in verschiedenen Rottephasen beprobt, um einen allfälligen Schadstoffabbau durch die Kompostierung aufzeigen und dokumentieren zu können. Die Ergebnisse sind recht unterschiedlich. Manche Schadstoffgruppen zeigen ein relativ gutes Abbauverhalten während der Kompostierung, andere wiederum bleiben durch die Kompostierung unbeeinflusst. Diese Untersuchung wurde in einem eigenen Bericht präsentiert [5].

Eignungsprüfung der Ausbringungsflächen

Vor der Erstausbringung eines Klärschlammkompostes ist die Eignung der jeweiligen Fläche durch ein entsprechendes Bodengutachten zu belegen. Seit dem Jahr 1997 wurden bisher mehrere Tausend Bodengutachten in die Klärschlammbuchhaltung aufgenommen. Aktuell liegen 4039 Gutachten vor. 732 dieser Gutachten belegen, dass die betroffenen Flächen für eine Klärschlammkompostausbringung zum Zeitpunkt der Untersuchung nicht geeignet waren. Das sind ca. 18 % der untersuchten Flächen. Ca. 2.900 dieser Gutachten waren Erstgutachten, der Rest bereits Wiederholungsgutachten nach Erfordernis der Vorarlberger Klärschlammverordnung (§ 7, Abs. 4). Flächen, die sich dabei als nicht geeignet erweisen, werden für weitere Klärschlammdünger-Lieferungen gesperrt.

Der Grund für die Nicht-Eignung lag zum überwiegenden Teil in der Überschreitung des pflanzenverfügbaren Phosphatgehaltes von 25 mg je 100 g Feinboden. Vergleichsweise wenig Flächen überschritten einen oder mehrere Schwermetallgrenzwerte nach den Bestimmungen der Klärschlammverordnung. Auffällig sind die festgestellten Grenzwertüberschreitungen bei Nickel und Chrom. Diese Werte sind zum größeren Teil geogen bedingt. Bei den wenigen augenscheinlich anthropogen bedingten Kontaminationen ergaben Prüfungen eine hohe Wahrscheinlichkeit für eine übertriebene Anwendung von Thomasmehl auf den Flächen eines Betriebes. In 41 Fällen waren hydrologische oder bodenkundliche Parameter ausschlaggebend für die Nicht-Eignung von Flächen.

Die Verteilung der Gesamtfläche der zugelassenen Feldstücke auf die Gemeinden ist in der **Abbildung 4** dargestellt. Im Jahr 2010 erfolgten erstmals deutlich sichtbare Änderungen z.B. durch Neuzulassung von knapp 100 ha im Bereich der Gemeinde Höchst, oder durch Sperrung von einzelnen Flächen nach den oben beschriebenen Kriterien.

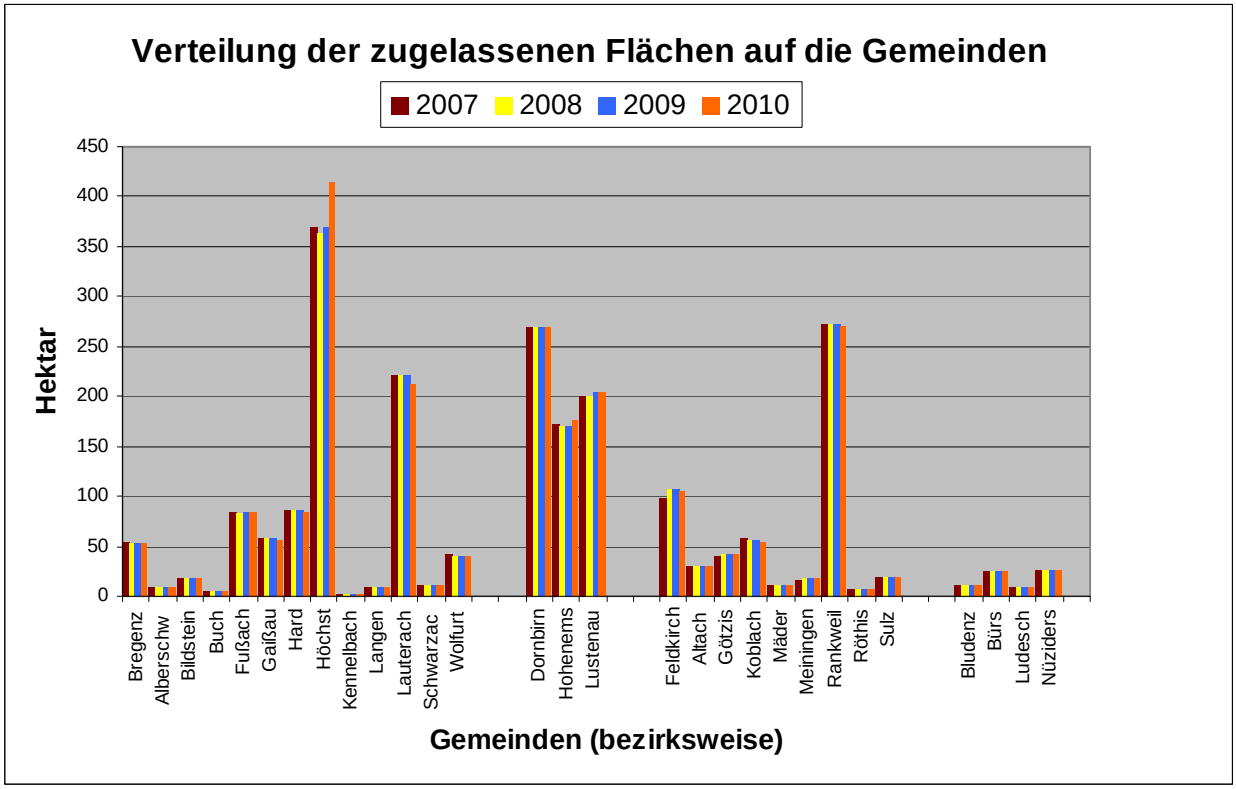


Abbildung 4: Verteilung der zugelassenen Flächen auf die Gemeinden

Eine Neubewertung der Flächen mit Erstellung entsprechender Bodengutachten hat nach der Ausbringung von zehn Einzeljahresmengen bezogen auf den Phosphor (800 kg P_2O_5) zu erfol-

gen. Diese Phosphormengen entsprechen den Richtlinien für sachgerechte Düngung bezogen auf dreischnittige Wiesen mit hohem Ertrag [3]. Diese Wiederholungsuntersuchungen laufen routinemäßig über ein externes Büro. Die vorhandenen Erstgutachten der Flächen werden mit den Werten der Wiederholungsuntersuchungen aktualisiert. Bei Überschreitung des zulässigen Phosphatgehaltes wird die betreffende Fläche im EDV-System gesperrt. Es können für diese Fläche dann keine Düngerlieferungen mehr bezogen werden.

Darüber hinaus werden durch das Umweltinstitut stichprobenartige Kontrolluntersuchungen an Klärschlammflächen durchgeführt.

Regionale Verteilung der ausgebrachten Klärschlammkomposte

Die Auswertungen der Klärschlamm-Buchhaltung erlauben eine detaillierte regionale Zuordnung der ausgebrachten Klärschlammkompostmengen, sowie eine übersichtliche Darstellung ihrer Herkunft. Nach den Lieferungen, die im Buchhaltungssystem aufscheinen, ergibt sich bezogen auf die belieferten Gemeinden die Verteilung gemäß **Abbildung 5**.

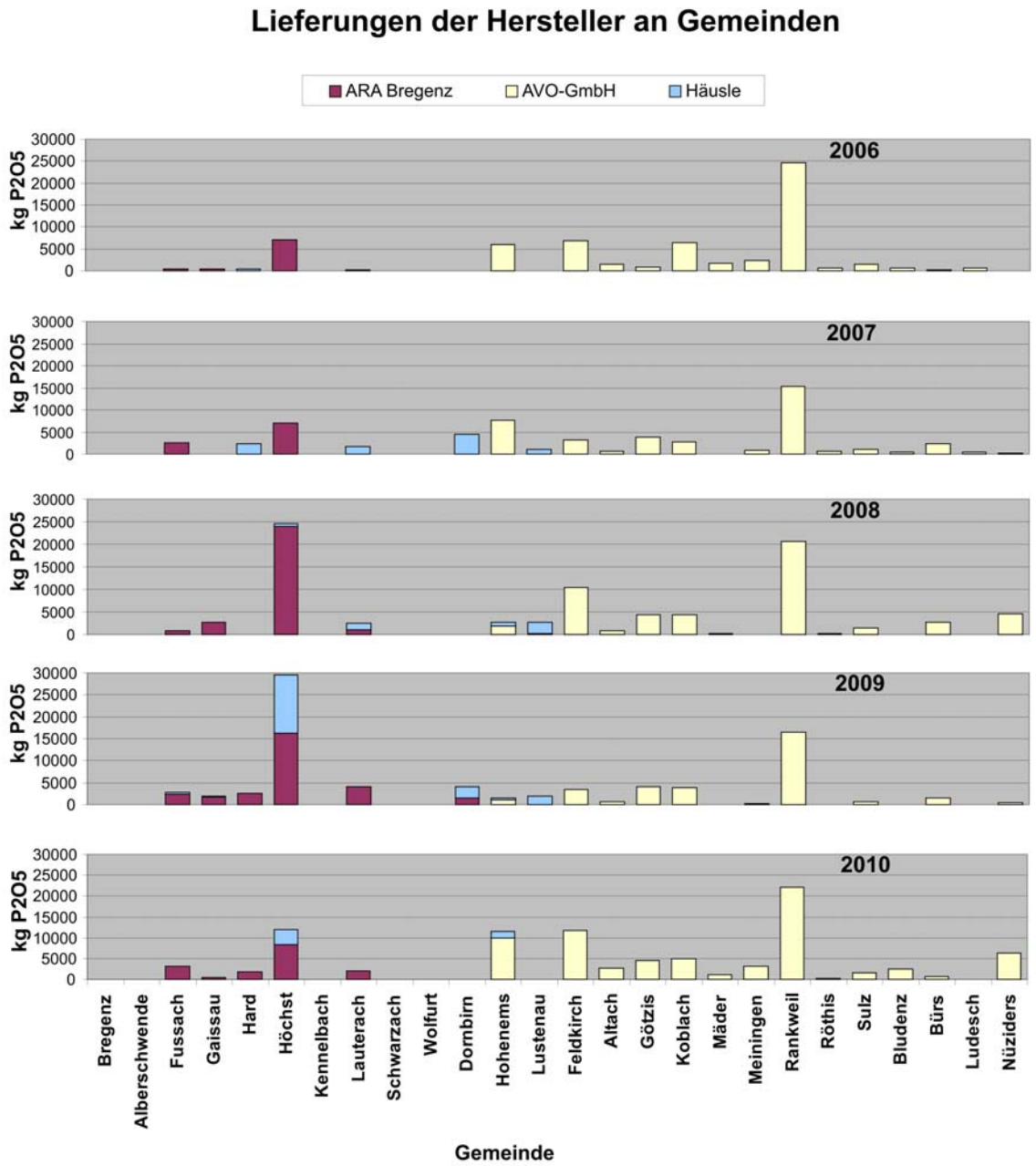


Abbildung 5: Lieferungen an die Gemeinden in den Jahren 2006 – 2010

Die Ausbringungsmengen im Bezirk Bludenz waren nie von großer Bedeutung und aus wirtschaftlichen Gründen bleibt hier die AVO-GmbH einziger Lieferant. Als Hauptabnehmer tritt im Jahr 2010 die Landwirtschaft in den Gemeinden Rankweil, Feldkirch, Höchst und Hohenems in Erscheinung, wobei die Lieferungen im Vergleich zum Vorjahr in Höchst deutlich gesunken sind.

Die Frage, welcher Hersteller wohin liefert, ist ebenfalls aus **Abbildung 5** ersichtlich. In dieser Abbildung sind alle bisherigen Lieferungen seit 2006 dargestellt. Die Fa. Häusle ist 2006 aus der landwirtschaftlichen Verwertung fast völlig ausgestiegen. 2007 und 2008 wurden wieder ansehnliche Mengen nach Dornbirn, Hard, Lauterach und Lustenau geliefert. Im Jahr 2009 wurde Höchst fast zur Hälfte von der Fa. Häusle beliefert. 2010 belieferte die Fa. Häusle nur wenige Abnehmer in Höchst und Hohenems. Die AVO-GmbH tritt mit Düngerlieferungen in den Bezirken Feldkirch, Bludenz und Dornbirn in Erscheinung.

Tabelle 2 zeigt, an wie viele Abnehmer die Liefermengen in den vergangenen 11 Jahren abgegeben wurden. Es ist ersichtlich, dass 2001 fast eine Verdreifachung der Abnehmerzahl bzw. eine Vervierfachung der Abnahmemenge gegenüber den Vorjahren eingetreten ist. Das ist zum einen auf die Einbindung der neuen Hersteller Häusle und AVO-GmbH zurückzuführen, zum anderen auf eine deutliche Zunahme der Abnehmerzahl bei der ARA Bregenz. Im Jahr 2008 nahm die Anzahl der Abnehmer im Vergleich zum Vorjahr etwas ab, jedoch ist die durchschnittliche Abnahmemenge je Abnehmer, aber auch die Ausbringungsfläche deutlich gestiegen. Seither zeigen Liefermenge und durchschnittliche Abnahmemenge leicht sinkende Tendenz.

Jahr	Abnehmer	Liefermenge [m³]	m³/Abnehmer	Ausbringungsfläche [ha]
2000	24	2275,1	94,8	
2001	60	9128,9	152,1	
2002	61	6877,5	112,7	662
2003	88	11681,6	132,7	960
2004	85	8626,5	101,5	770
2005	66	9058,5	137,3	624
2006	60	6864,0	114,4	580
2007	71	6475,0	91,2	605
2008	64	9802,4	153,2	695
2009	66	8363,5	126,7	721
2010	63	7587,0	120,4	670

Tabelle 2: Zahl der Abnehmer, Liefermenge und durchschnittliche Liefermenge je Abnehmer in den Jahren 1999 – 2010

Von 198 potenziellen Abnehmern wurden 63 im Jahr 2010 beliefert. 550 Ausbringungsflächen im Ausmaß von ca. 594 ha wurden ein- oder mehrmalig mit Klärschlammkompost gedüngt. Das entspricht etwa einem Viertel der potentiellen Ausbringungsflächen (2230 ha), für die positive Bodengutachten vorliegen.

Stichprobenartige Untersuchungen an Klärschlammflächen

Lt. Klärschlammverordnung ist das Umweltinstitut angehalten, jährlich Stichproben aus der Gesamtheit der Klärschlammflächen zu untersuchen. Dies gewährleistet eine gewisse Kontrolle der extern durchgeführten Analysen zu den Bodengutachten, sowie eine Kontrolle von möglichen

Überdüngungen. Gleichzeitig sollte die Schadstoffanreicherung seit Erstellung des Bodengutachtens abgeschätzt werden können.

In den Jahren 2003 bis 2010 wurden 390 Flächen untersucht, die aus den Flächen per Zufallsauswahl ausgesucht wurden, die seit Beginn des Datenverbundes mit den höchsten Mengen an Klärschlammdünger je Hektar beliefert und nicht schon untersucht worden sind.

Die Ergebnisse zeigen weitgehend akzeptable Korrelationen mit den aktuellen Bodengutachten (teils Erstuntersuchungen, teils Wiederholungsuntersuchungen nach Aufbringung der 5-jährig zugelassenen Phosphorfrachten). Durch die Anwendung von Klärschlammkompost für die Düngung wurde keine merkliche Anreicherung von Schadstoffen in den untersuchten Böden bewirkt. Bei den untersuchten Metallen wurden weder Grenzwertüberschreitungen, noch ansteigende Trends der Metallgehalte festgestellt.

Bei der jüngsten Stichprobenziehung wurden 50 Flächen im Frühjahr 2010 vor Beginn der Düngeperiode beprobt. Dabei wurden auch Flächen erfasst, auf denen bereits eine Herbstdüngung erfolgt war. Die Analysenergebnisse liegen noch nicht vor.

Literatur

[1] Amt der Vorarlberger Landesregierung: Gesetz über die Ausbringung von Klärschlamm. – LGBl.Nr. 41/985, 57/1997, 58/2001.

[2] Amt der Vorarlberger Landesregierung: Verordnung der Landesregierung über die Ausbringung von Klärschlamm. - LGBl.Nr. 75/1997, 27/2002.

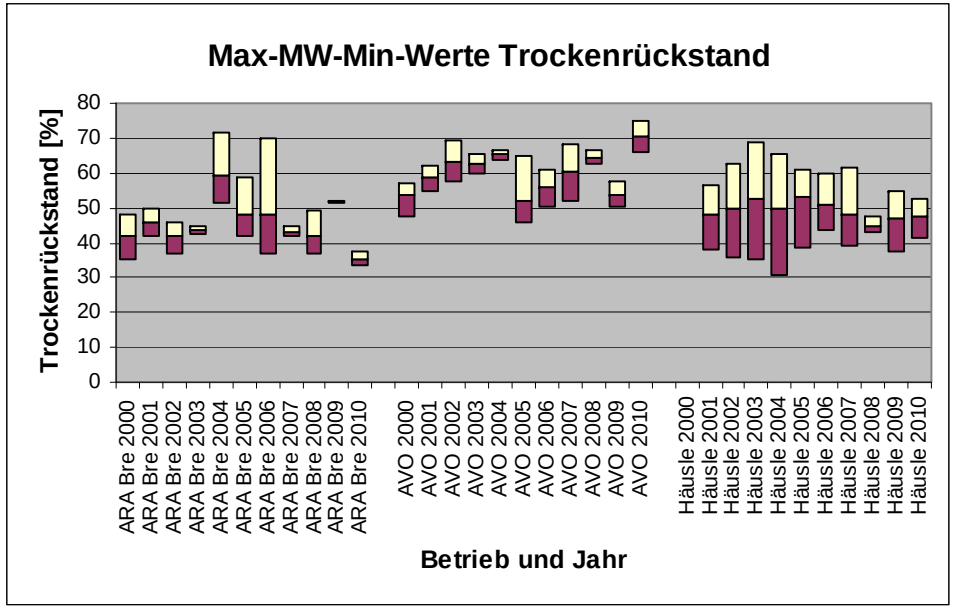
[3] Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz beim Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft: Richtlinien für die sachgerechte Düngung. – 5. Auflage. Gültig ab 1.2.2000.

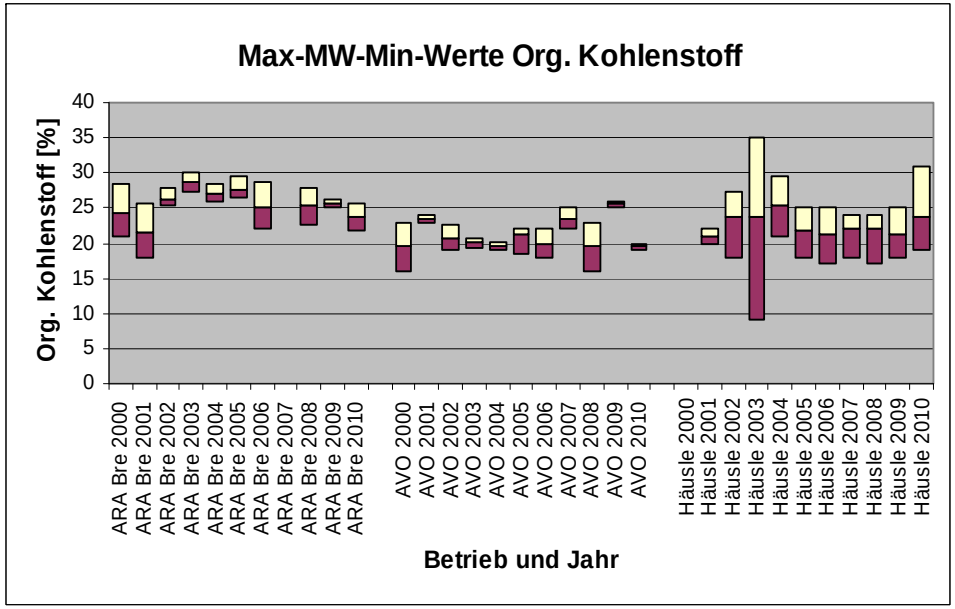
[4] Landeswasserbauamt Bregenz: Abwasserreinigungsanlagen in Vorarlberg. Jahresbericht 2008.

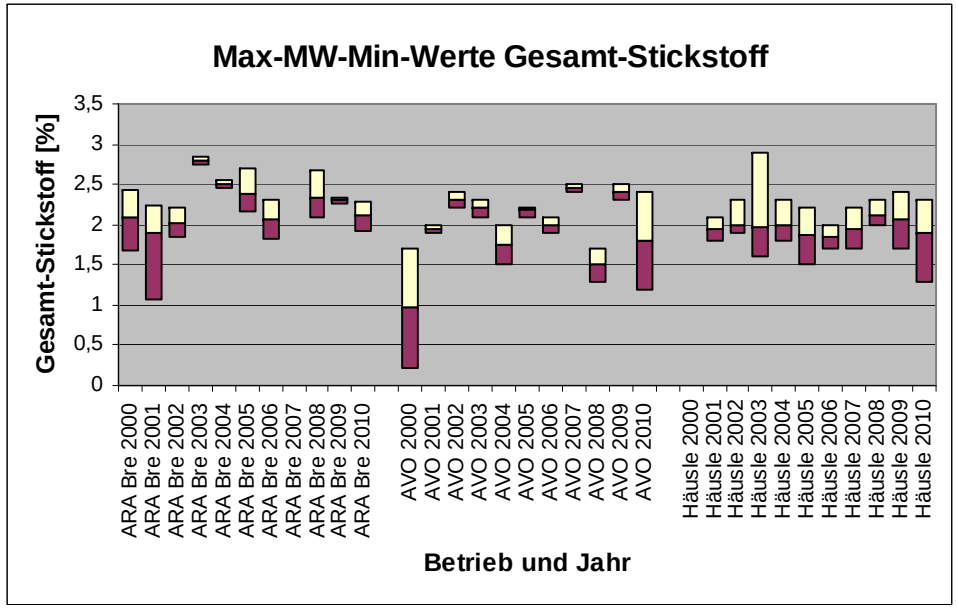
[5] Scheffknecht, Ch.: Klärschlammkompost – Abbauverhalten von Schadstoffen während der Kompostierung. http://www.vorarlberg.at/pdf/klaerschlammkompost.pdf.

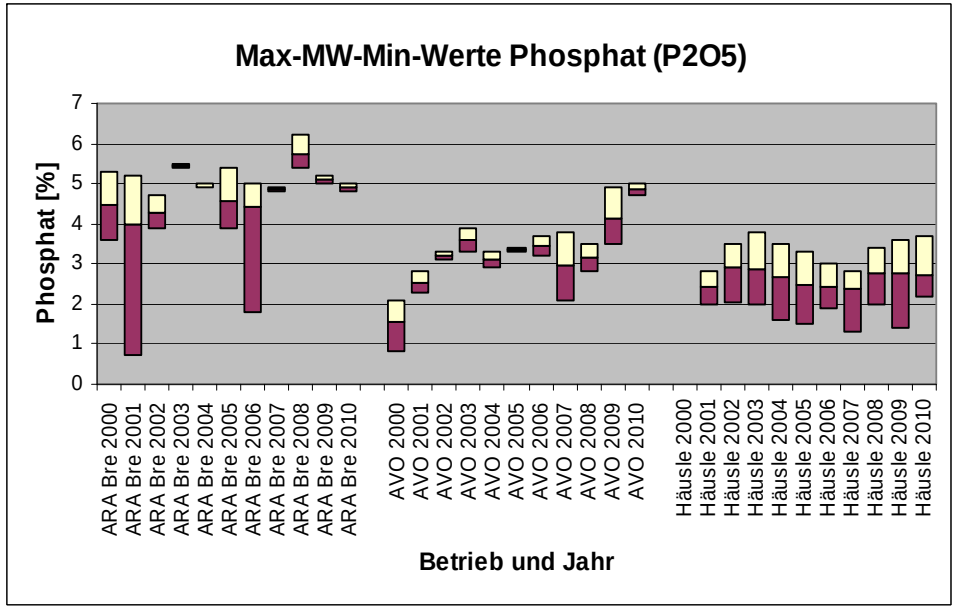
Anhang

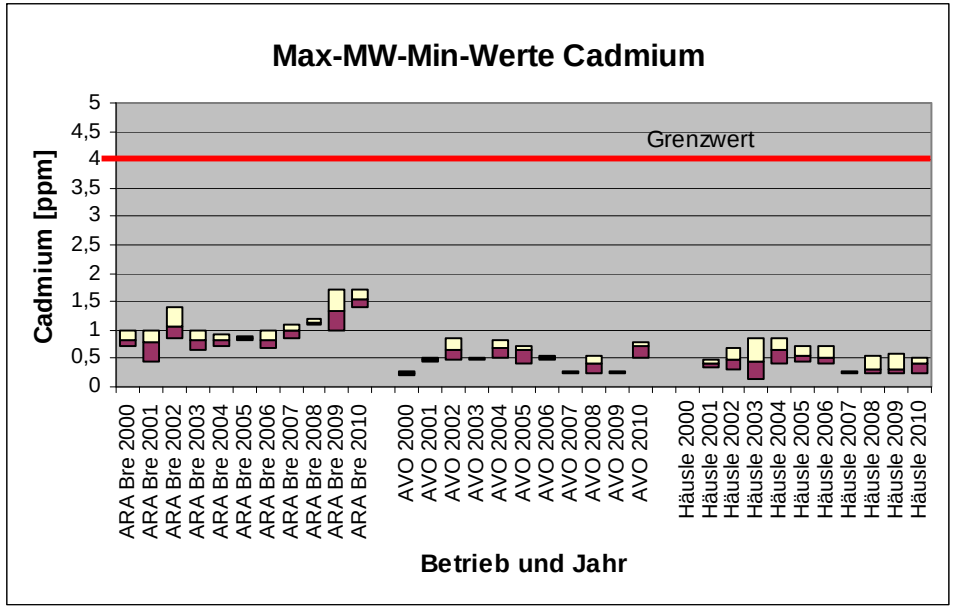
Grafiken zur Qualität der Klärschlammkomposte der verschiedenen Hersteller in den Jahren 1999 - 2010

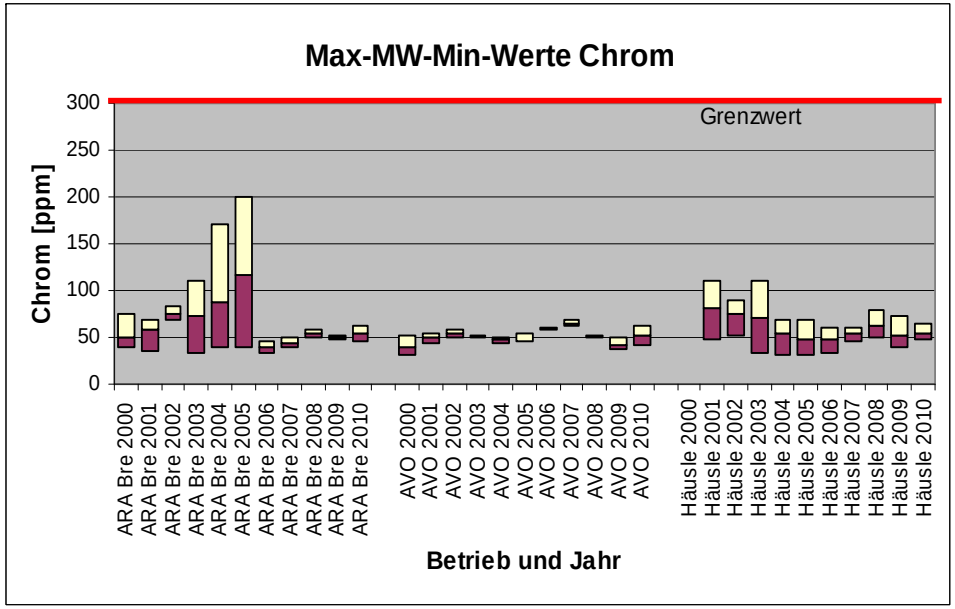

Max-MW-Min-Werte Trockenrückstand
Trockenrückstand [%]
0
10
20
30
40
50
60
70
80
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr

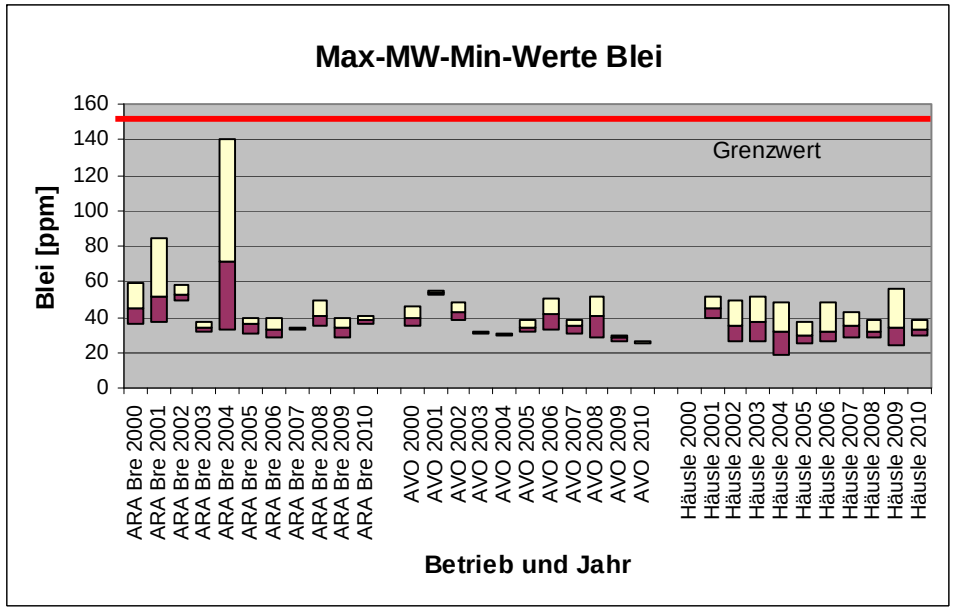

Max-MW-Min-Werte Org. Kohlenstoff
Org. Kohlenstoff [%]
0
5
10
15
20
25
30
35
40
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr

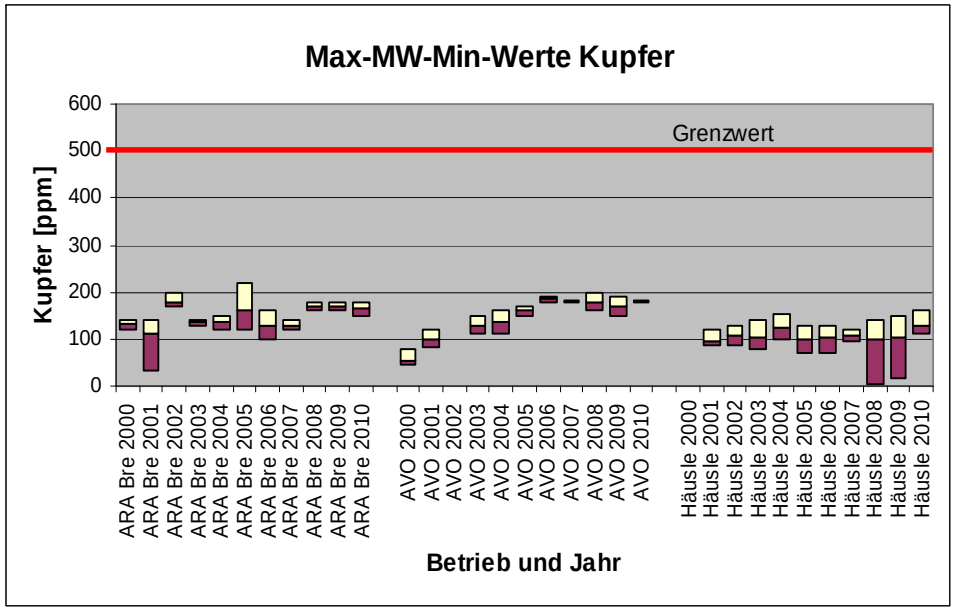

Max-MW-Min-Werte Gesamt-Stickstoff
Gesamt-Stickstoff [%]
0
0,5
1
1,5
2
2,5
3
3,5
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr

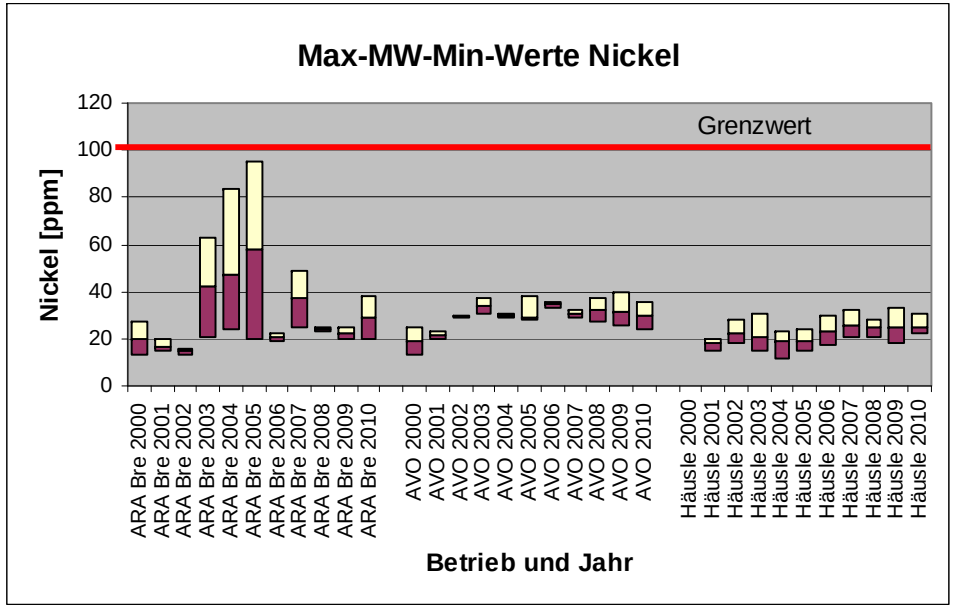

Max-MW-Min-Werte Phosphat (P2O5)
Phosphat [%]
0
1
2
3
4
5
6
7
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr

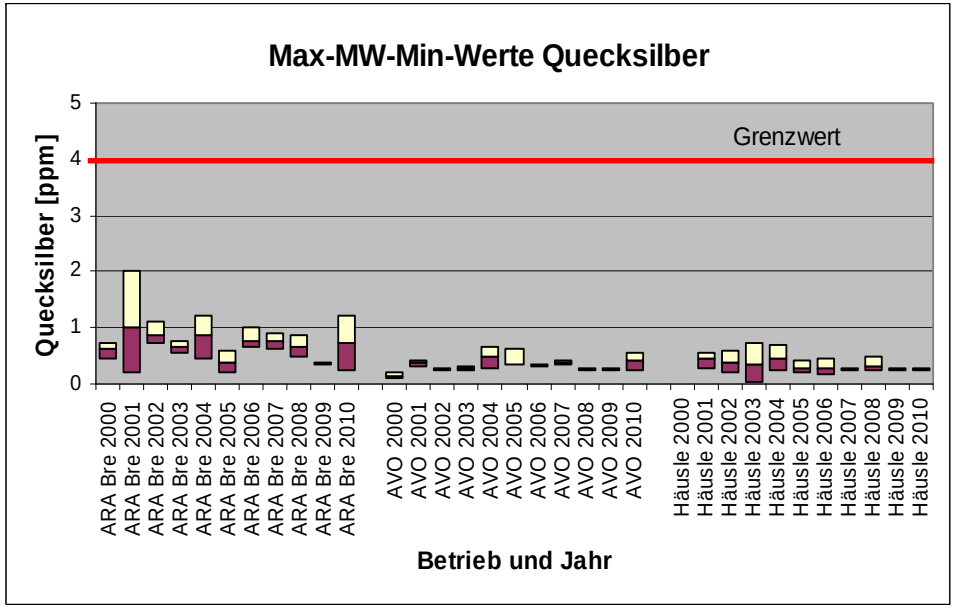

Max-MW-Min-Werte Cadmium
Cadmium [ppm]
Grenzwert
Betrieb und Jahr

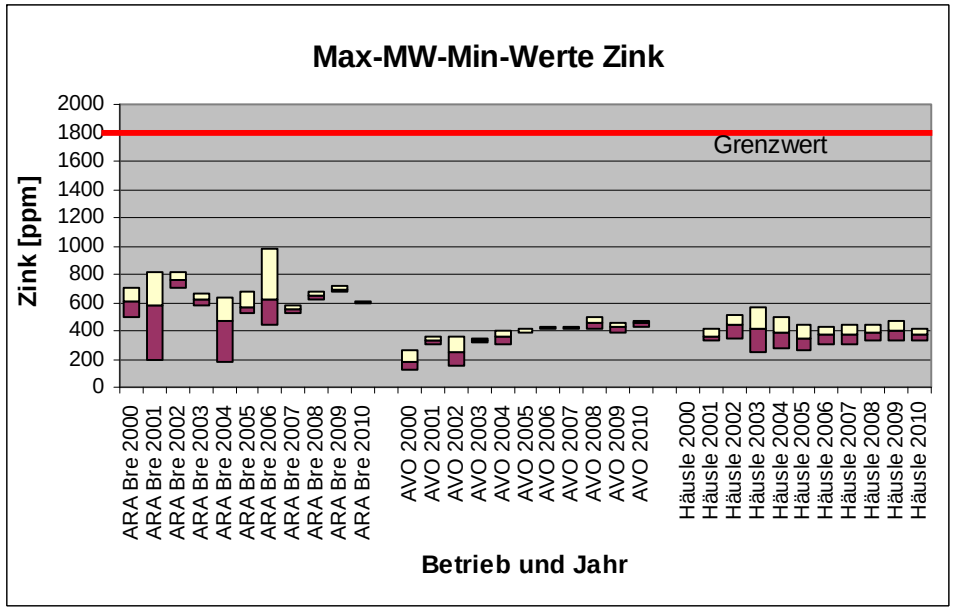

Max-MW-Min-Werte Chrom
Chrom [ppm]
Grenzwert
Betrieb und Jahr


Max-MW-Min-Werte Blei
Blei [ppm]
Grenzwert
Betrieb und Jahr


Max-MW-Min-Werte Kupfer
Kupfer [ppm]
Grenzwert
Betrieb und Jahr


Max-MW-Min-Werte Nickel
Nickel [ppm]
120
100
80
60
40
20
0
Grenzwert
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr


Max-MW-Min-Werte Quecksilber
Quecksilber [ppm]
5
4
3
2
1
0
Grenzwert
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr


Max-MW-Min-Werte Zink
Zink [ppm]
2000
1800
1600
1400
1200
1000
800
600
400
200
0
Grenzwert
ARA Bre 2000
ARA Bre 2001
ARA Bre 2002
ARA Bre 2003
ARA Bre 2004
ARA Bre 2005
ARA Bre 2006
ARA Bre 2007
ARA Bre 2008
ARA Bre 2009
ARA Bre 2010
AVO 2000
AVO 2001
AVO 2002
AVO 2003
AVO 2004
AVO 2005
AVO 2006
AVO 2007
AVO 2008
AVO 2009
AVO 2010
Häusle 2000
Häusle 2001
Häusle 2002
Häusle 2003
Häusle 2004
Häusle 2005
Häusle 2006
Häusle 2007
Häusle 2008
Häusle 2009
Häusle 2010
Betrieb und Jahr