

# Bericht



## Vergleich von Nährstoff- und Schadstoffgehalten in Komposten aus Biogenen Abfällen, Gärrückständen und Klärschlamm



Stand: September 2008

Ferialarbeit

ERSTELLT IN DER FA19D

VON

Barbara Rauter

Studierende der Umweltsystemwissenschaften mit Fachschwerpunkt

Betriebswirtschaft

Fachabteilung 19D  
Abfall- und Stoffflusswirtschaft



Das Land  
Steiermark

# INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung .....	6
2. Datenerhebung und Berechnungsweise.....	7
3. Überprüfte Kompostieranlagen.....	8
4. Organische Substanzen.....	9
4.1 Glühverlust.....	9
4.2 Organischer Gesamtkohlenstoff (TOC).....	10
5. Nährstoffe .....	11
5.1 Stickstoff.....	11
5.2 Phosphat.....	12
5.3 Kalium .....	14
5.4 Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis .....	15
6. Schwermetalle.....	16
6.1 Chrom .....	17
6.2 Nickel .....	18
6.3 Kupfer.....	20
6.4 Zink .....	21
6.5 Cadmium.....	23
6.6 Quecksilber .....	24
6.7 Blei .....	25
7. Steirische Kompostieranlagen im Jahresvergleich .....	28
7.1 Kompostieranlage Blümel Peter.....	28
7.2 Kompostieranlage Singer Josef .....	30
7.3 Kompostieranlage Stadtwerke Fürstenfeld.....	31
7.4 Kompostieranlage K4 (Rebenciuc Claudia).....	32

---

8. Vergleich der Nährstoff- und Schwermetallgehalte von Komposten mit jenen von Gärrückständen aus Biogasanlagen und Klärschlämmen .....	35
8.1 Stickstoff.....	36
8.2 Phosphat.....	37
8.3 Kalium .....	38
8.4 Chrom .....	39
8.5 Nickel .....	41
8.6 Kupfer.....	43
8.7 Zink .....	45
8.8 Cadmium.....	47
8.9 Quecksilber .....	49
8.10 Blei .....	51
9. Resümee .....	53

## ABBILDUNGSVERZEICHNIS

<b>Abbildung 1:</b>	Überprüfte Kompostieranlagen (2006-2008) gegliedert nach Kompostierungsart .....	8
<b>Abbildung 2:</b>	Glühverluste der Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	9
<b>Abbildung 3:</b>	Veränderung der Glühverluste in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008 .....	10
<b>Abbildung 4:</b>	Organischer Gesamtkohlenstoff (TOC) in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	10
<b>Abbildung 5:</b>	Gesamtübersicht über den Stickstoffgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	12
<b>Abbildung 6:</b>	Stickstoffgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	12
<b>Abbildung 7:</b>	Gesamtübersicht über den Phosphatgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	13
<b>Abbildung 8:</b>	Phosphatgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	13
<b>Abbildung 9:</b>	Gesamtübersicht über den Kaliumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen.....	14
<b>Abbildung 10:</b>	Kaliumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	14
<b>Abbildung 11:</b>	Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	15
<b>Abbildung 12:</b>	Grenzwerte/Richtwerte gem. der 292. Verordnung: Kompostverordnung, Anlage 2, Teil 1 .....	16
<b>Abbildung 13:</b>	Gesamtübersicht über den Chromgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	17
<b>Abbildung 14:</b>	Chromgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	17
<b>Abbildung 15:</b>	Veränderung der Chromkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A im Zeitraum von 2005 bis 2008 .....	18
<b>Abbildung 16:</b>	Gesamtübersicht über den Nickelgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	18
<b>Abbildung 17:</b>	Nickelgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen eingeteilt nach Kompostgüteklassen (2005-2008) .....	19
<b>Abbildung 18:</b>	Veränderung der Nickelkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008 .....	19

<b>Abbildung 19:</b> Gesamtübersicht über den Kupfergehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	20
<b>Abbildung 20:</b> Kupfergehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2006-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	21
<b>Abbildung 21:</b> Gesamtübersicht über den Zinkgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	21
<b>Abbildung 22:</b> Zinkgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	22
<b>Abbildung 23:</b> Veränderung der Zinkkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008.....	22
<b>Abbildung 24:</b> Gesamtübersicht über den Cadmiumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	23
<b>Abbildung 25:</b> Cadmiumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	24
<b>Abbildung 26:</b> Gesamtübersicht über den Quecksilbergehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	24
<b>Abbildung 27:</b> Veränderung des Quecksilberkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008.....	25
<b>Abbildung 28:</b> Gesamtübersicht über den Bleigehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008).....	25
<b>Abbildung 29:</b> Bleigehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen.....	26
<b>Abbildung 30:</b> Veränderung der Bleikonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008.....	27
<b>Abbildung 31:</b> Veränderung der Bleikonzentrationen in der Kompostgüteklasse A im Zeitraum von 2005 bis 2008.....	27
<b>Abbildung 32:</b> Veränderung der Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K1 im Zeitraum von 2005 bis 2007.....	29
<b>Abbildung 33:</b> Veränderung der Cadmium- und Quecksilberkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K1 im Zeitraum von 2005 bis 2007.....	29
<b>Abbildung 34:</b> Veränderung der Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K2 im Zeitraum von 2006 bis 2008.....	30
<b>Abbildung 35:</b> Veränderung der Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K3 im Zeitraum von 2006 bis 2008.....	31
<b>Abbildung 36:</b> Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K4 im Zeitraum von 2005 bis 2008.....	33
<b>Abbildung 37:</b> Cadmium- und Quecksilberkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K4 im Zeitraum von 2005 bis 2008.....	34
<b>Abbildung 38:</b> Vergleich des Stickstoffgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen.....	36

<b>Abbildung 39:</b> Vergleich des Phosphatgehaltes von Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen.....	37
<b>Abbildung 40:</b> Vergleich des Kaliumgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen .	38
<b>Abbildung 41:</b> Vergleich des Chromgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen .	39
<b>Abbildung 42:</b> Vergleich der Chromkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	40
<b>Abbildung 43:</b> Vergleich des Nickelgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen ..	41
<b>Abbildung 44:</b> Vergleich der Nickelkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	42
<b>Abbildung 45:</b> Vergleich des Kupfergehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen .	43
<b>Abbildung 46:</b> Vergleich der Kupferkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	44
<b>Abbildung 47:</b> Vergleich des Zinkgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen .....	45
<b>Abbildung 48:</b> Vergleich der Zinkkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	46
<b>Abbildung 49:</b> Vergleich des Cadmiumgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen .....	47
<b>Abbildung 50:</b> Vergleich der Cadmiumkonzentration in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und lt. Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	48
<b>Abbildung 51:</b> Vergleich des Quecksilbergehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen.....	49
<b>Abbildung 52:</b> Vergleich der Quecksilberkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und lt. Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	50
<b>Abbildung 53:</b> Vergleich des Bleigealtes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlamm .....	51
<b>Abbildung 54:</b> Vergleich der Bleikonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlamm mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost .....	52

## 1. Einleitung

Laut Kompostverordnung 2001, Anlage 4 können Komposte je nach Kompostgüteklasse für bestimmte Zwecke verwendet werden. Für den ökologischen Landbau dürfen beispielsweise ausschließlich Komposte der Qualitätsklasse A+ genutzt werden. In der konventionellen Landwirtschaft ist indes auch die Ausbringung von Komposten der Güteklasse A erlaubt. Die Kompostgüteklasse B stellt die Mindestqualität für Kompost als Produkt dar. Diese Komposte dürfen nur für den Landschaftsbau, die Landschaftspflege und die Rekultivierung nicht landwirtschaftlicher Flächen, zB Deponien, eingesetzt werden.

Die Klassifizierung der Komposte erfolgt dabei ausschließlich aufgrund der Konzentrationen der Schwermetalle Chrom, Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium, Quecksilber und Blei.

In dieser Arbeit sollen aber zudem auch die Gehalte an organischen Substanzen und Nährstoffen berücksichtigt und beurteilt werden, um feststellen zu können, ob beispielsweise Kompost der Güteklasse A+ ebenso gute Nährstoffkonzentrationen aufweist.

Mit Hilfe statistischer Auswertungen wird versucht zu zeigen, welche Kompostgüteklassen hinsichtlich der Düngung und des Nährstoffgehaltes zu bevorzugen wären und welche Kompostproben besonders hohe Schwermetallkonzentrationen aufweisen.

Anhand von vier steirischen Kompostieranlagen wird anschließend erörtert, ob und welche Veränderungen sich im Bereich der Nährstoff- und Schwermetallgehalte ergeben und wie sich diese auf die Zuordnung des Kompostes zu einer Güteklasse auswirken.

Zum Schluss soll ein Vergleich der Ergebnisse für die Komposte aus biogenen Abfällen mit den Nährstoff- und Schadstoffgehalten in den Gärrückständen von Biogasanlagen und Klärschlämmen gezogen werden.

## 2. Datenerhebung und Berechnungsweise

Die Daten für die vorliegenden Auswertungen der Kompostproben stammen aus der Datenbank für biologische Abfallbehandlungsanlagen der FA 19D. Folgende Daten der Güteüberwachungsberichte im Zeitraum von 2005 bis 2008 wurden dabei in der Excel-Tabelle „Güteüberwachungsberichte 05-08.xls“ erfasst:

- Datum des Güteüberwachungsberichtes,
- Ausstellendes Labor,
- Name der Kompostieranlage, Anschrift, Gemeinde und Politischer Bezirk,
- Kompostgüteklasse,
- Organische Substanzen,
- Nährstoffe,
- Schwermetalle und
- Ausgangsmaterialien.

Für den Vergleich mit den Nähr- und Schadstoffgehalten in Klärschlämmen diente mir die „Untersuchung der Stoffflüsse und sinnvolle Verwertung sowie Reststoffnutzung aus Klärschlamm in der Steiermark“ als Grundlage.

Die Daten über die Messungen in den Gärrückständen der Biogasanlagen lagen bereits in elektronischer Form in der Excel-Tabelle „Biogasmonitoring\_3Beprobungen.xls“ vor und wurden mir von Frau Mag. Dr. Ingrid Winter zur Verfügung gestellt.

Die Berechnungen erfolgten mit Hilfe des Tabellenkalkulationsprogramms Excel. Zur Erstellung der Diagramme wurden prozentuelle Verteilungen, sowie folgende statistische Kennzahlen verwendet: Median, Oberes und Unteres Quartil, Minimum und Maximum.



### 3. Überprüfte Kompostieranlagen

Insgesamt wurden 96 Güteüberwachungsberichte von steirischen Kompostieranlagen ausgewertet, wobei 30 Berichte aus dem Jahr 2005, 21 aus dem Jahr 2006, 27 aus dem Jahr 2007 und 18 aus dem Jahr 2008 stammen. Wie Abbildung 1 zeigt, wurden sowohl landwirtschaftliche Kompostieranlagen, Biomüllkompostieranlagen und Mechanisch-Biologische Abfallbehandlungsanlagen, aber auch Klärschlammbehandlungsanlagen überprüft, wobei jedoch einige Anlagen im betrachteten Zeitraum mehrmals Prüfberichte vorlegten.

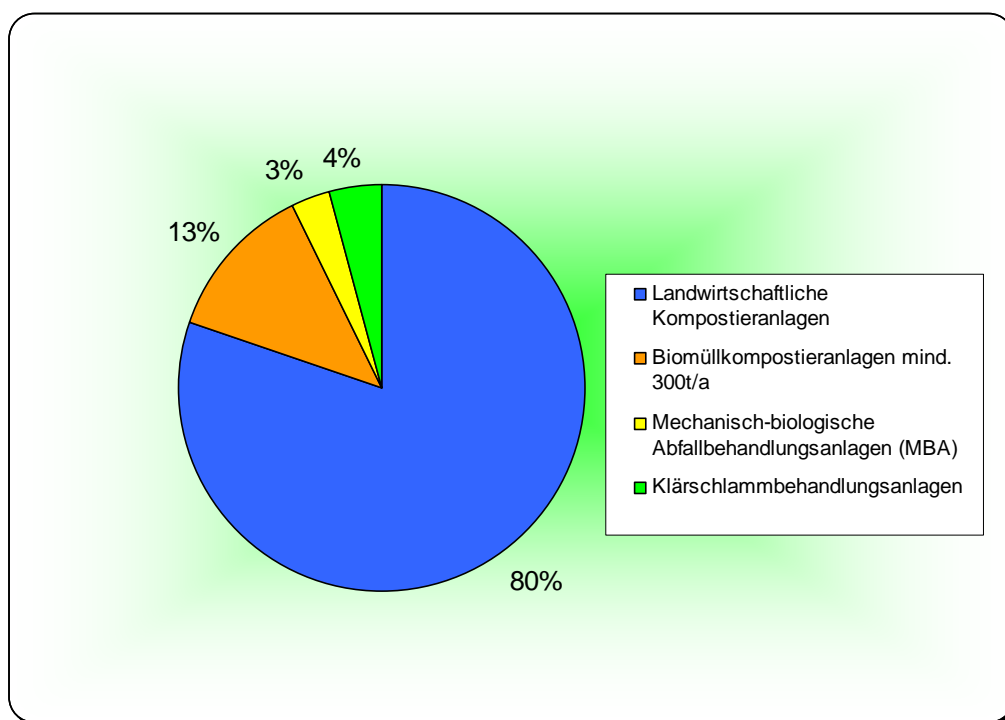


Abbildung 1: Überprüfte Kompostieranlagen (2006-2008) gegliedert nach Kompostierungsart<sup>1</sup>

<sup>1</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Diagramme\_Allgemein.xls

## 4. Organische Substanzen

Durch Kompostierung und Verwendung des Kompostes als Dünger werden dem Boden wertvolle Nährstoffe und vor allem auch organische Substanz zurückgegeben. Als Nebeneffekt wird die Durchlüftung und Strukturierung des Bodens verbessert. Hinsichtlich der Untersuchung und Beurteilung von Kompostproben sind daher unter anderem der Glühverlust und der Anteil an organischem Gesamtkohlenstoff interessant.

### 4.1 Glühverlust

Der Glühverlust ist im Allgemeinen der Prozentsatz an organischer Substanz einer Probe und wird gemessen, indem die Probe solange geglüht wird, bis keine Gewichtsabnahme mehr verzeichnet wird. Der Massenverlust, der sich durch diesen Prozess ergibt, wird als Glühverlust bezeichnet. Anhand des Glühverlustes kann festgestellt werden, wie groß der organische Anteil der Probe ist, da durch diesen Glühvorgang Kohlenstoff oxidiert wird und in weiterer Folge als Kohlendioxid freigesetzt wird.<sup>2</sup>

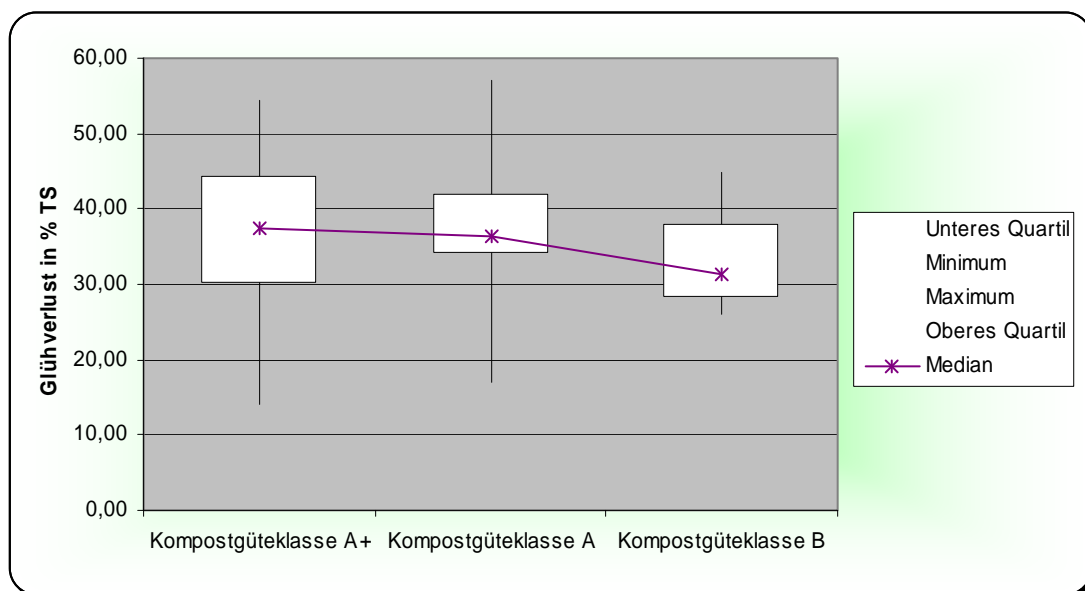


Abbildung 2: Glühverluste der Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>3</sup>

<sup>2</sup> Wikipedia – Glühverlust, 13. Juli 2008, Online im Internet unter URL: <http://de.wikipedia.org/wiki/Glühverlust>

<sup>3</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Boxplots\_Nährstoffe.xls

Bei den Kompostproben der überprüften steirischen Kompostieranlagen zeigte sich, dass der Glühverlust mit der Qualität des Kompostes leicht abnimmt, es jedoch im Erhebungszeitraum von 2005 bis 2008 keine gravierenden Unterschiede in der Größenordnung gab, wie auch an der nachfolgenden Abbildung zu sehen ist, die die Veränderung der Glühverluste in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008 zeigt.

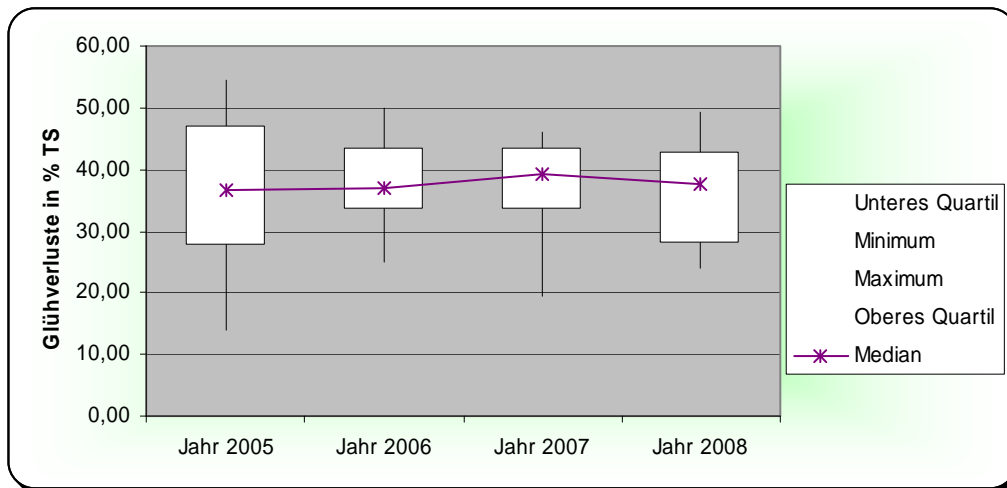


Abbildung 3: Veränderung der Glühverluste in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>4</sup>

## 4.2 Organischer Gesamtkohlenstoff (TOC)

Ebenso geringe Veränderungen im Zeitraum von 2005 bis 2008 ergeben die Auswertungen für den Anteil an Organischem Gesamtkohlenstoff (TOC), wobei sich jedoch auch die Werte in den unterschiedlichen Kompostgüteklassen nur geringfügig unterscheiden, wie aus dem untenstehenden Diagramm hervorgeht.

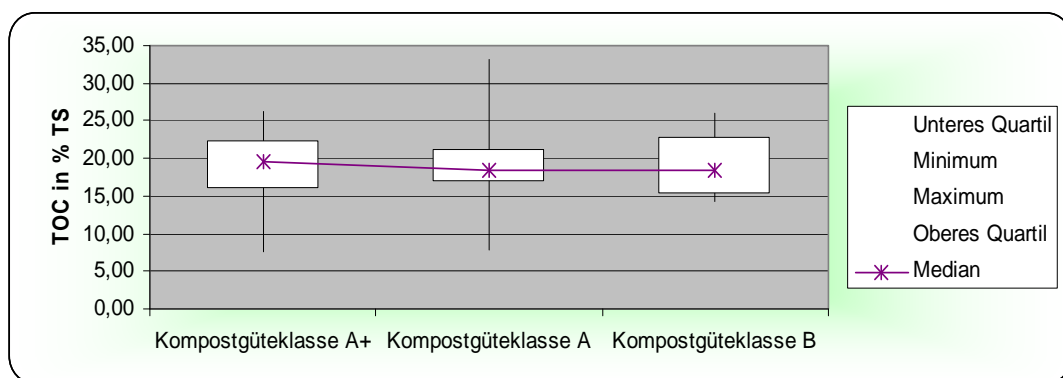


Abbildung 4: Organischer Gesamtkohlenstoff (TOC) in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>5</sup>

<sup>4</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Diagramme\_Nährstoffe nach Güteklassen und Jahren.xls

<sup>5</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Boxplots\_Nährstoffe.xls

## 5. Nährstoffe

Der Nährstoffgehalt eines Kompostes ist hauptsächlich von zwei Faktoren abhängig: dem Ausgangsmaterial und dem Reifegrad des Kompostes. Gemäß der „Richtlinie für sachgerechte Düngung“ sind bei der Ausbringung daher auch die Nährstoffmengen im Kompost, die Bodenbedingungen, sowie die Bedürfnisse der jeweiligen anzubauenden Kulturen zu berücksichtigen.<sup>6</sup>

In den Prüfberichten wird zum überwiegenden Teil der Gehalt an den Nährstoffen Stickstoff, Phosphat und Kalium, sowie das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis angegeben. Bei einigen Berichten liegen auch noch Daten zu weiteren enthaltenen Nährstoffen, wie zB Magnesium oder Calcium, vor. Da dies jedoch nur sehr wenige Proben betrifft, wurden diese Nährstoffe im Folgenden vernachlässigt.

### 5.1 Stickstoff

Stickstoff ist einer der wichtigsten Pflanzennährstoffe und vor allem für das Wachstum essentiell, aber es besteht hier der Grundsatz, dass der Bedarf zwischen den verschiedenen Pflanzen schwankend ist. Weiters gilt es zu beachten, dass der im Kompost enthaltene Stickstoff organisch gebunden ist und erst nach und nach von den Pflanzen aufgenommen werden kann. Daher ist bei der Verwendung von Kompost als Dünger meist eine zusätzliche, raschere Stickstoffversorgung, beispielsweise mit Gülle, Jauche oder mittels Gründüngung, erforderlich.<sup>7</sup>

Betrachtet man nun die Kompostproben steirischer Kompostieranlagen im Zeitraum von 2005 bis 2008, so fällt auf, dass sich alle Werte im Bereich von ca. 1,1 bis 2,8 % der Trockenmasse befinden, ein Wert dagegen erheblich vom Durchschnitt abweicht. Bei genauerer Untersuchung handelt es sich bei diesem Ausreißer um eine Kompostieranlage aus dem Bezirk Murau, deren Kompostqualität der Güteklasse A+ entspricht und die sonst keinerlei auffallende Werte vorweist. Möglicherweise liegt daher vielleicht ein Mess- oder Aufzeichnungsfehler vor.

---

<sup>6</sup> K. Buchgraber, F. Amlinger und R. Tulnik, Der fortschrittliche Landwirt/Sonderbeilage: Kompost in der Landwirtschaft einsetzen und produzieren, S. 4

<sup>7</sup> K. Buchgraber, F. Amlinger und R. Tulnik, Der fortschrittliche Landwirt/Sonderbeilage: Kompost in der Landwirtschaft einsetzen und produzieren, S. 4-5

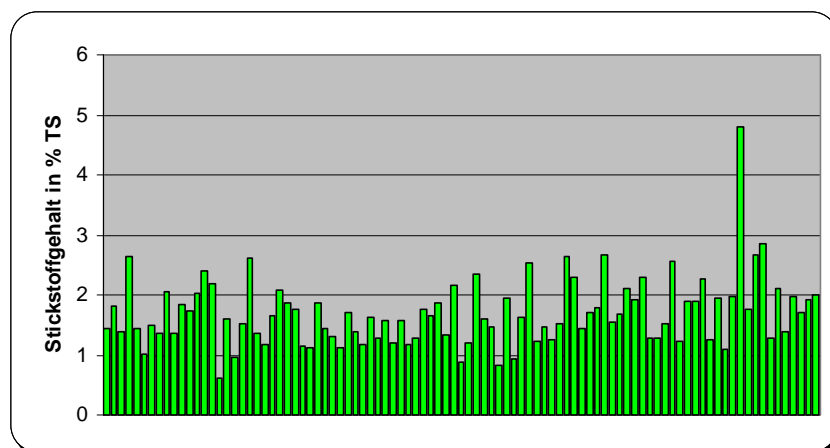


Abbildung 5: Gesamtübersicht über den Stickstoffgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>8</sup>

Ebenfalls erstaunlich ist, wie Abbildung 6 veranschaulicht, dass die Werte in der Kompostgüteklasse A+ und B etwas höher sind, als jene Werte der Proben, die mit A klassifiziert wurden.

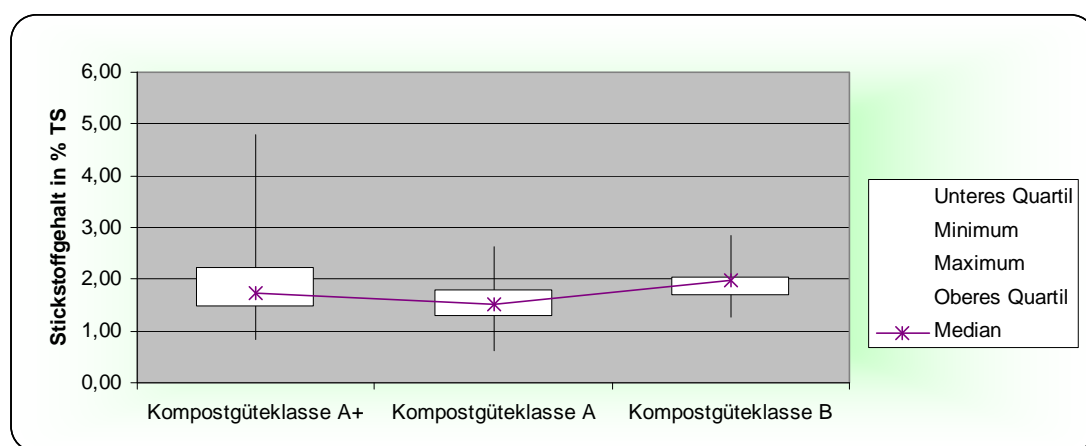


Abbildung 6: Stickstoffgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>9</sup>

## 5.2 Phosphat

Neben Stickstoff sind Phosphate wichtige Pflanzennährstoffe, die zB die Blüten-, Frucht- und Samenbildung fördern, die Zellfunktion steuern oder an den Stoffwechselfvorgängen beteiligt sind und daher in entsprechenden Mengen zugeführt werden müssen.<sup>10</sup>

<sup>8</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Diagramme\_Nährstoffe nach Güteklassen.xls

<sup>9</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Boxplots\_Nährstoffe.xls

<sup>10</sup> Industrieverband Agrar – Bundesarbeitskreis Düngung; Phosphat und Kali – Bausteine nachhaltiger Ertragsbildung; Online im Internet unter URL: [http://www.duengung.net/downloads/Phosphat\\_und\\_Kali.pdf](http://www.duengung.net/downloads/Phosphat_und_Kali.pdf), S. 15

Die Anzahl der Proben, bei denen der Gehalt an  $P_2O_5$  aufgezeichnet wurde, ist mit 45 im Vergleich zu den anderen Nährstoffen wesentlich geringer, eine Auswertung der Messwerte konnte jedoch trotzdem vorgenommen werden.

Dem Betrachter fällt beim Anblick der Abbildung 7 sofort wieder eine Säule ins Auge, die die anderen überragt. Diese hohe Messung stammt von einer Beprobung von Klärschlammkompost, welcher der Güteklasse B entspricht.

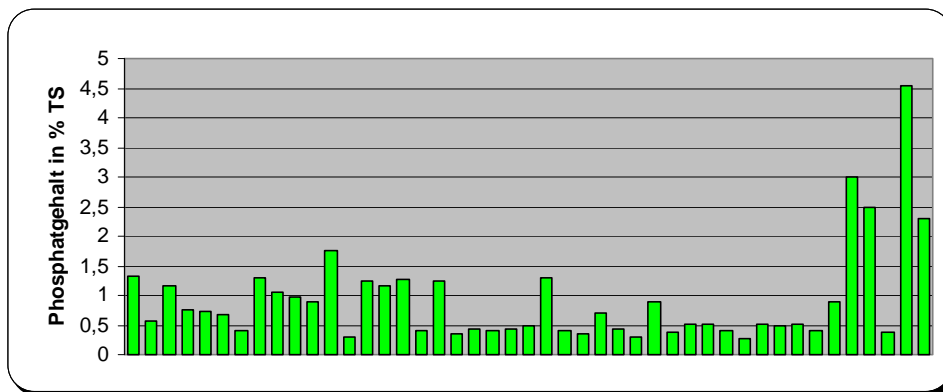


Abbildung 7: Gesamtübersicht über den Phosphatgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>11</sup>

Im Gegensatz zu anderen Nährstoffen steigt der Phosphatgehalt mit abnehmender Kompostgüteklasse deutlich an, wie Abbildung 8 zeigt. Aufgrund dieser Tatsache wären, im Hinblick auf die Phosphatdüngung, die Komposte der Güteklasse B wesentlich wertvoller als jene der Güteklasse A+.

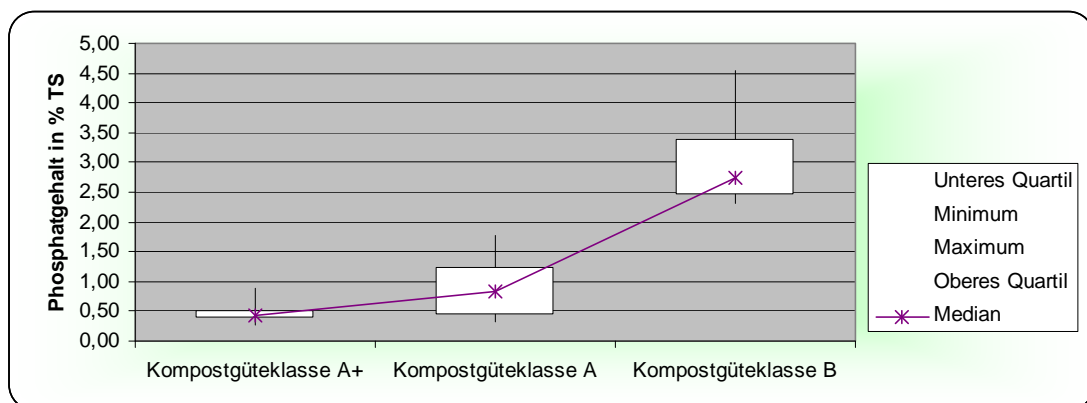


Abbildung 8: Phosphatgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>12</sup>

<sup>11</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Diagramme\_Nährstoffe nach Güteklassen.xls

<sup>12</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Boxplots\_Nährstoffe.xls

### 5.3 Kalium

Kalium ist für die Pflanzen unter Anderem hinsichtlich der Regulierung des Wasserhaushaltes und zur Erhöhung der Frostresistenz und Widerstandskraft wichtig.<sup>13</sup>

Betreffend des Kaliumgehaltes in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen im Zeitraum von 2005 bis 2008 ist anzuführen, dass die drei höchsten Werte allesamt von der selben Kompostieranlage aus dem Bezirk Fürstenfeld stammen, welche als Ausgangsmaterial den Biomüllkompost des AWZ Fürstenfeld verwendet und Kompost der Güteklasse A+ produziert.

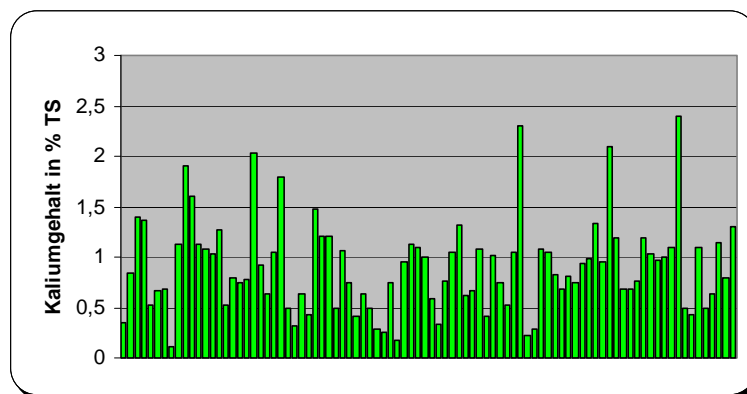


Abbildung 9: Gesamtübersicht über den Kaliumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen<sup>14</sup>

Der Kaliumgehalt in den ausgewerteten Kompostproben ist mit schlechter werdender Kompostqualität leicht sinkend und liegt meist im Bereich von 0,5 bis 1,1 % der Trockenmasse, wie Abbildung 10 zeigt.

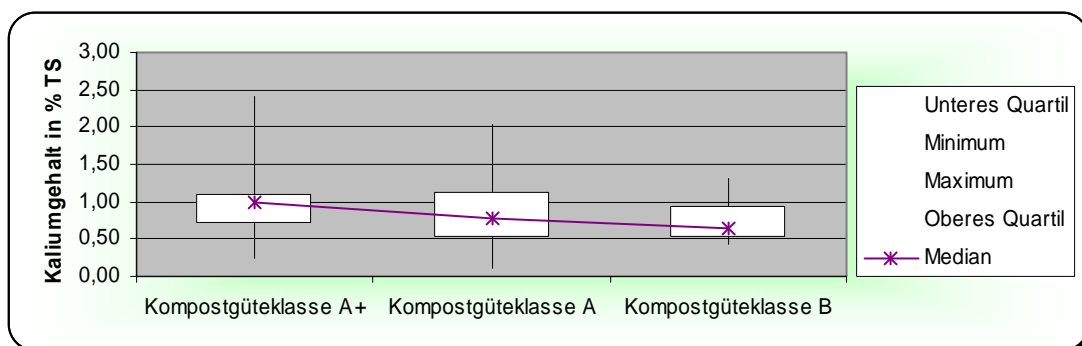


Abbildung 10: Kaliumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>15</sup>

<sup>13</sup> Industrieverband Agrar – Bundesarbeitskreis Düngung; Phosphat und Kali – Bausteine nachhaltiger Ertragsbildung; Online im Internet unter URL: [http://www.duengung.net/downloads/Phosphat\\_und\\_Kali.pdf](http://www.duengung.net/downloads/Phosphat_und_Kali.pdf), S. 15

<sup>14</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Diagramme\_Nährstoffe nach Güteklassen.xls

<sup>15</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Boxplots\_Nährstoffe.xls

## 5.4 Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis

Das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis gibt Auskunft über die Mineralisierungseigenschaften des Kompostes und ist daher von großer Wichtigkeit. Es ist bereits bei der Zusammensetzung der Ausgangsmaterialien bedeutsam, wobei hier als Faustregel gilt: „Je älter, brauner und holziger ein Material ist, desto mehr Kohlenstoff ist darin enthalten. Je frischer, saftiger und grüner ein Material ist, desto mehr Stickstoff enthält es.“

Im Idealfall sollte das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis nicht zu hoch sein, da sich bei einem zu großen Kohlenstoffanteil die Rotte verlangsamt, da es, bedingt durch den Stickstoffmangel, zu Einschränkungen in der Vermehrung der Mikroorganismen kommt. Im Gegensatz dazu ist jedoch zu viel Stickstoff ebenfalls nicht optimal, da dadurch meist nur sehr wenige stabile Humusverbindungen entstehen und der überschüssige Stickstoff in Form von Ammoniak an die Luft abgegeben wird, was wiederum zu Geruchsbelastungen führt.<sup>16</sup>

Wie die nachfolgende Abbildung 11 zeigt, ist das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis kleiner, desto besser die Kompostqualität ist, wobei die Unterschiede nur marginal sind und sich die meisten Werte im Bereich von 10 bis 15 befinden.

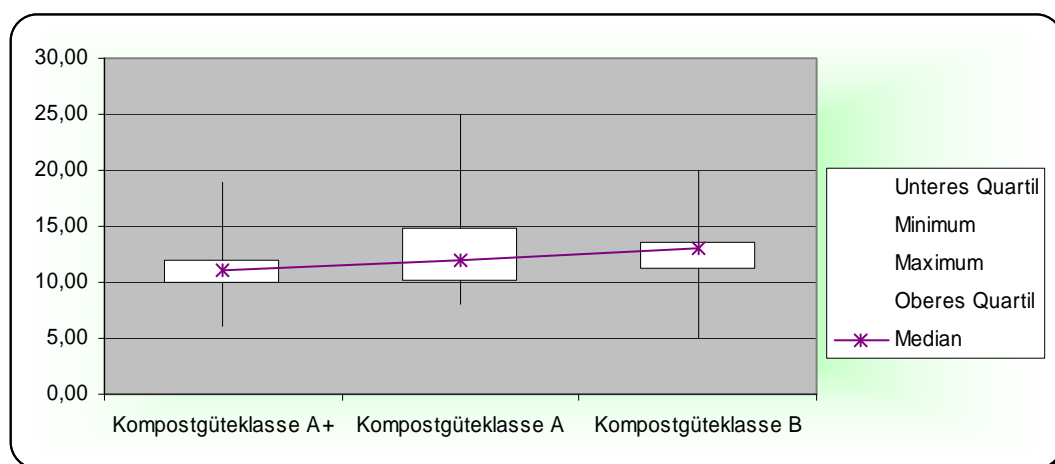


Abbildung 11: Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>17</sup>

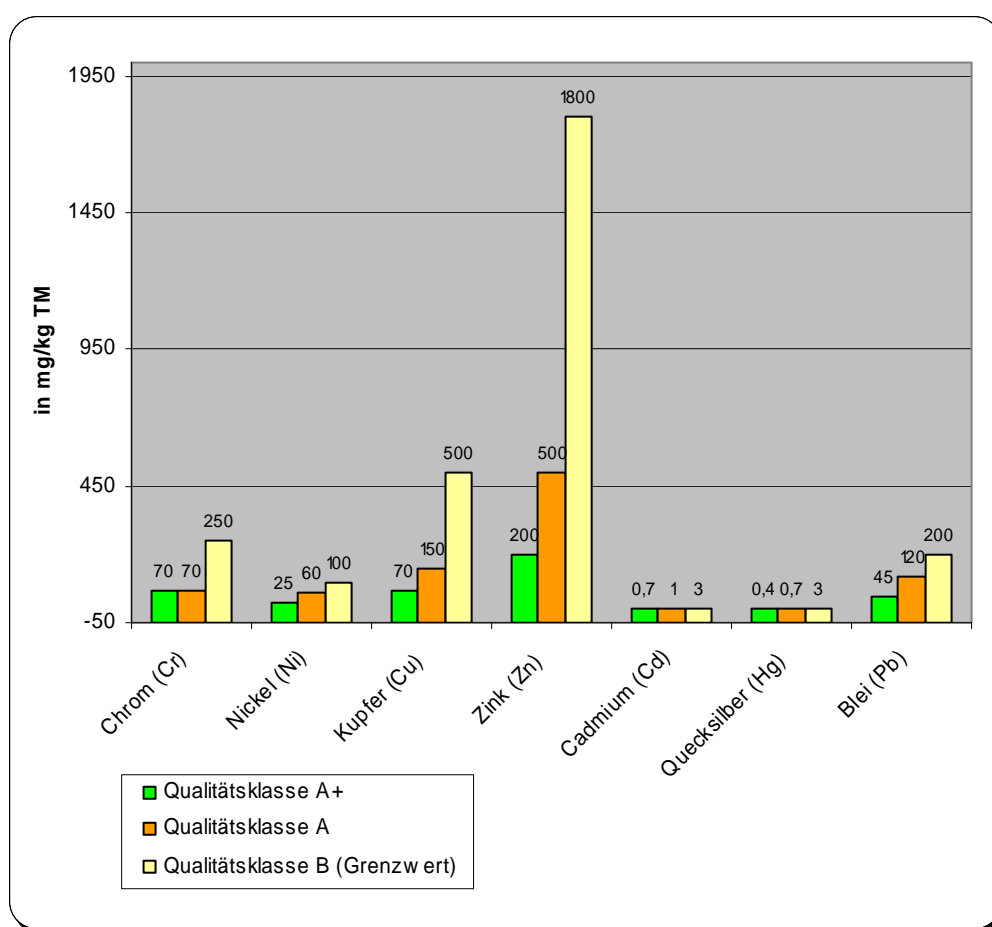
<sup>16</sup> Landesverwaltung –Steiermark, Fachabteilung 19D Abfall- und Stoffflusswirtschaft, Abfalltechnik/Biologische Abfallbehandlung – Kompostierung; online im Internet unter URL: [http://abfallwirtschaft.stmk.gv.at/recht/definition4-1\\_biologisch.htm](http://abfallwirtschaft.stmk.gv.at/recht/definition4-1_biologisch.htm)

<sup>17</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Nährstoffe\Boxplots\_Nährstoffe.xls



## 6. Schwermetalle

Schwermetall ist im Allgemeinen ein Sammelbegriff für alle Metalle mit einer Dichte von über 4,5 g/cm<sup>3</sup>. Dazu gehören zB Chrom, Nickel, Kupfer, Zink, Cadmium, Quecksilber und Blei. Da Schwermetalle nicht abbaubar sind und sich in der Nahrungskette anreichern können, müssen bei den Komposten bestimmte Grenzwerte eingehalten werden. Zur Übersicht sind die Grenz- bzw. Richtwerte gem. der 292. Verordnung: Kompostverordnung, Anlage 2, Teil 1 in der nachfolgenden Abbildung 12 dargestellt.



**Abbildung 12: Grenzwerte/Richtwerte gem. der 292. Verordnung: Kompostverordnung, Anlage 2, Teil 1<sup>18</sup>**

Die oben erwähnten Schwermetalle wurden im Rahmen der Externen Güteüberwachung steirischer Kompostieranlagen untersucht und ausgewertet.

<sup>18</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Diagramme\_Allgemein.xls

## 6.1 Chrom

Würden alle Kompostproben steirischer Kompostieranlagen, die im Zeitraum von 2005 bis 2008 entnommen wurden, ausschließlich nach dem Chromgehalt beurteilt werden, dann könnten alle ausnahmslos die Güteklasse A+ vorweisen, denn der Grenzwert für diese Qualitätsstufe in Höhe von 70 mg/kg TS wurde bei keiner Messung überschritten.

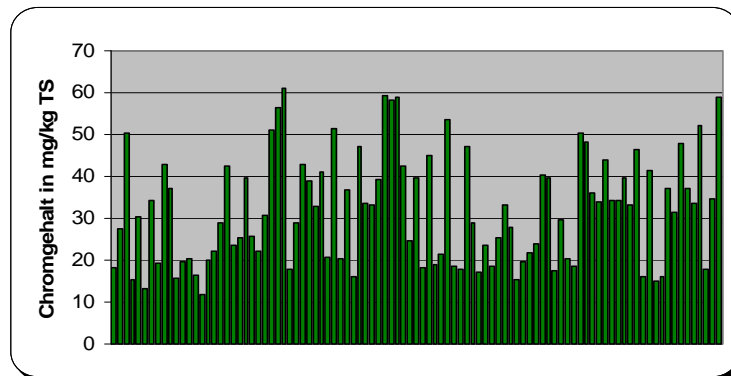


Abbildung 13: Gesamtübersicht über den Chromgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>19</sup>

Trotz der durchwegs niedrigen Chromgehalte in den Kompostproben zeigt Abbildung 14, dass der Chromgehalt mit der Qualitätsabnahme leicht ansteigt. Der Unterschied zwischen den verschiedenen Kompostgüteklassen ist allerdings nicht besonders groß. So befinden sich die mittleren 50 % der Messdaten in der Kompostgüteklasse A+ zwischen 18,3 und 39 mg/kg TS, in der Kompostgüteklasse A zwischen 20,25 und 42,45 mg/kg TS und in der Kompostgüteklasse B zwischen 34,05 und 50 mg/kg TS.

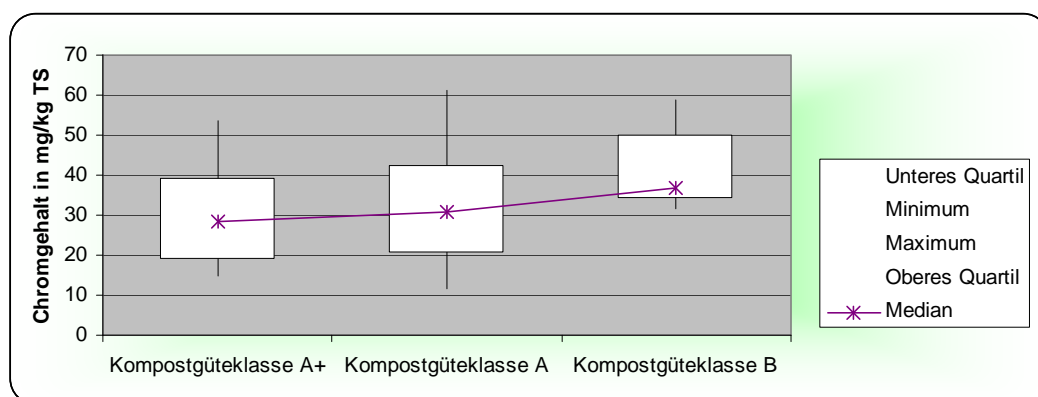


Abbildung 14: Chromgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>20</sup>

<sup>19</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls

<sup>20</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Boxplots\_Schwermetalle.xls

Während im Betrachtungszeitraum von 2005 bis 2008 die Werte in der Kompostgüteklasse A+ relativ konstant blieben (mit einer leichten Erhöhung 2007 und einem Rückgang 2008), so nahmen die Messwerte in der Kompostgüteklasse A stetig zu, wie in Abbildung 15 zu sehen ist.

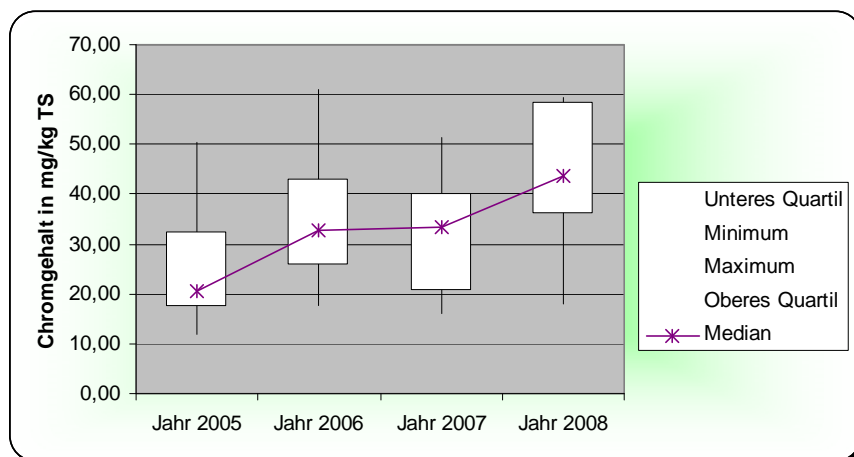


Abbildung 15: Veränderung der Chromkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A im Zeitraum von 2005 bis 2008

## 6.2 Nickel

Werfen wir nun einen Blick auf die Auswertungen des Nickelgehalts der Proben, so stellen wir fest, dass bei einigen Proben der Grenzwert zur Güteklasse A+ und bei zwei Proben sogar der Grenzwert zur Güteklasse A überschritten wird.

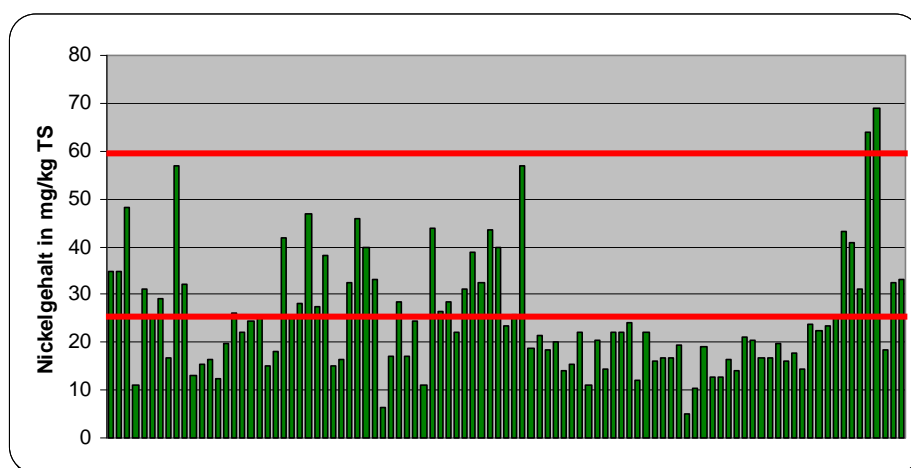


Abbildung 16: Gesamtübersicht über den Nickelgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>21</sup>

<sup>21</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls

Wie zu erwarten war, sieht man, dass der Nickelgehalt mit schlechter werdender Kompostgüteklasse ansteigt. In der Kompostgüteklasse A+ liegen 75 % der Messdaten unter 21,3 mg/kg TS, während in der Kompostgüteklasse A nur ein Viertel unter 17,10 mg/kg TS liegt.

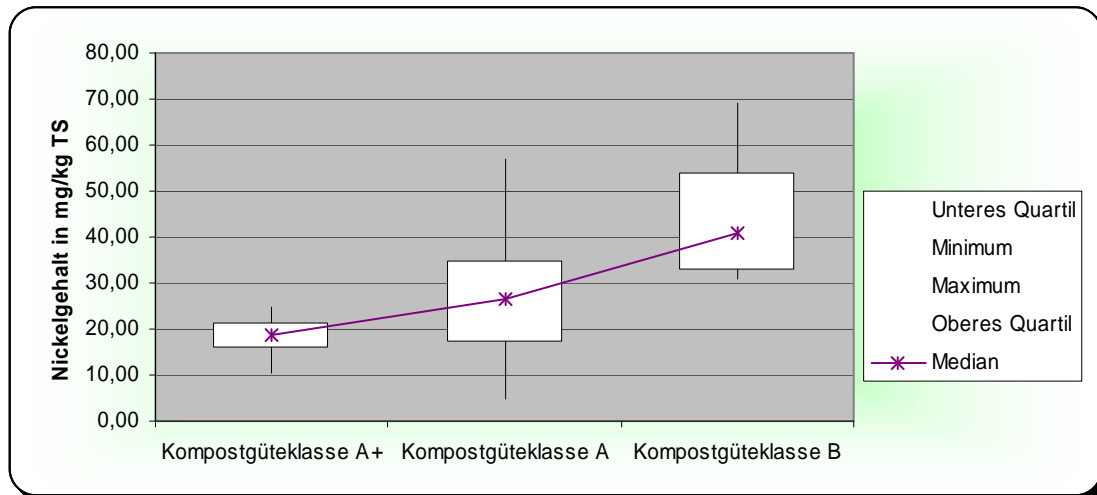


Abbildung 17: Nickelgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen eingeteilt nach Kompostgüteklassen (2005-2008)<sup>22</sup>

Vergleicht man die einzelnen Güteklassen in den Jahren 2005 bis 2008, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die Werte 2005 und 2007, sowie 2006 und 2008 beinahe gleich hoch waren, also von Jahr zu Jahr schwankten. Um dies besser veranschaulichen zu können, ist im folgenden Diagramm die Veränderung des Nickelgehaltes im genannten Zeitraum in der Qualitätsklasse A+ abgebildet.

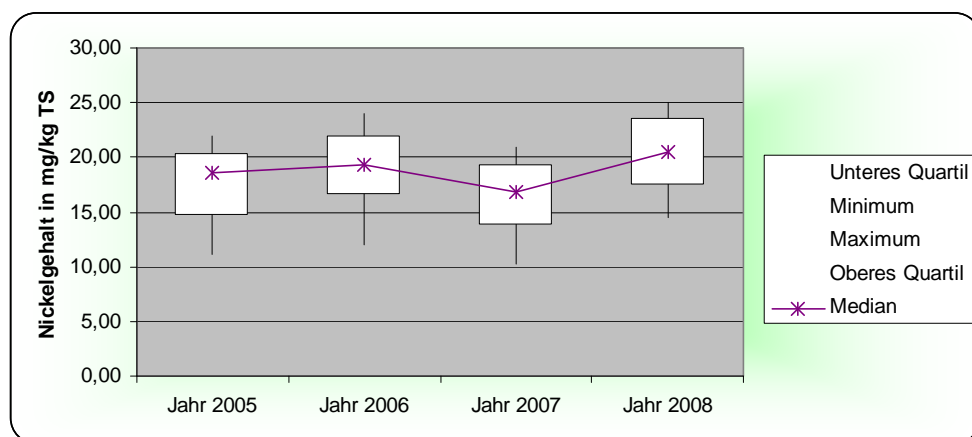


Abbildung 18: Veränderung der Nickelkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>23</sup>

<sup>22</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Boxplots\_Schwermetalle.xls

<sup>23</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen und Jahren.xls

### 6.3 Kupfer

Bei einer Beurteilung der Kupferkonzentrationen sticht ein Wert wieder besonders hervor. Während sich fast alle übrigen Werte im Messbereich von 50 bis 150 mg/kg TS befinden, weist diese Probe die doppelte Menge an Kupfer auf. Es handelt sich dabei um eine Probe einer Anlage aus dem Bezirk Liezen, deren Ausgangsmaterial eine Biomixtonne ist, das heißt, dass dort Biomüll nicht getrennt gesammelt wird. Verwunderlich jedoch ist, dass frühere Proben derselben Kompostieranlage wesentlich geringere Kupfermengen aufweisen.

Die Schwankungen der Kupferwerte insgesamt im Erhebungszeitraum von 2005 bis 2008 sind gering und nicht besonders hervorzuheben, wobei jedoch in der Güteklasse A im Jahr 2008 ein leichter Rückgang verzeichnet werden konnte.

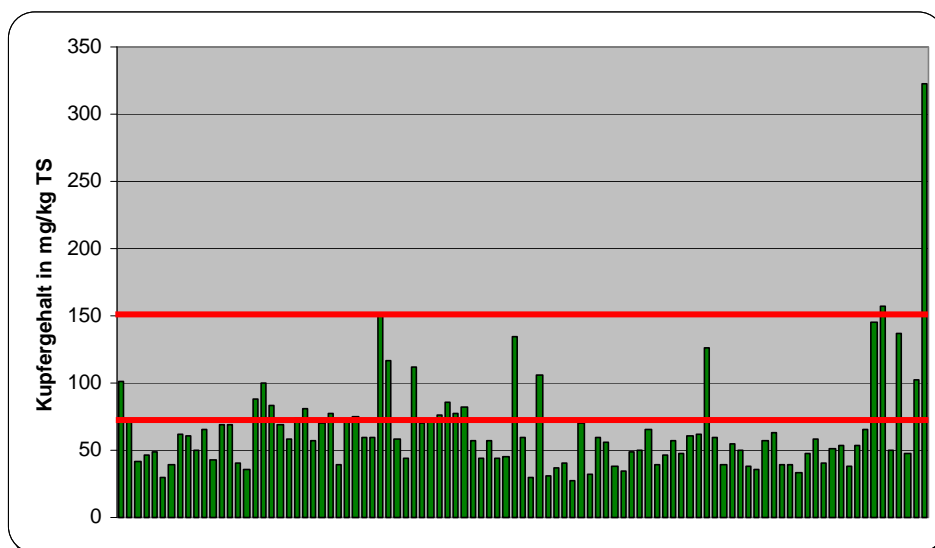


Abbildung 19: Gesamtübersicht über den Kupfergehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>24</sup>

In der Kompostgüteklasse A+ unterschreiten drei Viertel der ausgewerteten Kupferkonzentrationen einen Wert von 56,88 mg/kg TS, in der Kompostgüteklasse A liegen immerhin noch 75 % unter 77,45 mg/kg TS. In der Kompostgüteklasse B dagegen, liegt nur ein Viertel der Werte unter 83,75 mg/kg TS.

<sup>24</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls

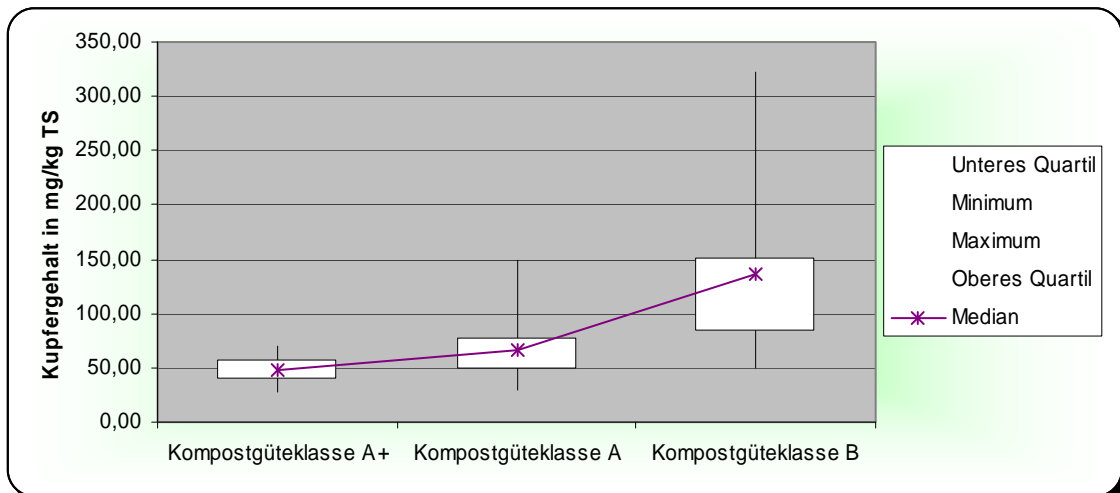


Abbildung 20: Kupfergehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2006-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>25</sup>

#### 6.4 Zink

Die Zinkwerte in den Kompostgüteklassen A+ und A bewegen sich meist im Bereich von 150 bis 300 mg/kg TS. Die Messwerte bei den Kompostproben, die der Güteklasse B entsprechen, sind dagegen deutlich höher. Es gilt jedoch zu beachten, dass nur sieben der 96 ausgewerteten Proben mit dieser Güteklasse deklariert wurden und davon wiederum nur drei den Zinkgrenzwert für die Güteklasse A von 500 mg/kg TS überschreiten.

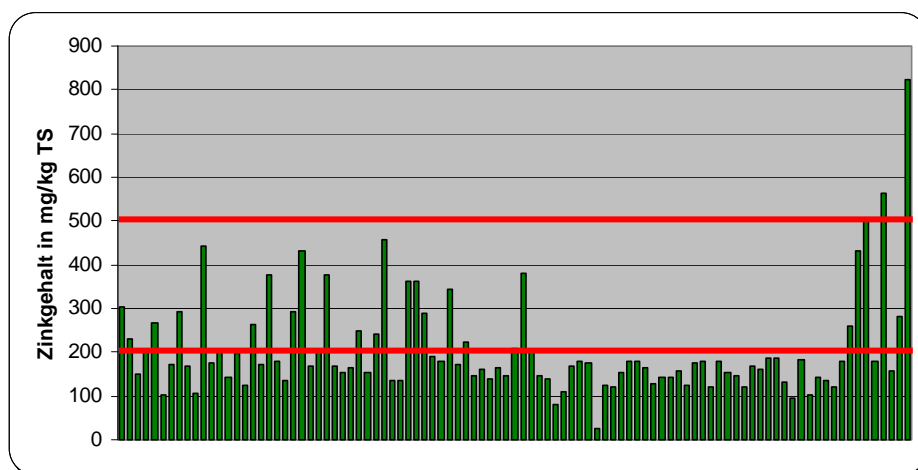


Abbildung 21: Gesamtübersicht über den Zinkgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>26</sup>

<sup>25</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Boxplots\_Schwermetalle.xls

<sup>26</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls

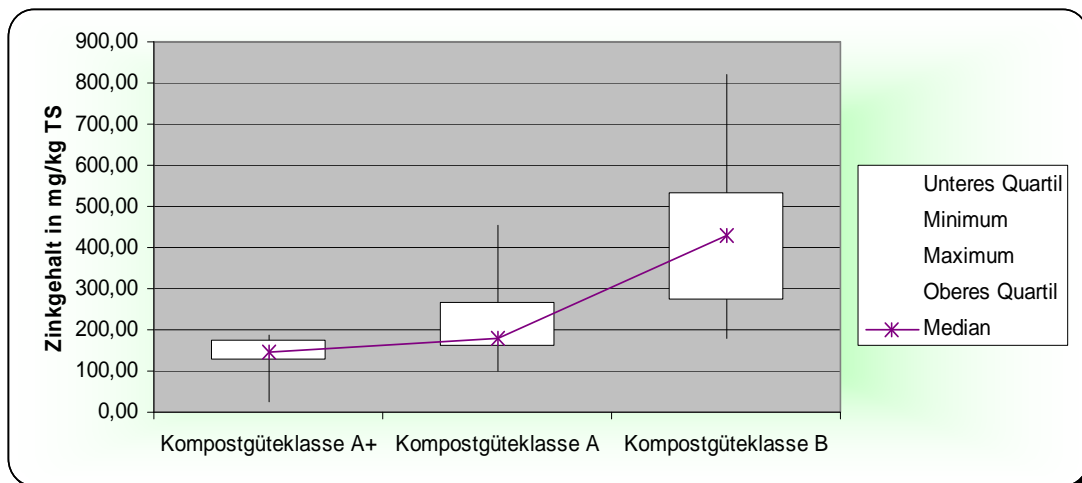


Abbildung 22: Zinkgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>27</sup>

In der Kompostgüteklasse A+ liegen die Werte der mittleren 50 % relativ eng beieinander zwischen 123,25 und 174,50 mg/kg TS. In den anderen Güteklassen wird der Abstand zwischen dem unteren und oberen Quartil immer größer und liegt zwischen 158 und 266 mg/kg TS bzw. 270,50 und 533 mg/kg TS.

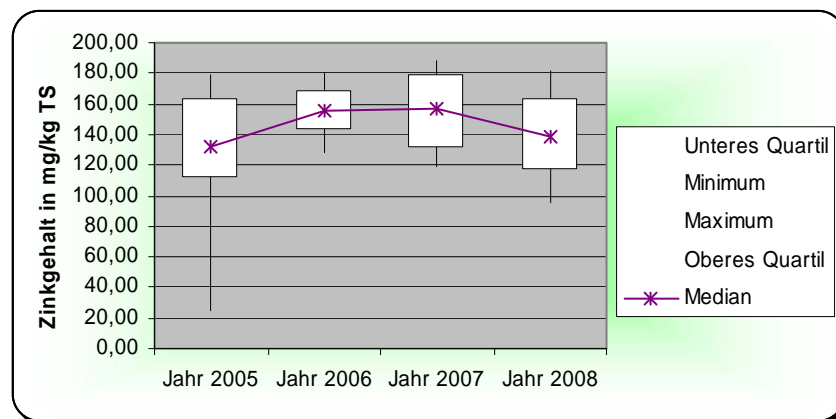


Abbildung 23: Veränderung der Zinkkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>28</sup>

Im Zeitraum von 2005 bis 2007 stieg der Zinkgehalt leicht an, 2008 gingen die Messwerte jedoch in den Kompostgüteklassen A+ und A wieder leicht zurück, wohingegen sie in der Güteklasse B anstiegen. Da aber in der Güteklasse B nur sieben auszuwertende Proben zur Verfügung standen, ist dieses Ergebnis nur wenig aussagekräftig.

<sup>27</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Boxplots\_Schwermetalle.xls

<sup>28</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen und Jahren.xls

## 6.5 Cadmium

Der Großteil der gemessenen Cadmiumwerte liegt unter dem Grenzwert für die Kompostgüteklasse A+ von 0,7 mg/kg TS. Bei den meisten Messungen wurde der Cadmiumgehalt mit <0,5 angegeben. Um dies in Diagrammform darstellen zu können, wurden die Werte mit <0,5 als 0,49 eingegeben.

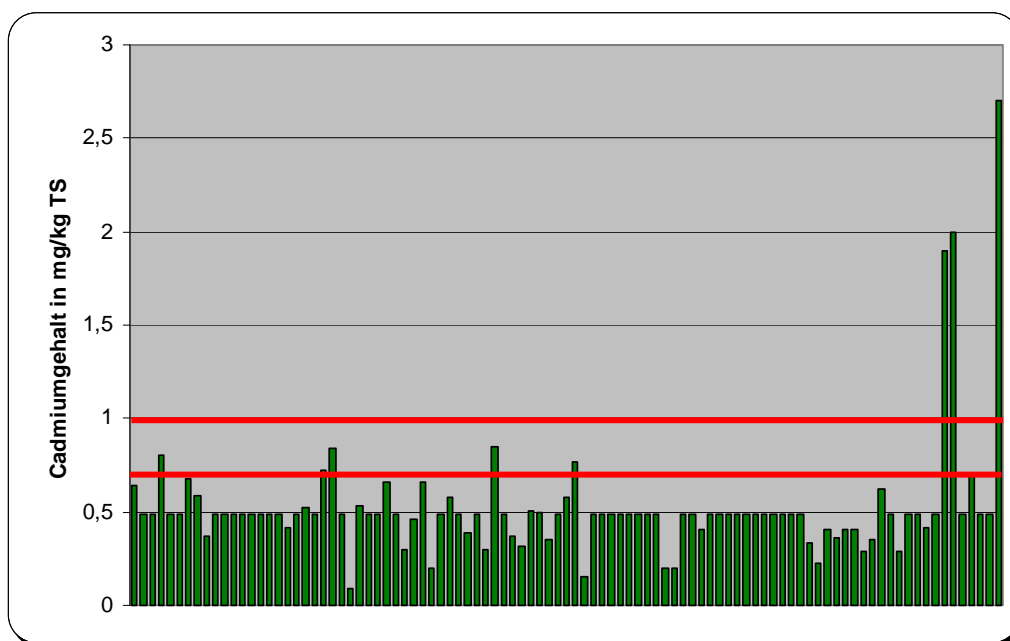


Abbildung 24: Gesamtübersicht über den Cadmiumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>29</sup>

Bei den drei deutlich hervorstechenden Werten handelt es sich wiederum um die selbe Kompostieranlage, die bereits mit einem sehr hohen Kupferwert aufgefallen ist.

Der Vergleich der unterschiedlichen Güteklassen in der nachfolgenden Abbildung zeigt, dass in den Kompostgüteklassen A+ und A ähnliche Ergebnisse aufgezeichnet wurden und die Werte mit abnehmender Qualität ansteigen. Wobei hier für die Kompostgüteklasse B, so wie bei den vorangegangenen Auswertungen gilt, dass die Aussagekraft beschränkt ist, da nur sieben Proben erfasst und ausgewertet wurden.

<sup>29</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls



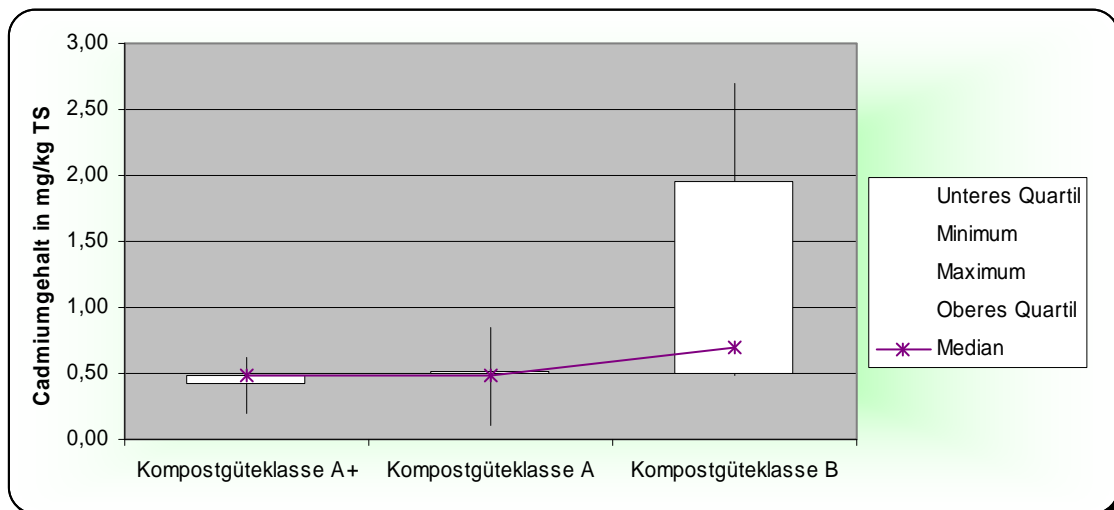


Abbildung 25: Cadmiumgehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>30</sup>

## 6.6 Quecksilber

Bei der Auswertung des Gehaltes an Quecksilber war die Problematik gleichsam schwierig, da viele Werte mit  $<0,25$  angegeben wurden. Ebenso wie beim Cadmium wurde hier eine Vereinfachung zur grafischen Darstellung vorgenommen und alle Werte  $<0,25$  als 0,2 eingegeben.

Hinsichtlich des Quecksilbergehaltes ist zu vermerken, dass alle Werte unter  $0,7 \text{ mg/kg TS}$ , dem Grenzwert für die Kompostgüteklasse A, liegen und die überwiegende Mehrheit auch die  $0,4 \text{ mg/kg TS}$ , den Grenzwert für die Güteklasse A+, unterschreitet.

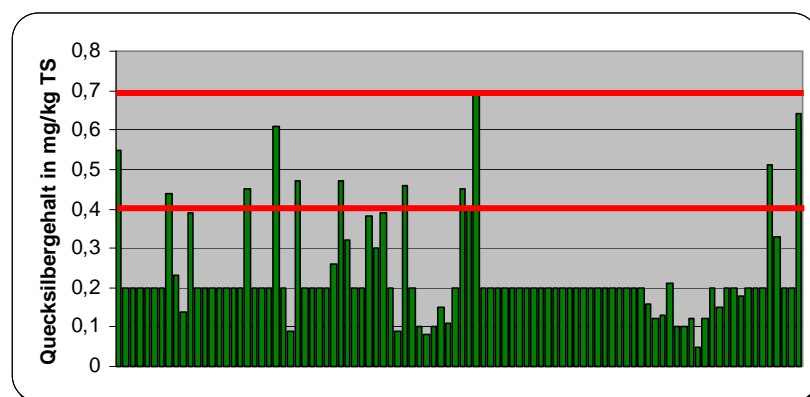


Abbildung 26: Gesamtübersicht über den Quecksilbergehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>31</sup>

<sup>30</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Boxplots\_Schwermetalle.xls

<sup>31</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls

Im Jahresvergleich von 2005 bis 2008 ist ersichtlich, dass der Quecksilbergehalt in den Proben immer relativ konstant ist, wobei die leicht sinkende Tendenz dadurch zu erklären ist, dass die Messergebnisse der Jahre 2007 und 2008 wesentlich genauer sind als in den Vorjahren, wo, wie bereits erwähnt, meist <0,25 angegeben wurde.

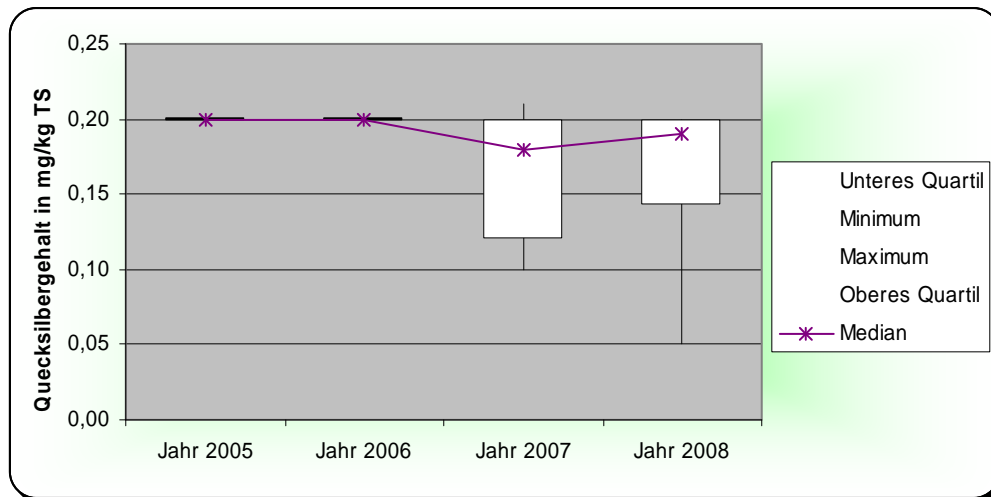


Abbildung 27: Veränderung des Quecksilberkonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>32</sup>

## 6.7 Blei

Ähnlich wie beim Quecksilber würde auch bei einer Beurteilung nur nach der Bleikonzentration keine Kompostprobe der Güteklasse B zugeordnet werden, da sich alle Messungen unter dem Grenzwert von 120 mg/kg TS befinden und gleichzeitig nur wenige die Grenze zur Güteklasse A+ von 45 mg/kg TS überschreiten.

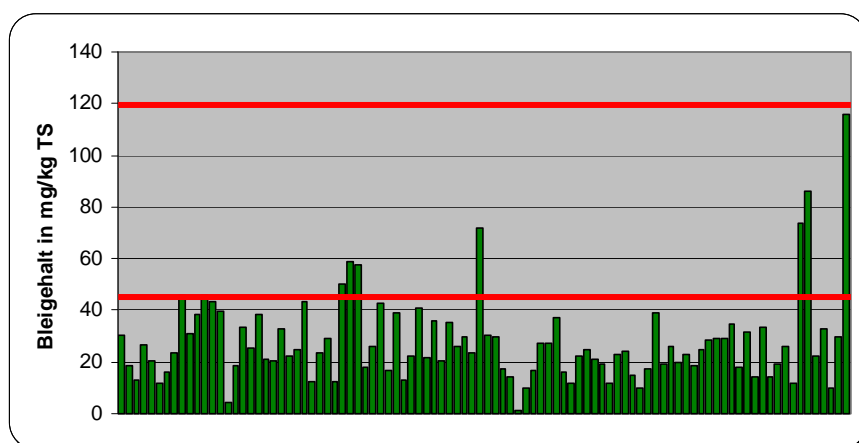


Abbildung 28: Gesamtübersicht über den Bleigehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008)<sup>33</sup>

<sup>32</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen und Jahren.xls

<sup>33</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen.xls

Die Kompostieranlage aus dem Bezirk Liezen ist, was die Höhe der Messwerte angeht, hier wieder einsamer Spitzenreiter mit Bleiwerten von 74 bzw. 86 und 116 mg/kg TS. Die meisten anderen Werte in den Kompostgüteklassen A+ und A befinden sich im Bereich von 20 bis 40 mg/kg TS, wie auch aus dem untenstehenden Boxplot hervorgeht. In der Kompostgüteklasse A liegen 75 % der Messwerte unter 27 mg/kg TS und in der Güteklasse A befindet sich das obere Quartil bei 38,45 mg/kg TS. In der schlechtesten Qualitätsstufe für Kompost, der Güteklasse B, sind die mittleren 50 % etwas breiter gestreut, wobei der Median nur wenig höher liegt, als jener, der Kompostgüteklasse A.

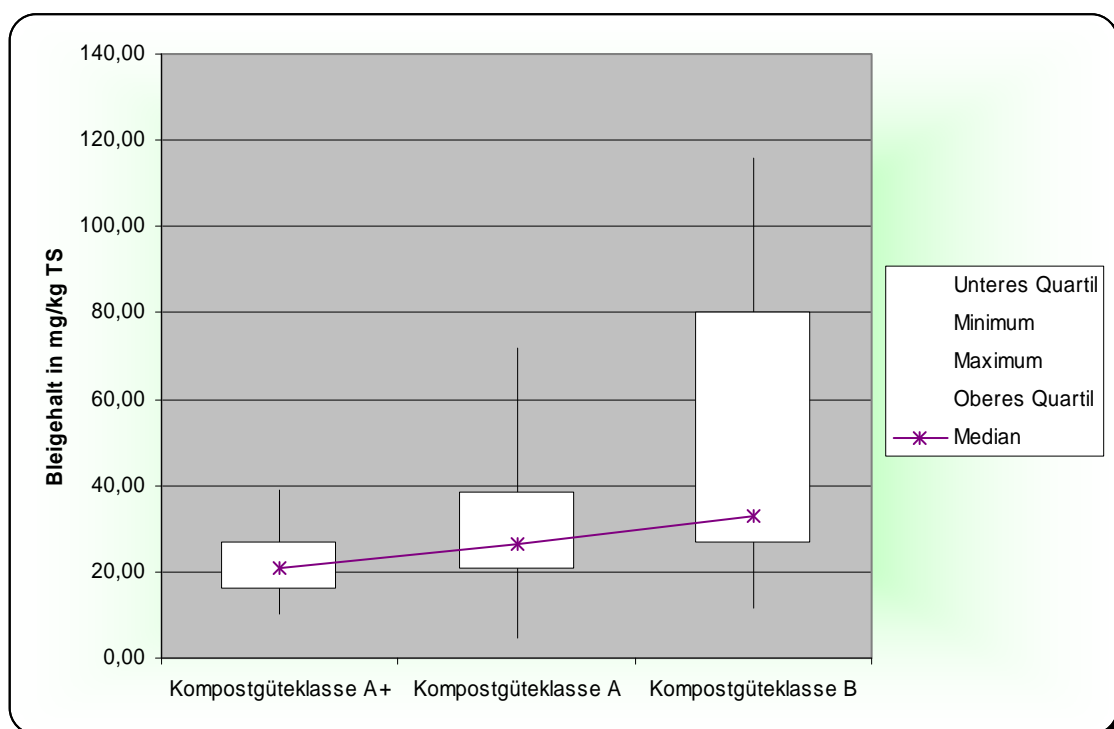


Abbildung 29: Bleigehalt in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen (2005-2008) eingeteilt nach Kompostgüteklassen<sup>34</sup>

Vergleicht man nun die einzelnen Jahre miteinander, so kommt man zu dem Ergebnis, dass die Werte in der Kompostgüteklasse A+ stetig stiegen und 2008 gefallen sind, während sich in der Güteklasse A ein komplett gegensätzliches Bild zeigt. Diese Trends sind in den beiden nachfolgenden Abbildungen 30 und 31 graphisch dargestellt.

<sup>34</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Boxplots\_Schwermetalle.xls

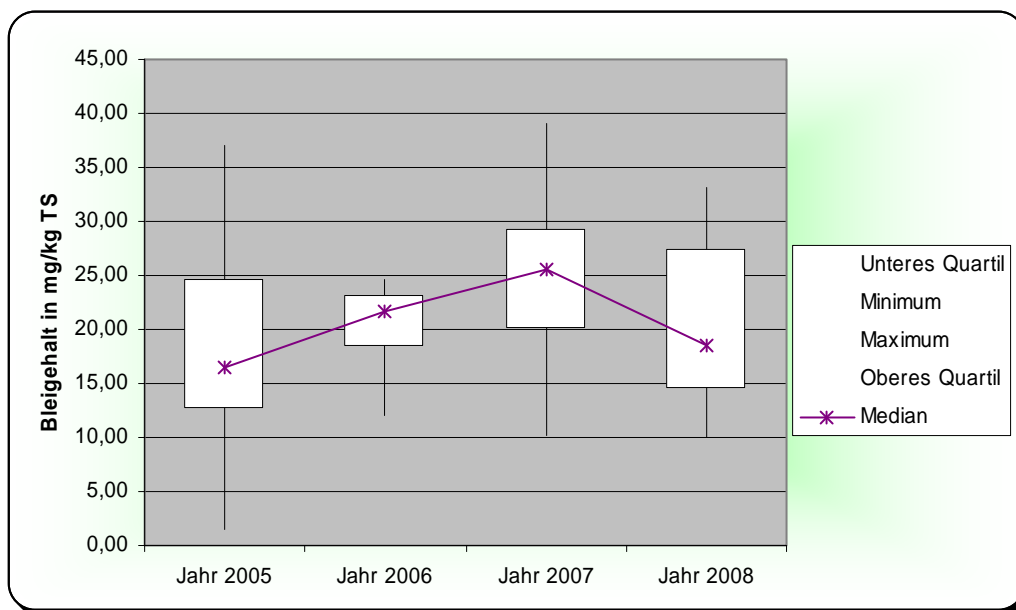


Abbildung 30: Veränderung der Bleikonzentrationen in der Kompostgüteklasse A+ im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>35</sup>

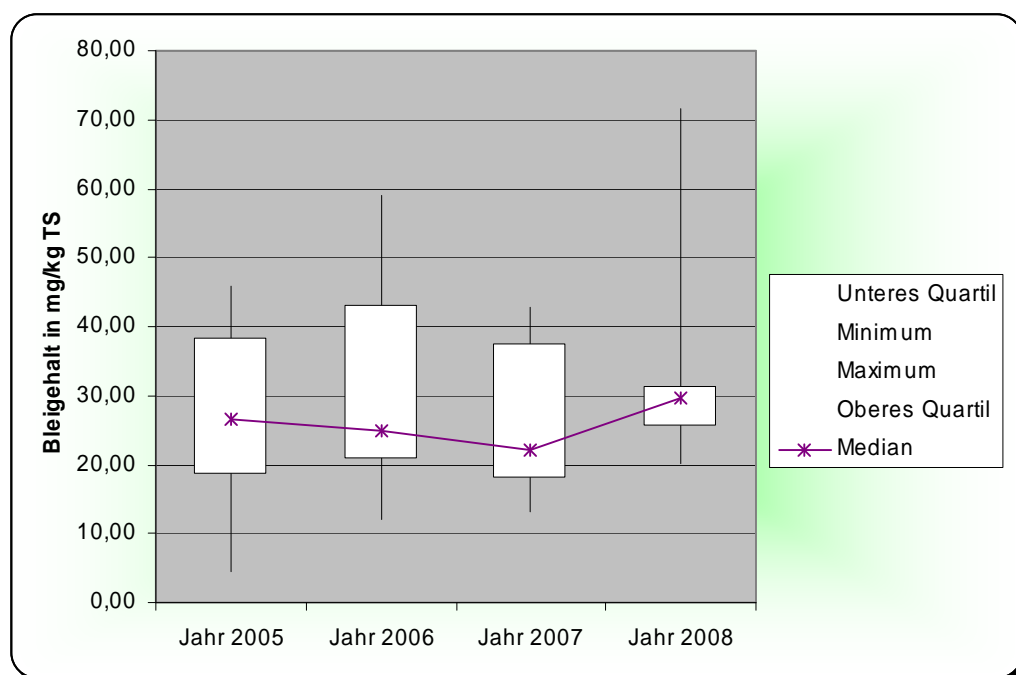


Abbildung 31: Veränderung der Bleikonzentrationen in der Kompostgüteklasse A im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>36</sup>

<sup>35</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen und Jahren.xls

<sup>36</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Schwermetalle\Diagramme\_Schwermetalle nach Güteklassen und Jahren.xls

## 7. Steirische Kompostieranlagen im Jahresvergleich

Da von einigen Kompostieranlagen, wie bereits anfänglich erwähnt, mehrere Prüfberichte vorliegen, wurden die Daten aus mehreren aufeinander folgenden Jahren miteinander verglichen.

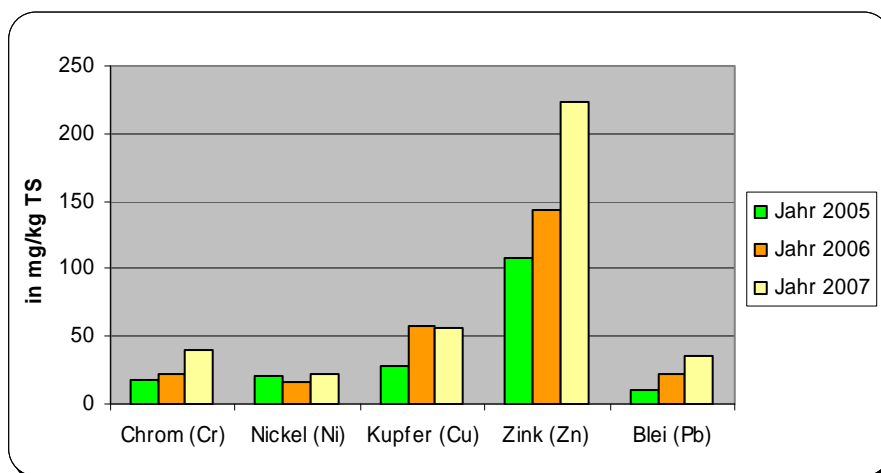
### 7.1 Kompostieranlage K1

Die Kompostieranlage K1 befindet sich im Bezirk Voitsberg. Es handelt sich dabei um eine landwirtschaftliche Kompostieranlage mit offener Mietenkompostierung. Als Ausgangsmaterialien werden hier vorwiegend Grünschnitt, Laub, Mähgut, Baum- und Strauchschnitt, sowie aufbereitete Bioabfälle aus der Umgebung verwendet.

Im Zeitraum von 2005 bis 2007 wurden für diese Anlage drei Güteüberwachungsberichte vorgelegt. Bei der Auswertung der Ergebnisse zeigt sich, dass der Kompost dieser Anlage 2005 und 2006 mit der Kompostgüteklasse A+ deklariert wurde, 2007 allerdings nur mehr Güteklasse A erreichte.

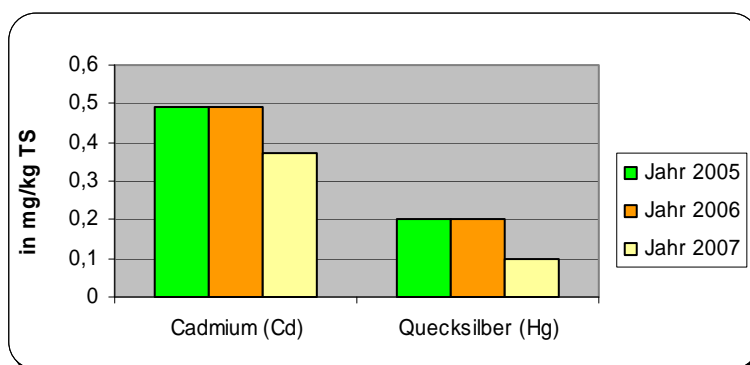
Wenn wir nun zuerst die Nährstoffgehalte und organischen Substanzen der Proben betrachten, stellen wir fest, dass sich der Glühverlust stetig von anfänglich 29,2 auf 37,3 % der Trockensubstanz erhöht hat, während sich der Anteil an organischem Gesamtkohlenstoff nur geringfügig veränderte. Der Stickstoffgehalt stieg von 0,82 auf ca. 1,7 % der Trockensubstanz. Der Phosphatgehalt wurde leider nur im Jahr 2007 aufgezeichnet und hat dort einen Wert von 0,4 % der Trockenmasse. Somit liegt er eher im unteren Bereich. Der Kaliumgehalt schwankte zwischen ca. 0,6 und 1 %.

Wie in der nachfolgenden Abbildung 32 veranschaulicht wird, zeigen die für die Zuordnung zu einer Kompostgüteklasse entscheidenden Schwermetallgehalte bei der Kompostieranlage K1 eine leichte Erhöhung der Messwerte im Laufe der Jahre an.



**Abbildung 32: Veränderung der Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K1 im Zeitraum von 2005 bis 2007<sup>37</sup>**

Die Cadmium- und Quecksilberkonzentrationen werden aufgrund der sehr kleinen Messwerte getrennt abgebildet. Abbildung 33 lässt zwar annehmen, dass die Werte im Jahr 2007 sinken, da jedoch die Werte für die Jahre 2005 und 2006 mit <0,5 bzw. <0,25 angegeben wurden, kann man davon ausgehen, dass dies auf die genaueren Messangaben im Jahr 2007 zurückzuführen ist.



**Abbildung 33: Veränderung der Cadmium- und Quecksilberkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K1 im Zeitraum von 2005 bis 2007<sup>38</sup>**

Für die nunmehrige Deklaration des Kompostes mit der Güteklasse A ist die Erhöhung des Zinkgehaltes von 143 mg/kg TS im Jahr 2006 auf 223 mg/kg TS im Jahr 2007 verantwortlich, da dadurch der Grenzwert der Güteklasse A+ von 200 mg/kg TS überschritten wird.

<sup>37</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Kompostieranlagen\Kompostieranlagen im Jahresvergleich.xls

<sup>38</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Kompostieranlagen\Kompostieranlagen im Jahresvergleich.xls

## 7.2 Kompostieranlage K2

Die Kompostieranlage K2 aus dem Bezirk Hartberg ist ebenso eine landwirtschaftliche Kompostieranlage mit offener Mietenkompostierung, deren Ausgangsmaterial sich neben Grünschnitt, Laub, Mähgut, Baumschnitt, Strauchschnitt und aufbereiteten Bioabfällen, auch aus Friedhofsabfällen, Obst- und Gemüseabfällen und Blumen zusammensetzt.

Von dieser Anlage liegen Prüfberichte aus den Jahren 2006 bis 2008 vor. Die dabei gezogenen Kompostproben werden alle der Kompostgüteklasse A zugeordnet.

Ein Vergleich der Nährstoffgehalte und organischen Substanzen aus den einzelnen Jahren lässt erkennen, dass sich die Werte in der genannten Periode nur in unerheblichem Ausmaß verändert haben.

Die Schwermetallgehalte der betreffenden Anlage entsprechen, bis auf den erhöhten Nickelgehalt, der Kompostgüteklasse A+, wobei hier positiv zu vermerken ist, dass der Gehalt an Kupfer und Zink rückläufig ist. Im Gegensatz dazu haben sich der Chrom- und Bleigehalt in den Kompostproben erhöht. Sie liegen allerdings immer noch unter dem Grenzwert der Güteklasse A+ von 70 bzw. 45 mg/kg TS. Die im folgenden Diagramm nicht abgebildeten Schwermetalle Cadmium und Quecksilber haben sich im Beobachtungszeitraum in ihren Konzentrationen nicht entscheidend verändert.

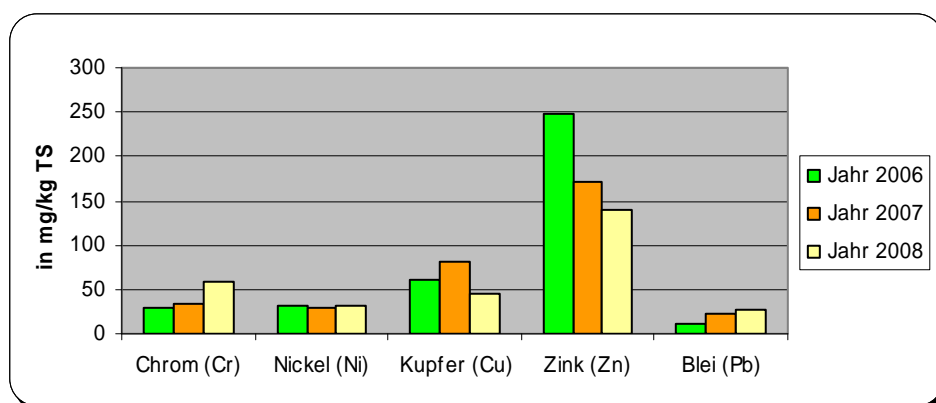


Abbildung 34: Veränderung der Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K2 im Zeitraum von 2006 bis 2008<sup>39</sup>

<sup>39</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Kompostieranlagen\Kompostieranlagen im Jahresvergleich.xls

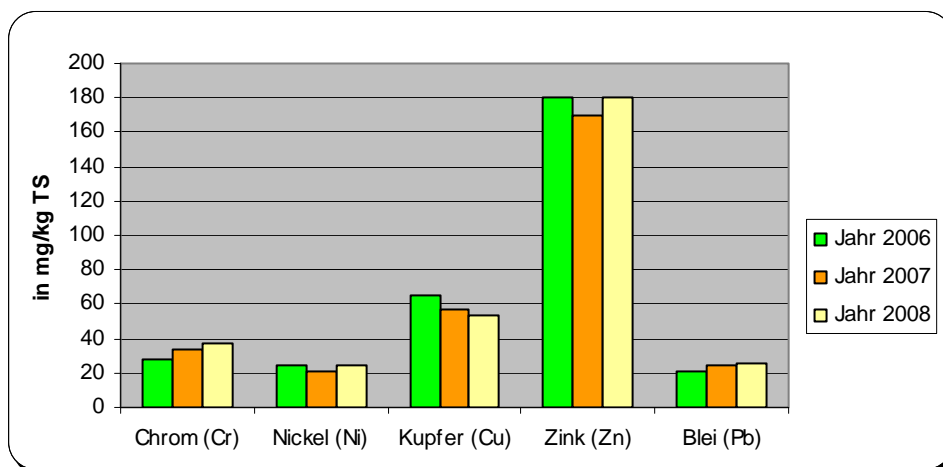
### 7.3 Kompostieranlage K3

Die Kompostieranlage K3 aus dem Bezirk Fürstenfeld wird zu den Mechanisch-biologischen Abfallbehandlungsanlagen (MBA) gezählt. Die Vorrotte findet hier mittels einer Trapezmietenkompostierung statt, während die Nachrotte in einer geschlossenen Halle erfolgt.

Einen großen Bestandteil des Ausgangsmaterials stellt der Biomüllkompost des AWZ Fürstenfeld dar, der mit Grünschnitt, Laub, Baum- und Strauchschnitt, Friedhofsabfällen, Erde und Gesteinsmehl ergänzt wird.

Die in den Jahren 2006 bis 2008 entnommenen Kompostproben entsprechen alle der Güteklasse A+ und sind somit auch für die Verwendung im ökologischen Landbau geeignet.

Die Nährstoffgehalte haben sich im ausgewerteten Zeitraum kaum verändert. Hervorzuheben ist aber der mit ca. 2,6 % sehr hohe Stickstoffgehalt der Proben. Ebenso im Spitzenfeld liegen die Kaliumwerte, die etwas über 2 % liegen. Auch die Messwerte für die Glühverluste und den organischen Gesamtkohlenstoff sind hervorragend und liegen mit ungefähr 45 % bzw. 26 % über dem Durchschnitt, der in der Kompostgüteklasse A+ bei 37-39 % bzw. 18-20 % angesiedelt ist



**Abbildung 35: Veränderung der Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K3 im Zeitraum von 2006 bis 2008<sup>40</sup>**

<sup>40</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Kompostieranlagen\Kompostieranlagen im Jahresvergleich.xls



Sämtliche Schwermetallgehalte in den Kompostproben der Kompostieranlage K3 können der Kompostgüteklasse A+ zugeordnet werden, wobei der Nickelgehalt im Jahr 2008 mit 25 mg/kg TS exakt dem Grenzwert entspricht und sich der Chrom-, Blei- und Zinkgehalt ebenfalls erhöht haben.

#### 7.4 Kompostieranlage K4

Bei der Kompostieranlage K4 aus dem Bezirk Leibnitz handelt es sich wiederum um eine landwirtschaftliche Kompostieranlage. Das Ausgangsmaterial besteht aus Mähgut, Laub, Grünschnitt, Baum- und Strauchschnitt, aufbereiteten Bioabfällen sowie Obst- und Gemüseabfällen und Blumen.

Bei dieser Anlage standen aus den Jahren 2005 bis 2008 zwölf Prüfberichte zur Auswertung zur Verfügung, davon vier aus dem Jahr 2005, drei aus den Jahren 2006 und 2007 und zwei aus dem Jahr 2008. Alle dabei entnommen Kompostproben wurden der Kompostgüteklasse A zugeordnet.

Die Glühverluste und der Gehalt an organischem Gesamtkohlenstoff können bei dieser Anlage nur beschränkt beurteilt werden, da nur drei bzw. zwei Werte vorliegen. Diese liegen jedoch allesamt im Durchschnittsbereich.

Ebenso durchschnittlich ist der Stickstoffgehalt. Der Phosphatgehalt bei den meisten Proben liegt im Bereich von 1,2 % und ist somit sehr gut. Im Gegensatz dazu ist der Kaliumgehalt von ca. 0,5 % nicht so beachtlich. Das Kohlenstoff-Stickstoff-Verhältnis ist schwankend und liegt im Minimum bei 9 und im Maximum bei 19. Als Median wurde hierfür ein Wert von 12,7 errechnet. Zum Vergleich: der Median in der Kompostgüteklasse A liegt mit einem Wert von 12 ungefähr im selben Bereich.

Die Chromgehalte in den Kompostproben entsprachen ausnahmslos der Güteklasse A+, das heißt sie lagen unter dem Grenzwert von 70 mg/kg TS. Bei den Nickelwerten erfüllten nur einige Proben die Kriterien für die Güteklasse A+, es lagen jedoch sämtliche Werte innerhalb der Güteklasse A, das heißt unter dem Grenzwert von 60 mg/kg TS. Der letzte Wert lag mit 25,9 mg/kg TS nur knapp über dem Grenzwert der Güteklasse A+. Ähnlich verhielten sich die Kupferwerte, die alle der Güteklasse A bzw. A+ zugeordnet werden konnten und somit den Grenzwert von 150 mg/kg TS

nicht erreichten. Die aktuellste Probe lag mit einem Wert von 30,2 mg/kg TS sogar deutlich in der Güteklasse A+, wo der Grenzwert 70 mg/kg TS beträgt. Die Zinkgehalte in den Kompostproben der Kompostieranlage K4 sind mit einer Ausnahme alle im Bereich von 200 bis 400 mg/kg TS angesiedelt. Die Werte sind dabei sehr unterschiedlich und im Zeitablauf schwankend. So war beispielsweise der letzte Wert mit 379 mg/kg TS sehr hoch, während der vorletzte Wert mit 147 mg/kg TS sogar der Güteklasse A+ zugeordnet werden konnte. Gleichsam wie der anfangs erwähnte Chromgehalt sind auch die Bleiwerte sehr gut und liegen, bis auf einen Ausreißer, alle innerhalb der Grenze der Güteklasse A+ von 45 mg/kg TS. Einen genauen Überblick über die einzelnen Proben liefert Abbildung 36, wobei alle Proben von unten nach oben zeitlich aufsteigend angeordnet sind.

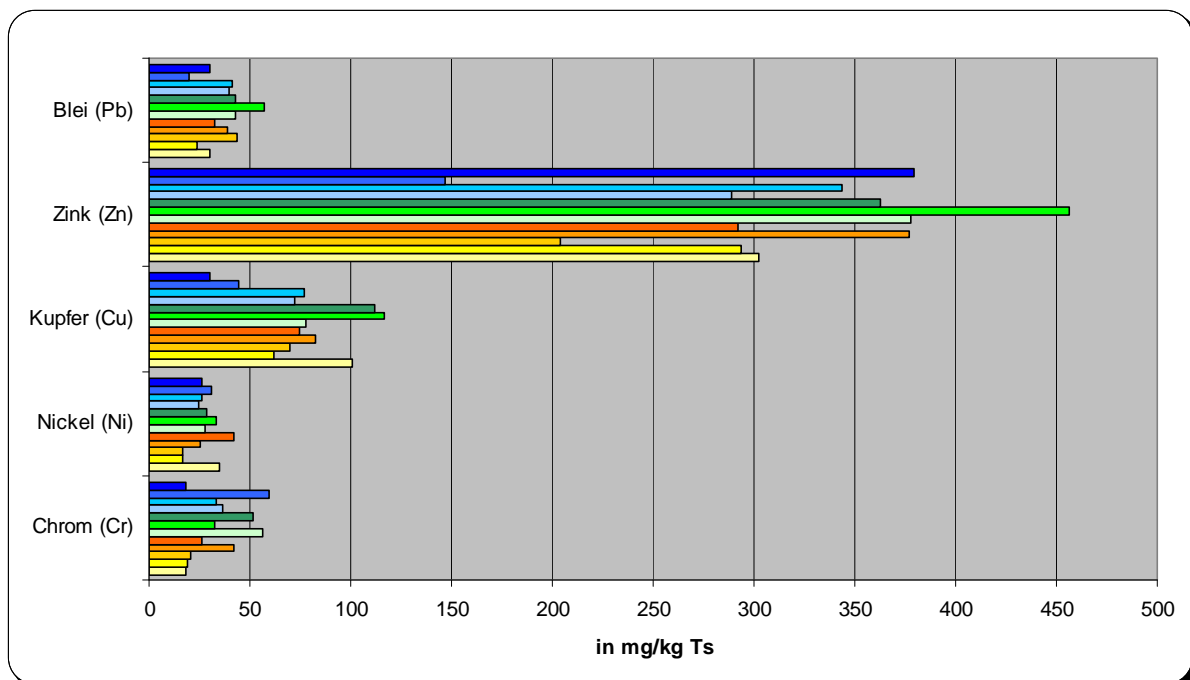


Abbildung 36: Schwermetallkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K4 im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>41</sup>

Abgesehen von drei Kompostproben befinden sich alle gemessenen Cadmium- und Quecksilberkonzentrationen in der Güteklasse A+ und liegen somit unter 0,7 mg/kg TS. Bei der Beurteilung der Quecksilbergehalte können jeweils 50 % der Proben der Kompostgüteklasse A+ bzw. A zugeordnet werden. Ebenso wie die Werte für Chrom, Nickel, Kupfer, Zink und Blei sind auch die Cadmium- und

<sup>41</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Kompostieranlagen\Kompostieranlage K4.xls

Quecksilberwerte zur besseren Übersicht in Diagrammform von unten nach oben zeitlich aufsteigend abgebildet.

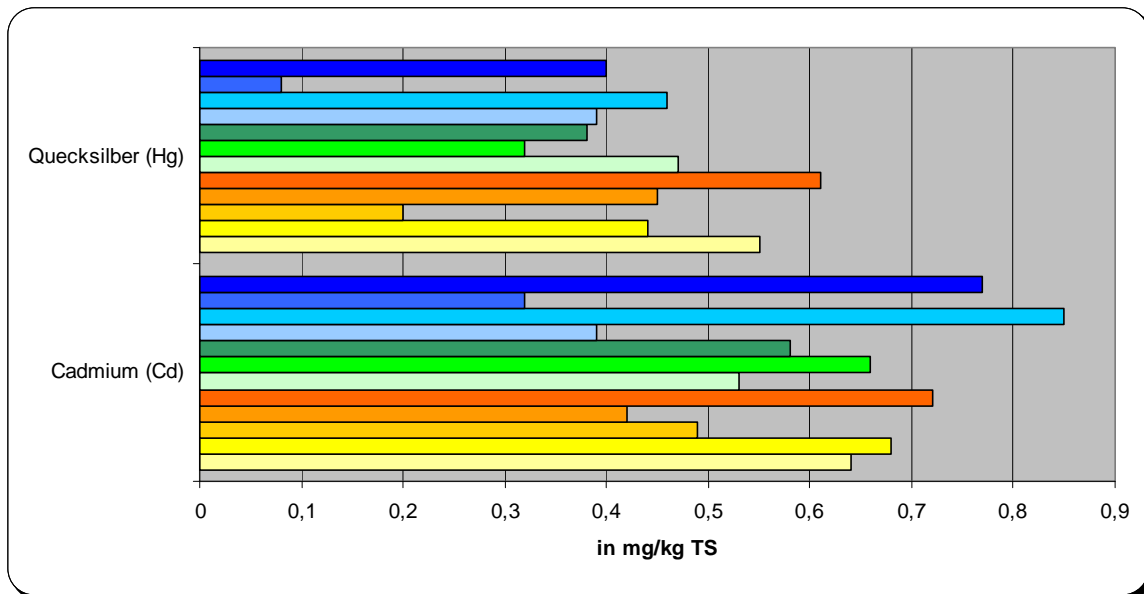


Abbildung 37: Cadmium- und Quecksilberkonzentrationen in den Kompostproben der Kompostieranlage K4 im Zeitraum von 2005 bis 2008<sup>42</sup>

Insgesamt ist bei den Auswertungen der Schwermetallgehalte der Kompostieranlage K4 kein eindeutiger Trend erkennbar, da die Werte immer wieder Schwankungen unterliegen.

<sup>42</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Kompostieranlagen\Kompostieranlage K4.xls

## 8. Vergleich der Nährstoff- und Schwermetallgehalte von Komposten mit jenen von Gärrückständen aus Biogasanlagen und Klärschlämmen

Für die Auswertung der Nährstoff- und Schwermetallgehalte in Gärrückständen aus Biogasanlagen diente die bereits eingangs erwähnte Excel-Tabelle „Biogasmonitoring\_3Beprobungen.xls“ als Grundlage. Darin finden sich meist jeweils drei Beprobungen von 15 Biogasanlagen in der Steiermark.

Die Daten über die Schwermetallkonzentrationen in Klärschlämmen stammen aus der „Untersuchung der Stoffflüsse und sinnvollen Verwertung von Reststoffnutzung aus Klärschlamm in der Steiermark – Endbericht“, S.20-22. Es wurden hier die bereits berechneten Werte für Median, 1. Quartil, 3. Quartil, Minimum und Maximum aus den Daten der Fachabteilung 17C für die Jahre 1996 bis 2001, sowie der Fachabteilung 19A für die Jahre 2004 und 2005 verwendet. Die Werte der Nährstoffgehalte in Klärschlämmen stammen aus demselben Bericht, S. 32, basieren aber auf den Aufzeichnungen der Fachabteilung 10B für die Jahre 2001 bis 2006.

Anschließend wurden diese, eben erwähnten Daten, mit den bereits zuvor ausgewerteten Messungen in den Kompostproben steirischer Kompostieranlagen verglichen. Dabei wurden Diagramme erstellt, in denen die jeweiligen Mediane gegenübergestellt wurden. Um den Vergleich graphisch besser darstellen zu können, wurden Boxplots gezeichnet, wobei bei den Schwermetallkonzentrationen in Klärschlämmen die Daten der Fachabteilung 19A aus den Jahren 2004 und 2005 verwendet wurden. Die Daten der Fachabteilung 17C wurden hier vernachlässigt, da aufgrund sehr großer Ausreißer bei einigen Schwermetallen die Darstellung nicht aussagekräftig gewesen wäre.

## 8.1 Stickstoff

Bei den Biogasanlagen lag zum Großteil kein Wert für den Gesamtstickstoff vor. Daher wurden hier die Kjeldahl-Stickstoffwerte zur Auswertung herangezogen, die den Gesamtstickstoffwerten sehr ähnlich sind.

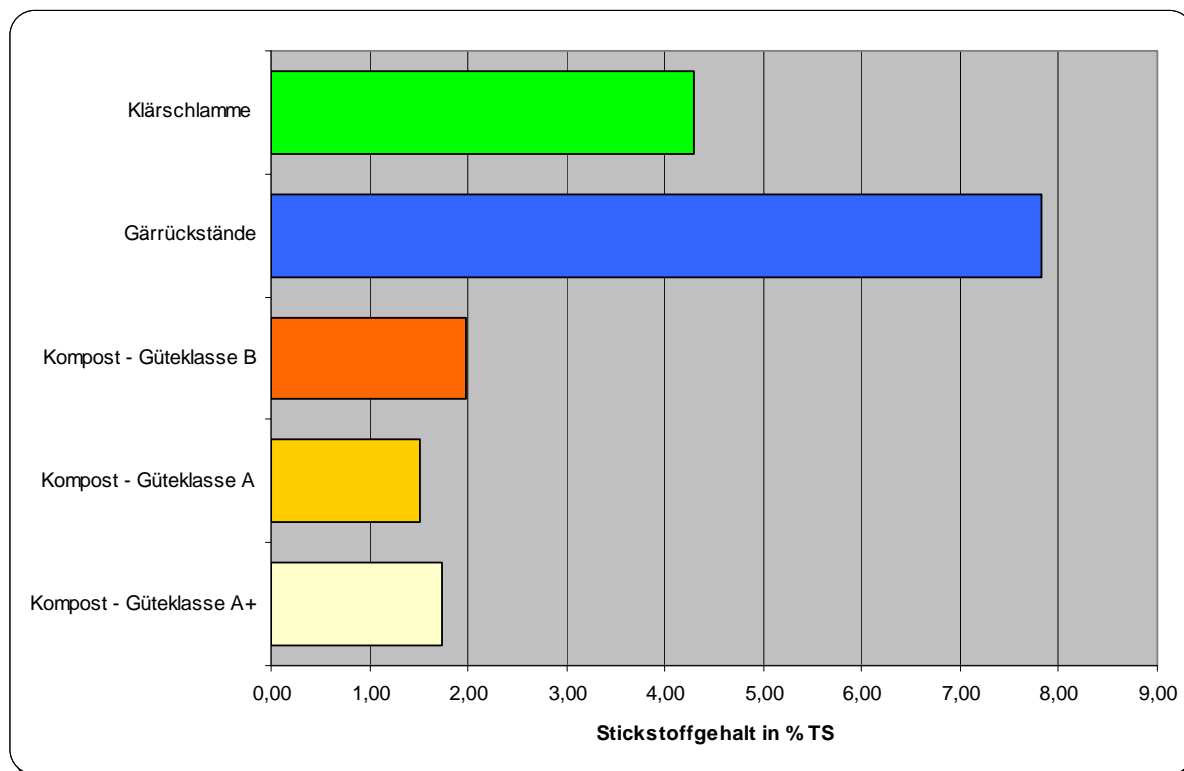


Abbildung 38: Vergleich des Stickstoffgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>43</sup>

Wie die vorausgehende Abbildung 38, die auf der Berechnung des Medianes der verschiedenen Klassen basiert, zeigt, sind die Stickstoffgehalte in den Gärrückständen aus Biogasanlagen und auch in den Klärschlämmen deutlich höher als in den entnommenen Kompostproben. Im Gegensatz zu den Komposten bei denen die Werte im günstigsten Fall knapp 3 % erreichen, liegt bei den Gärrückständen der Großteil der Werte im Bereich zwischen 6 und 10,5 % der Trockensubstanz. Beim Klärschlamm konzentrieren sich die Werte im Bereich von 3 bis 5,5 % der Trockenmasse.

<sup>43</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.2 Phosphat

Da bei den Gärrückständen und Klärschlammproben nur der Phosphorgehalt angegeben war, wurde mit Hilfe der Umrechnungstabelle in der Änderung der Düngemittelverordnung 2004, Anlage 1 mittels Division durch 0,436 der Gehalt an  $P_2O_5$  berechnet.

Bei den Phosphatgehalten ergibt sich folglich ein ähnliches Bild wie bei den Stickstoffgehalten, allerdings sind hier, wie bereits unter 5.2 erwähnt, die Werte in der Kompostgüteklasse B deutlich höher als in den Güteklassen A+ und A. Während der berechnete Median für die Gärrückstände nur geringfügig höher ist als jener in der Kompostgüteklasse B, so erreichen die Klärschlämme fast das doppelte Ausmaß mit dem Großteil der Werte im Bereich von 4 bis 6,5 % der Trockenmasse.

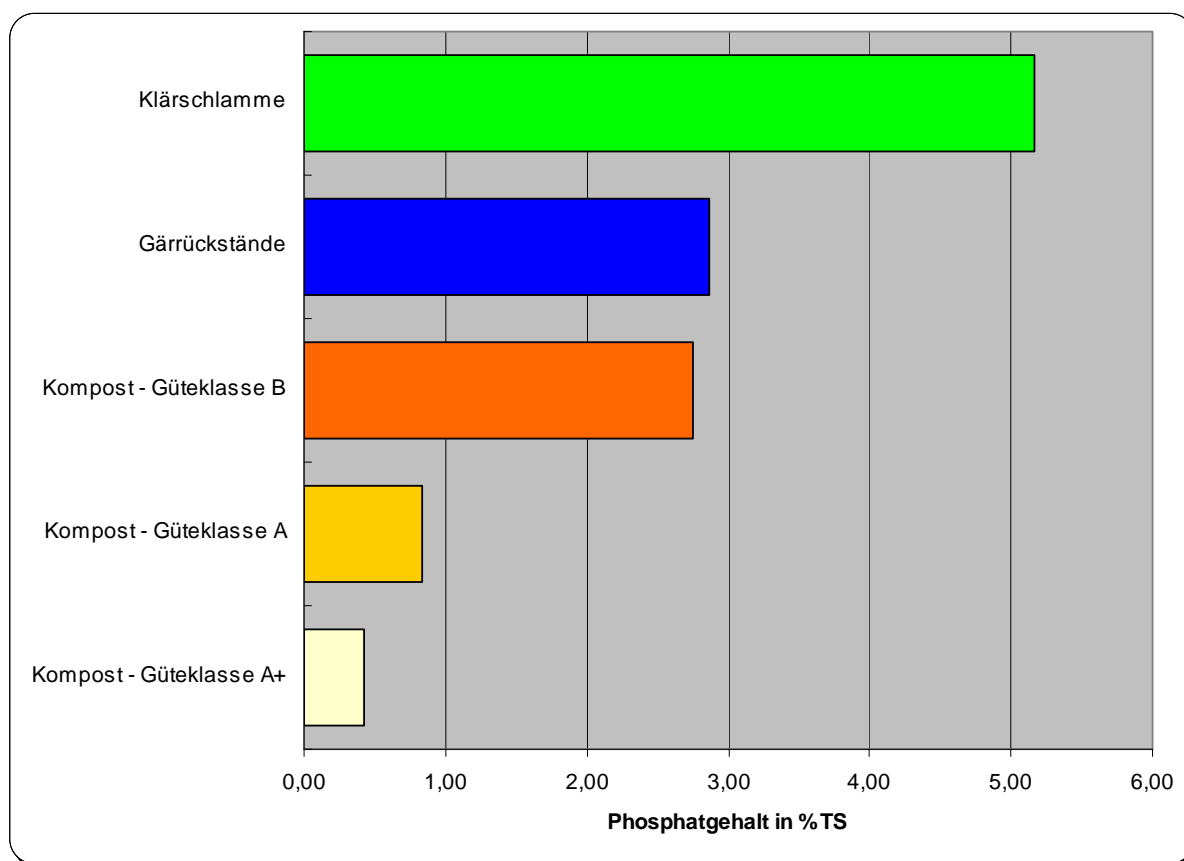


Abbildung 39: Vergleich des Phosphatgehaltes von Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>44</sup>

<sup>44</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

### 8.3 Kalium

Ebenso wie beim Phosphat musste der Gehalt an  $K_2O$  erst unter Zuhilfenahme der Umrechnungstabelle aus der Änderung der Düngemittelverordnung 2004, Anlage 1 errechnet werden. Hierfür wurden die angegebenen Kaliumwerte durch 0,830 dividiert. Zudem musste der Kaliumgehalt, wie auch der Phosphatgehalt, erst in % Trockenmasse umgerechnet werden, da alle Nährstoffe in den Klärschlämmen in der „Untersuchung der Stoffflüsse und sinnvollen Verwertung von Reststoffnutzung aus Klärschlamm in der Steiermark – Endbericht“, S.32 in kg/t Trockenmasse angegeben waren.

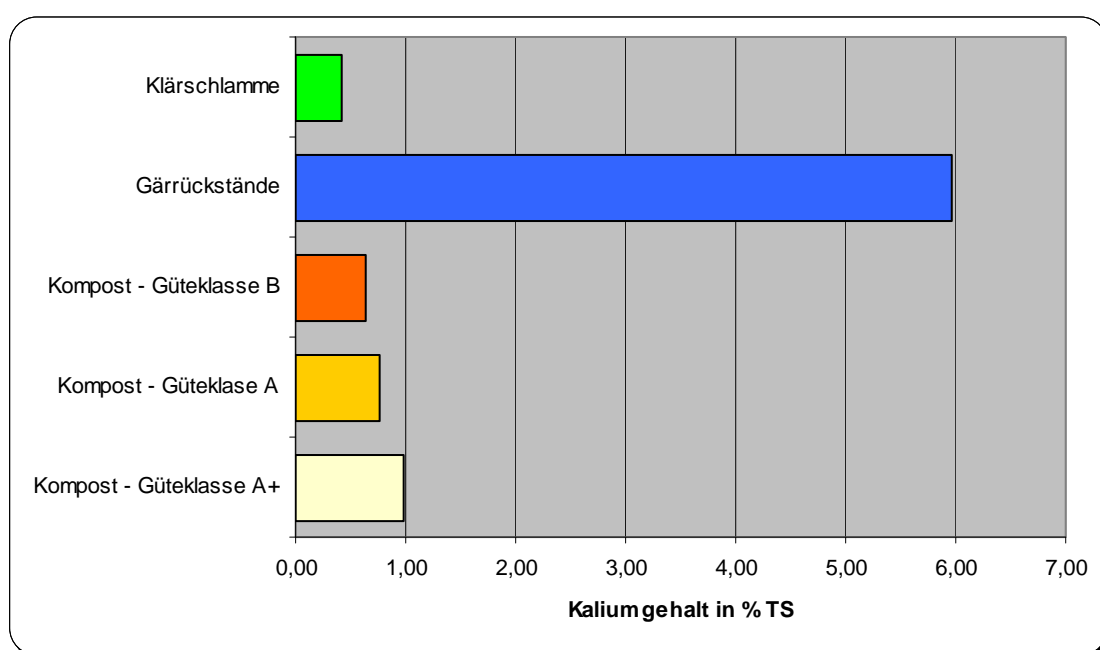


Abbildung 40: Vergleich des Kaliumgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>45</sup>

Wie aus Abbildung 40 ersichtlich ist, ist der Median der Gärrückstände sechsmal höher als etwa in der Kompostgüteklasse A+. Im Durchschnitt liegen die Werte bei den Gärrückständen aus Biogasanlagen im Bereich von 4 bis 8 % der Trockenmasse. Der niedrigste Wert der Messungen betrug dabei 0,18 und der höchste 17,77 %. Die Klärschlämme mit durchschnittlichen Kaliumwerten von 0,4 bis 0,6 % der Trockenmasse können da nicht mithalten und liegen sogar unter den Werten der Kompostgüteklasse B.

<sup>45</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.4 Chrom

Bei den Schwermetallen sieht die Situation etwas anders aus. Die Messungen der Chromkonzentrationen in den Gärrückständen zeigten, dass dort der Median, verglichen mit den Komposten, um ein Vielfaches geringer ist, wohingegen er bei den Klärschlämmen laut den Daten der FA17C deutlich höher ist. Ein etwas anderes Bild bei den Klärschlämmen zeigen die Auswertungen der Daten der FA 19A, wonach der Median der Klärschlämme in den Jahren 2004 und 2005 etwas unter denen der Komposte liegt.

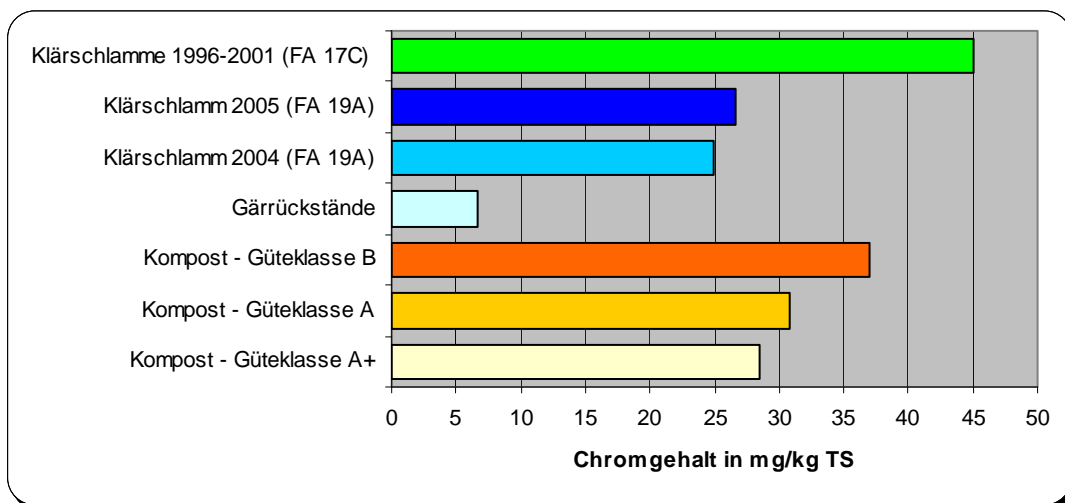


Abbildung 41: Vergleich des Chromgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>46</sup>

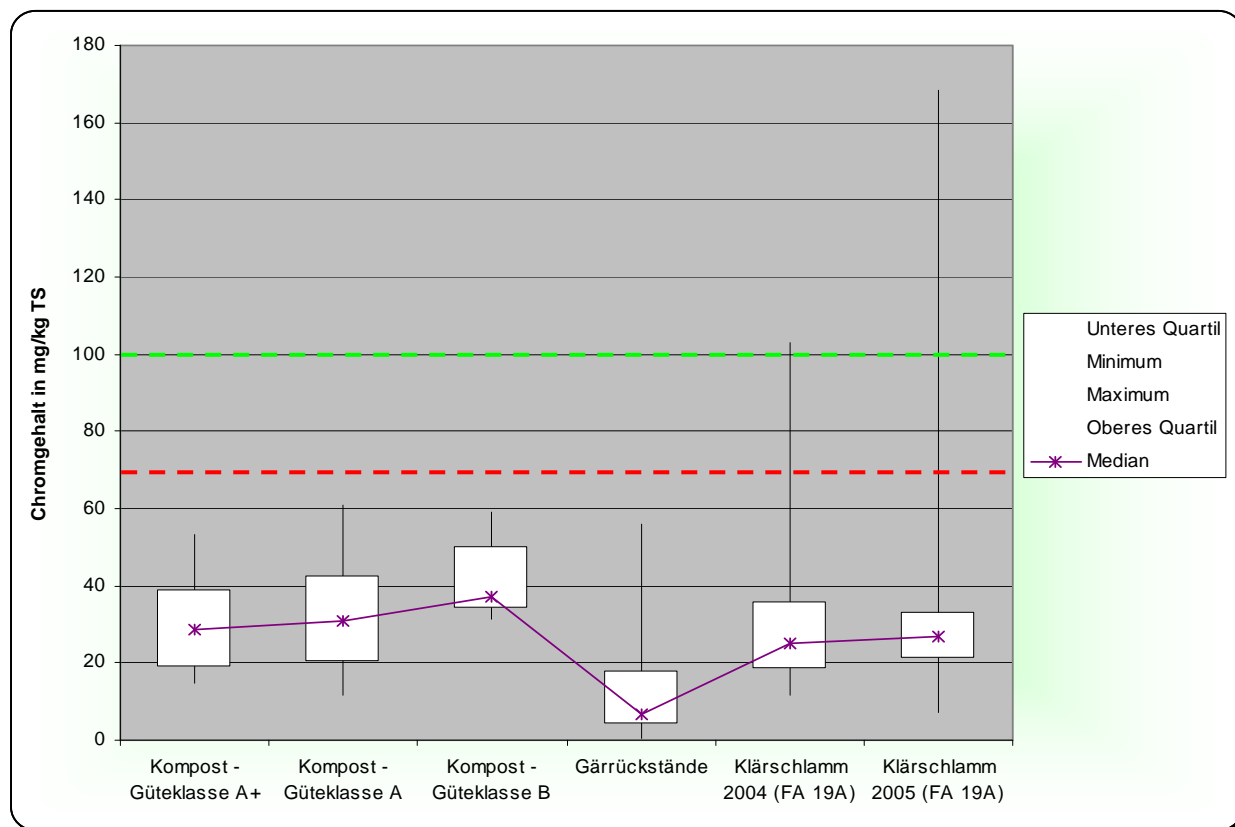
Aufgrund der Daten der FA 17C für die Jahre 1996 bis 2001 beträgt die gemessene Höchstkonzentration von Chrom bei den Klärschlämmen 1677 mg/kg TS, die niedrigste 12 mg/kg TS. Die aktuellsten Daten aus dem Jahr 2005, die der FA 19A vorliegen, weisen hingegen einen Höchstwert von 168,2 mg/kg TS und einen Minimalwert von 7,3 mg/kg TS auf, haben also eine deutlich geringere Schwankungsbreite. Drei Viertel der gemessenen Chromkonzentrationen im Klärschlamm liegen im Jahr 2005 unter 33 mg/kg TS. Damit liegen sämtliche Messungen deutlich unter dem geltenden Grenzwert von 300 mg/kg TS für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost.

Bei den Gärrückständen reichen die Messungen vom Minimummesswert von 0,30 mg/kg TS bis zum Maximum von 56 mg/kg TS. Anhand eines Boxplots, den

<sup>46</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls



Abbildung 42 zeigt, kann abgelesen werden, dass der Bereich zwischen unterem und oberem Quartil der Proben von Gärrückständen aus steirischen Biogasanlagen Werte zwischen 4,10 und 18 mg/kg TS aufweist.



--- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+ und A: 70 mg/kg TS

--- Grenzwert lt. Düngemittelverordnung: 100 mg/kg TS

Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B: 250 mg/kg TS

Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost: 300 mg/kg TS

**Abbildung 42: Vergleich der Chromkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>47</sup>**

Für die Komposte gelten die jeweiligen Grenzwerte für Schwermetalle laut Kompostverordnung, Anlage 2. Bei den Gärrückständen gibt es keine Verordnung, in der die Grenzwerte eindeutig festgelegt sind, daher werden meist die Werte laut Düngemittelverordnung zur Beurteilung herangezogen. Bezüglich des Klärschlammes sind, wie bereits erwähnt, die Werte für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost zu beachten.

<sup>47</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.5 Nickel

Betrachtet man den Gehalt an Nickel in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen, so erhält man ein nahezu identisches Bild wie beim Chrom.

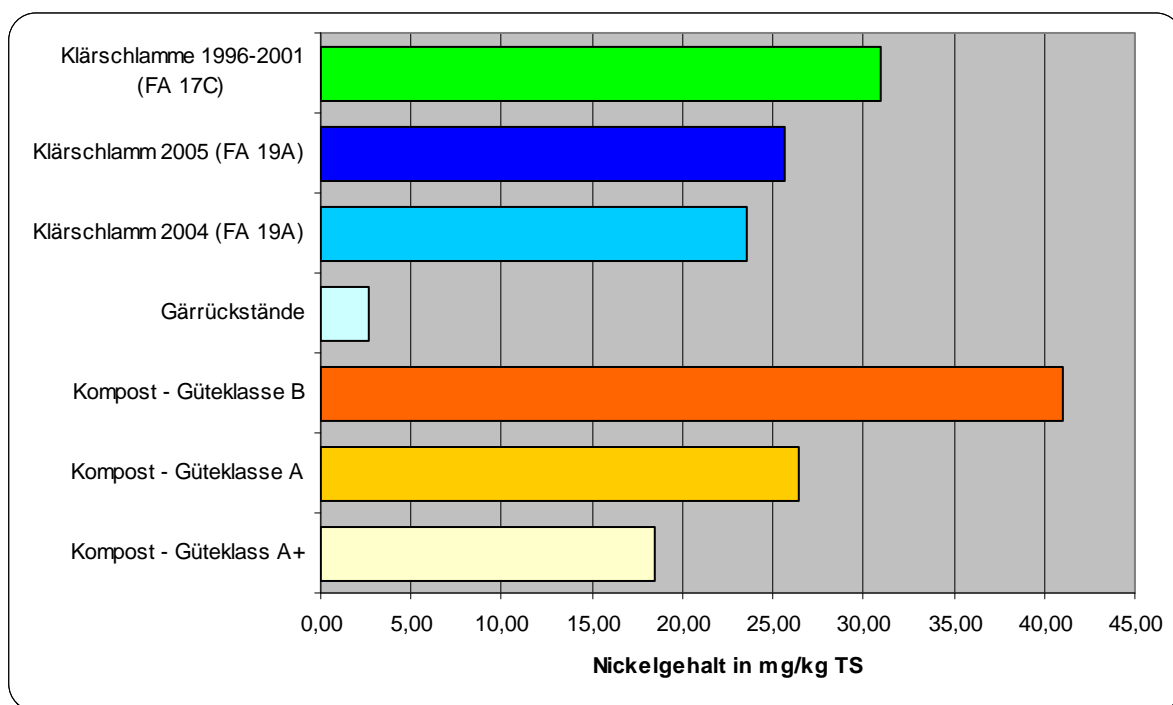


Abbildung 43: Vergleich des Nickelgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>48</sup>

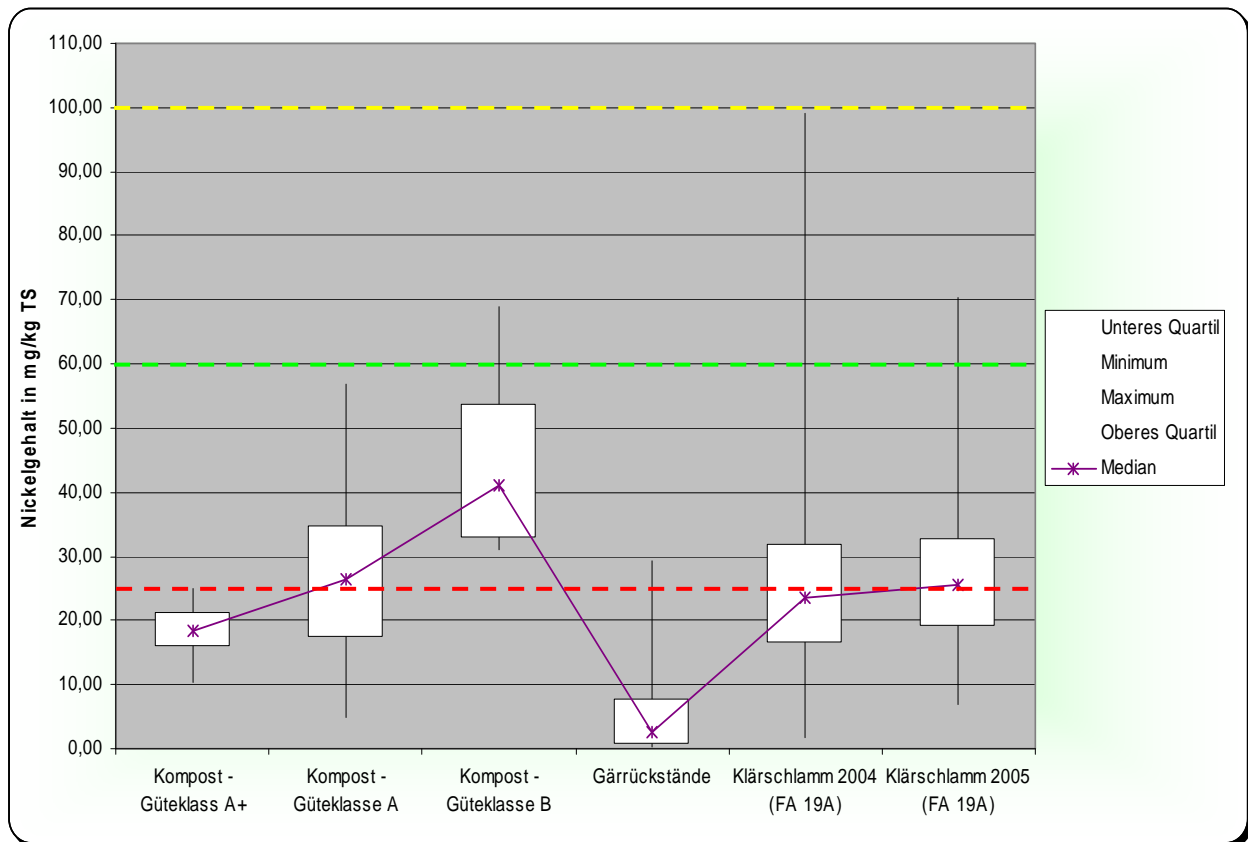
Laut den Auswertungen nimmt der Median in der Kompostgüteklasse B einen um über 15-mal höheren Wert an, als jener bei den Gärrückständen. Durch Analyse der Abbildung 44 relativiert sich dieses Verhältnis wieder etwas und man erkennt, dass 75 % aller Messwerte in der Kompostgüteklasse B unter 53,70 mg/kg und bei den Gärrückständen unter 7,78 mg/kg TS liegen.

Unter Zuhilfenahme des folgenden Boxplots sieht man auch, dass die vorgeschriebenen Grenzwerte bei allen ausgewerteten Proben eingehalten werden. Bei den Klärschlämmen sind die Werte in den Jahren 2004 und 2005 sehr ähnlich, wobei es 2005 leichte Erhöhungen gab. In beiden Jahren lag aber jeweils nur knapp ein Viertel der gemessenen Konzentrationen über einem Wert von 33 mg/kg TS.

Würden wir allerdings die Auswertungen für Klärschlämme der FA 17C aus den Jahren 1996 bis 2001 heranziehen, wären die Werte etwas höher, wie auch die

<sup>48</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

graphische Darstellung des Medians in Abbildung 43 erahnen lässt. Der Spitzenwert liegt sogar bei 543 mg/kg TS und weicht sehr stark von den übrigen Messungen ab.



- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+: 25 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A: 60 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B, für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost und lt. Düngemittelverordnung: 100 mg/kg TS

**Abbildung 44: Vergleich der Nickelkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>49</sup>**

Wie Abbildung 44 veranschaulicht, werden alle jeweiligen Grenzwerte eingehalten, obwohl es im Bereich der Klärschlämme wiederum einige starke Abweichungen vom Durchschnitt gibt. Zu Überschreitungen kommt es jedoch nur in den hier vernachlässigten Daten aus den Jahren 1996 bis 2001, die der FA 17C vorliegen.

<sup>49</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.6 Kupfer

Bei einer Beurteilung des Kupfergehaltes liegen die Klärschlämme gemessen am Median an erster Stelle, gefolgt von der Kompostgüteklasse B. Die Mediane der Kompostgüteklasse A und der Gärrückstände liegen hier nahezu gleichauf, wie auch aus der untenstehenden Abbildung 45 ersichtlich ist.

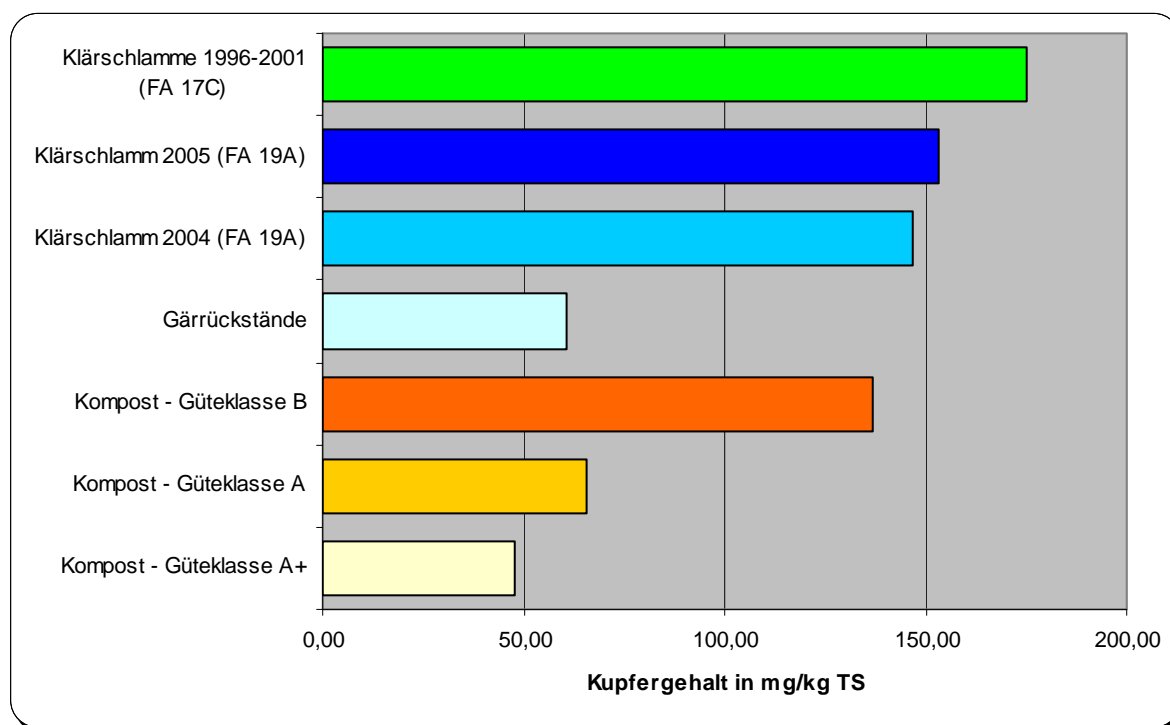
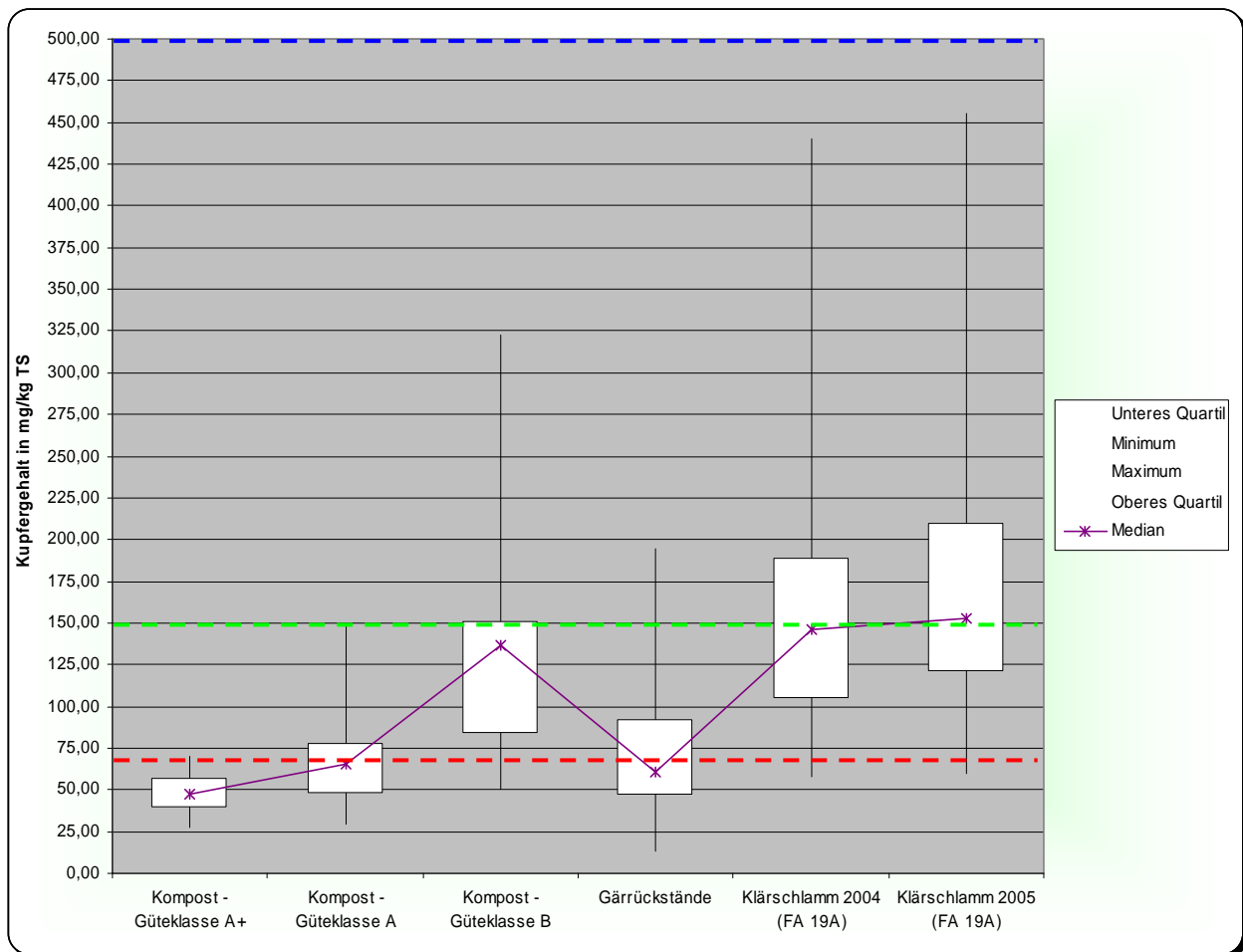


Abbildung 45: Vergleich des Kupfergehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>50</sup>

Bei den Klärschlämmen sind wiederum große Unterschiede in den Messwerten vorzufinden. So beträgt im Jahr 2005 der minimale Messwert 59,55 mg/kg TS, der Höchstwert liegt bei 455 mg/kg TS. Abbildung 46 zeigt, dass sich das untere Quartil bei 120,25 mg/kg TS befindet und das obere bei 210,06 mg/kg TS. Im Jahr 2004 sind die Unterschiede dieser Werte im Allgemeinen etwas niedriger. Bei den Gärrückständen reicht der Datenbereich der mittleren 50 % von 46,42 bis 91,85 mg/kg TS. Obwohl der Median der Gärrückstände mit 60,9 mg/kg TS und jener der Kompostgüteklasse A mit 65,5 mg/kg TS beinahe gleich groß sind, so ist der Streubereich zwischen erstem und drittem Quartil bei den Komposten der Güteklasse A geringer und erstreckt sich nur über den Bereich von 47,40 bis 77,45 mg/kg TS.

<sup>50</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls



- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+: 70 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A: 150 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B, für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost: 500 mg/kg TS

**Abbildung 46: Vergleich der Kupferkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>51</sup>**

Die Kupferkonzentrationen betreffend kommt es, wie bereits bei Chrom und Nickel, zu keinen Überschreitungen. Unter Einbeziehung der Daten für Klärschlämme der FA 17C wären jedoch erneut einige Ausreißer dabei.

<sup>51</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.7 Zink

Bezüglich des Zinkgehaltes ist der Unterschied zwischen dem berechneten Median der Gärrückstände und dem der Kompostgüteklasse B nicht sehr groß. Dagegen heben sich die Mediane der Klärschlämme, sowohl 1996 bis 2001 als auch in den Jahren 2004 und 2005, deutlich von den anderen ab.

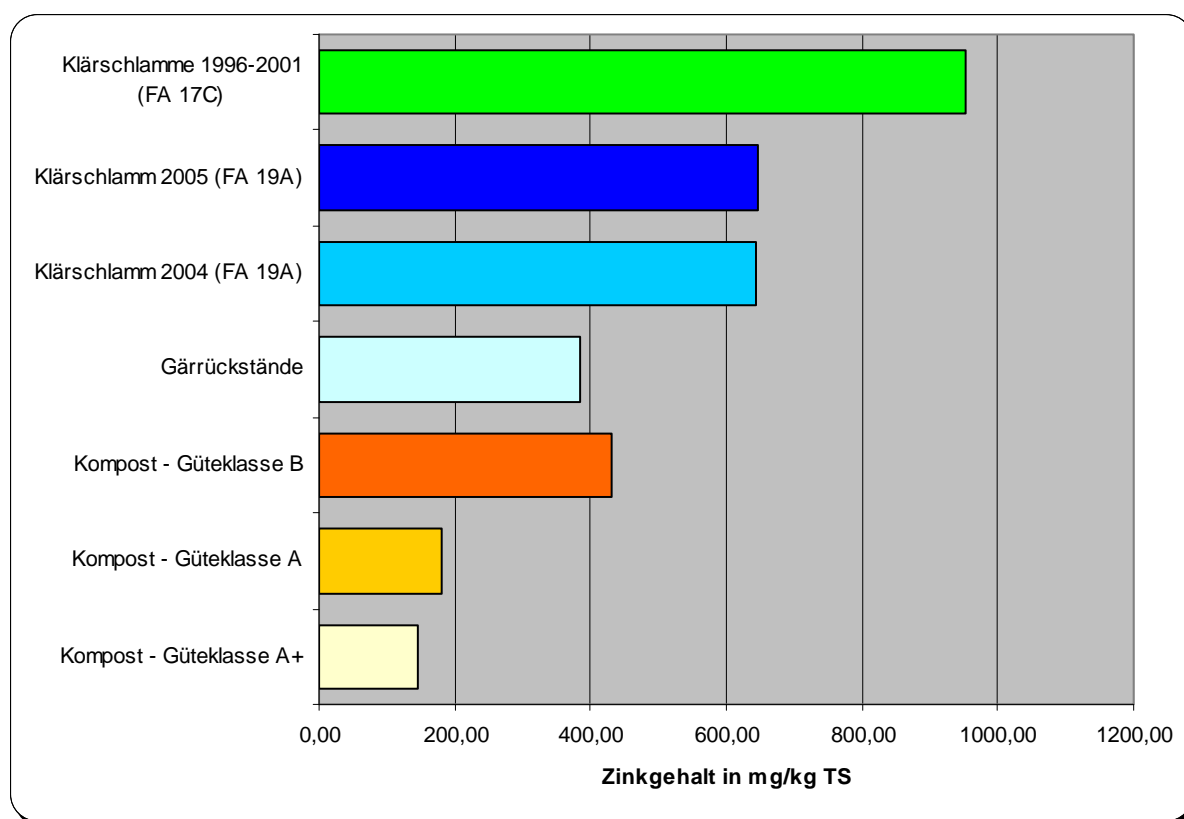
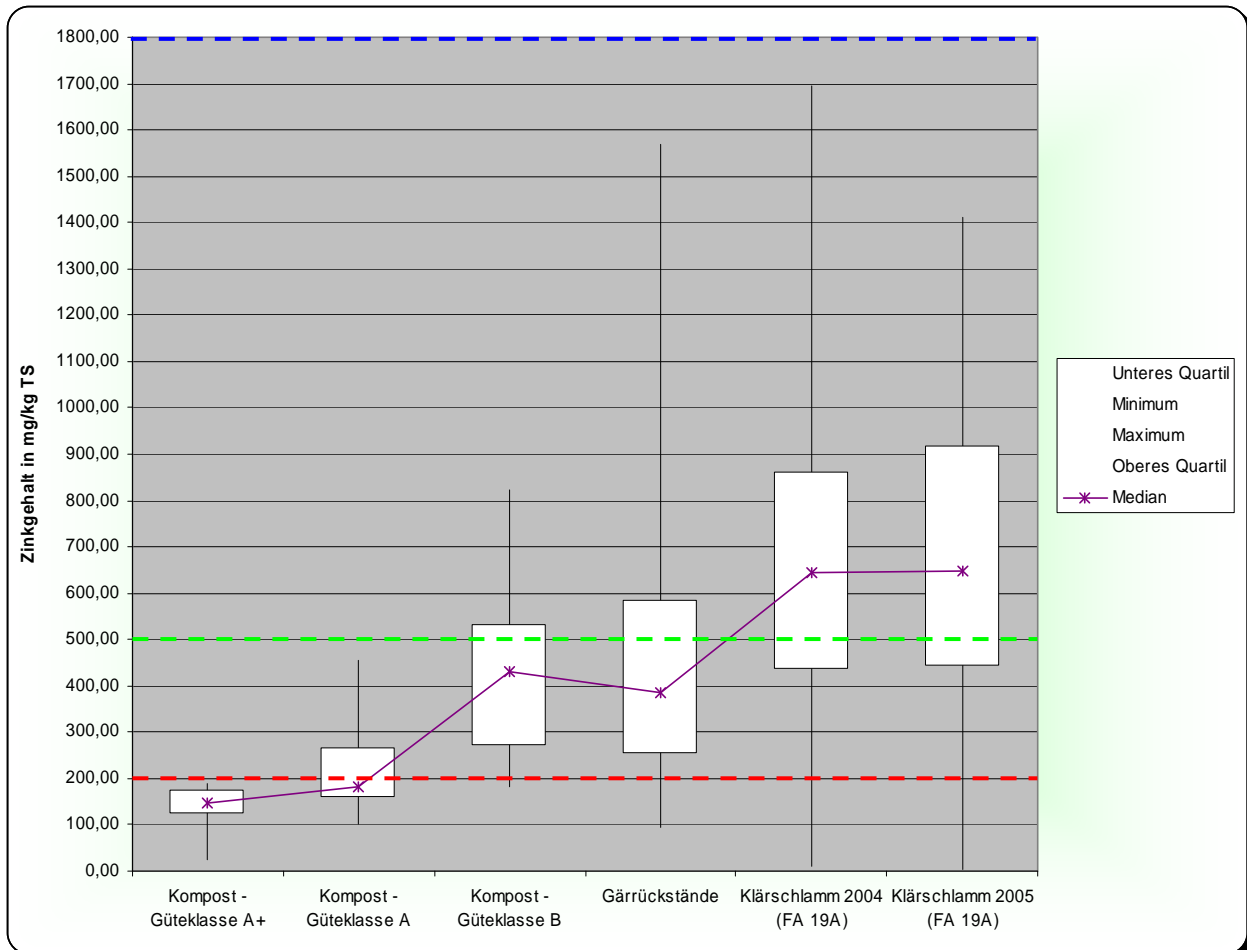


Abbildung 47: Vergleich des Zinkgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>52</sup>

Im Gegensatz zu den Messungen in den Kompostproben der Güteklasse A+, bei denen nur ein Viertel eine Zinkkonzentration von über 174,50 mg/kg TS aufweist, liegen bei den Gärrückständen nur 25 % unter 251,22 mg/kg TS, aber immerhin drei Viertel der gemessenen Zinkgehalte in den Proben der Gärrückstände aus Biogasanlagen befinden sich unterhalb eines Wertes von 585,19 mg/kg TS. Die Schwankung insgesamt mit einem Minimalmesswert von 94,14 mg/kg TS und einem Maximalmesswert von 1567,50 mg/kg TS ist bei den Gärrückständen allerdings sehr hoch, wobei für die Klärschlämme dasselbe gilt.

<sup>52</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

Bei den Klärschlämmen liegt das untere Quartil im Jahr 2005 bei ca. 442 mg/kg TS, also noch um einiges höher als bei den Gärrückständen. Das bei 918,34 mg/kg TS liegende obere Quartil zeigt, dass die mittleren 50 % sich über einen sehr großen Bereich erstrecken, wie auch in Abbildung 48 ersichtlich ist.



- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+: 200 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A: 500 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B: 1800 mg/kg TS
- Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost: 2000 mg/kg TS

**Abbildung 48: Vergleich der Zinkkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>53</sup>**

<sup>53</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.8 Cadmium

Die Cadmiumwerte in den Kompostgüteklassen A+ und A sind  $<0,5$  mg/kg TS. Um eine Darstellung in Diagrammform zu ermöglichen, wurden hier, wie bereits in Abschnitt 6.5, die Werte  $<0,5$  mg/kg TS mit  $0,49$  mg/kg TS eingegeben. Da bei den Gärrückständen sämtliche Werte der 15 beprobten Biogasanlagen genau angegeben wurden, ist der, im Vergleich zu den Kompostgüteklassen A+ und A, niedrigere Median damit zu erklären.

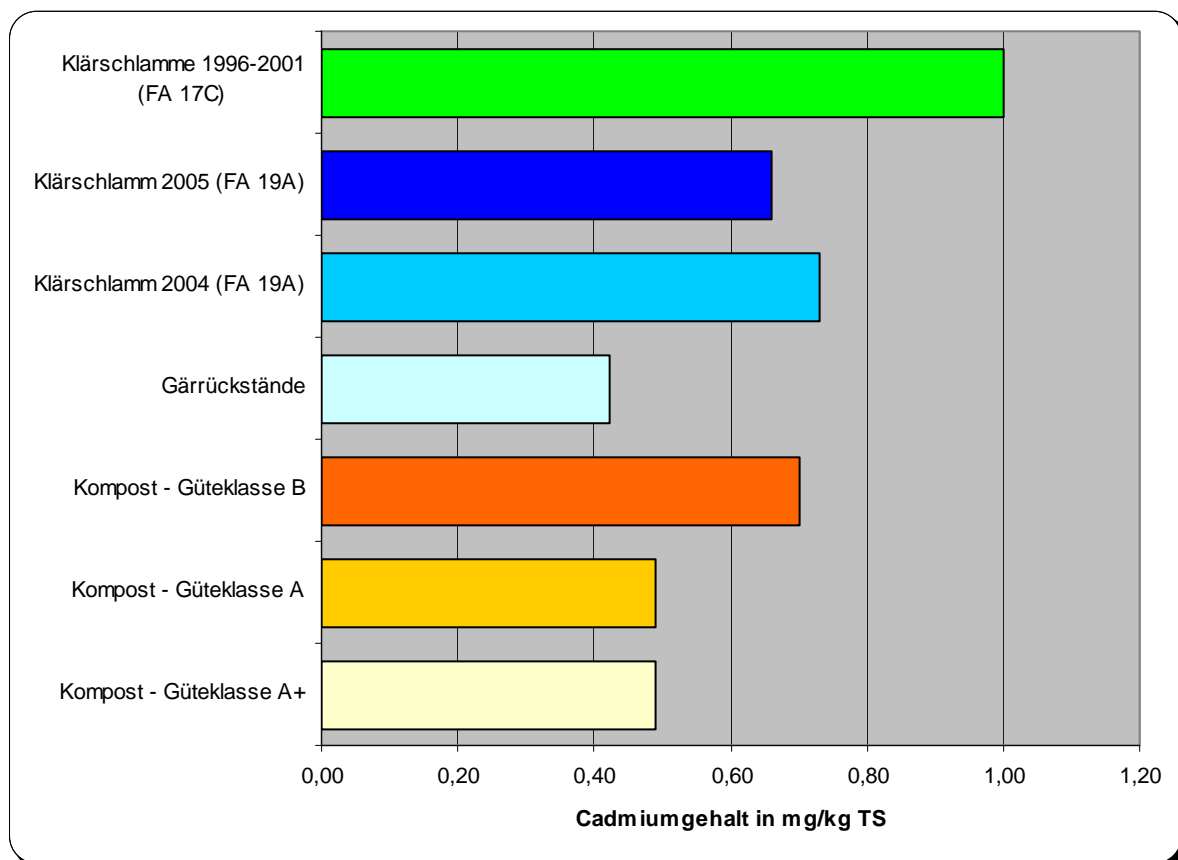
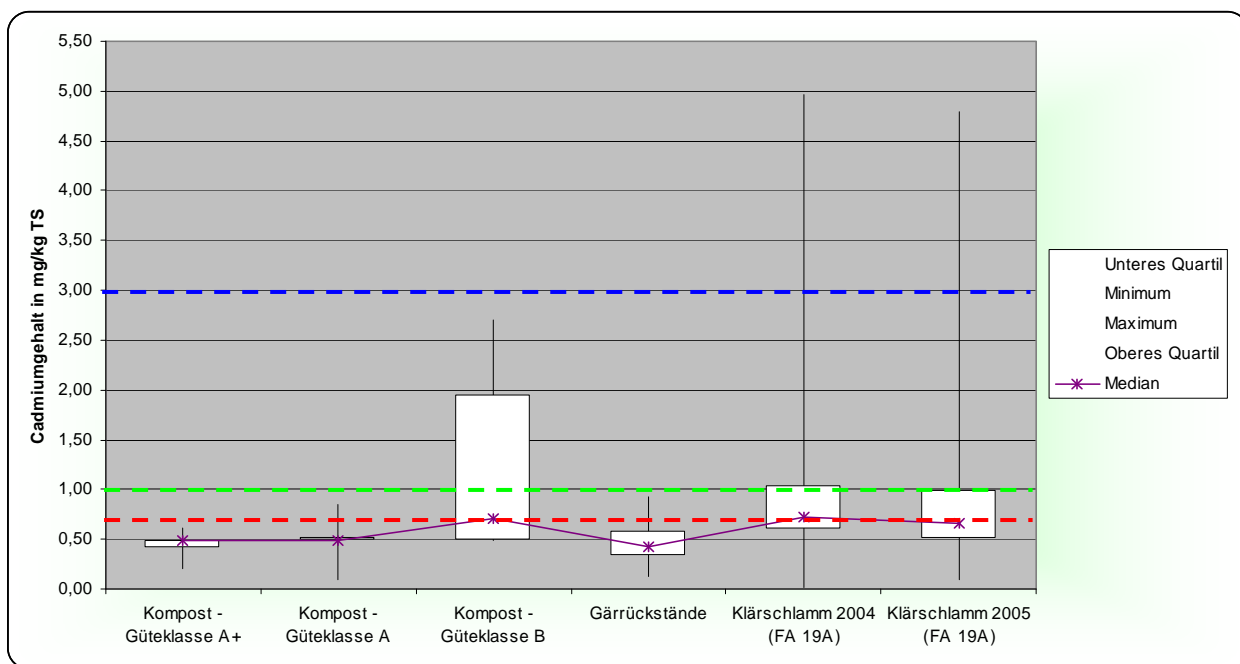


Abbildung 49: Vergleich des Cadmiumgehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>54</sup>

Der berechnete Median für die Kompostgüteklasse B ist mit  $0,7$  mg/kg TS etwas niedriger als jener für die Klärschlämme. Würde man die Cadmiumkonzentrationen nur anhand der Mediane beurteilen, so könnten keine Grenzüberschreitungen für die einzelnen Klassen festgestellt werden. Dass vereinzelt aber doch Überschreitungen vorkommen, zeigt uns die nachfolgende Abbildung 50.

<sup>54</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls





- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+: 0,7 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A: 1 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B, für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost und lt. Düngemittelverordnung: 3 mg/kg TS

**Abbildung 50: Vergleich der Cadmiumkonzentration in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und lt. Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>55</sup>**

Bei den Klärschlämmen ist hier erneut eine sehr große Schwankungsbreite vorhanden, die im Jahr 2005 vom kleinsten Messwert bei 0,1 mg/kg TS bis zum Höchstwert von 4,79 mg/kg TS reicht. Bei den Gärrückständen sind die Schwankungen dagegen nur unbedeutend.

Insgesamt liegen 75 % der beprobten Klärschlämme aus dem Jahr 2005 unter 0,99 mg/kg TS und somit auch unterhalb des Grenzwertes von 3 mg/kg TS für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost. Die Gärrückstände weisen, wie bereits anhand der Abbildung 49 ersichtlich war, einen geringeren Gehalt an Cadmium auf, wobei hier nur 25 % die Marke von 0,58 mg/kg TS überschreiten.

<sup>55</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.9 Quecksilber

Während es bezüglich des Quecksilbergehaltes in den verschiedenen Kompostgüteklassen nur kleine Unterschiede gibt, klafft die Lücke zwischen Gärrückständen und Klärschlamm hier relativ weit auseinander. Im Vergleich zu den Werten im Kompost sind die Klärschlammwerte der FA 17C, beurteilt nach dem Median, sogar um sieben Mal höher.

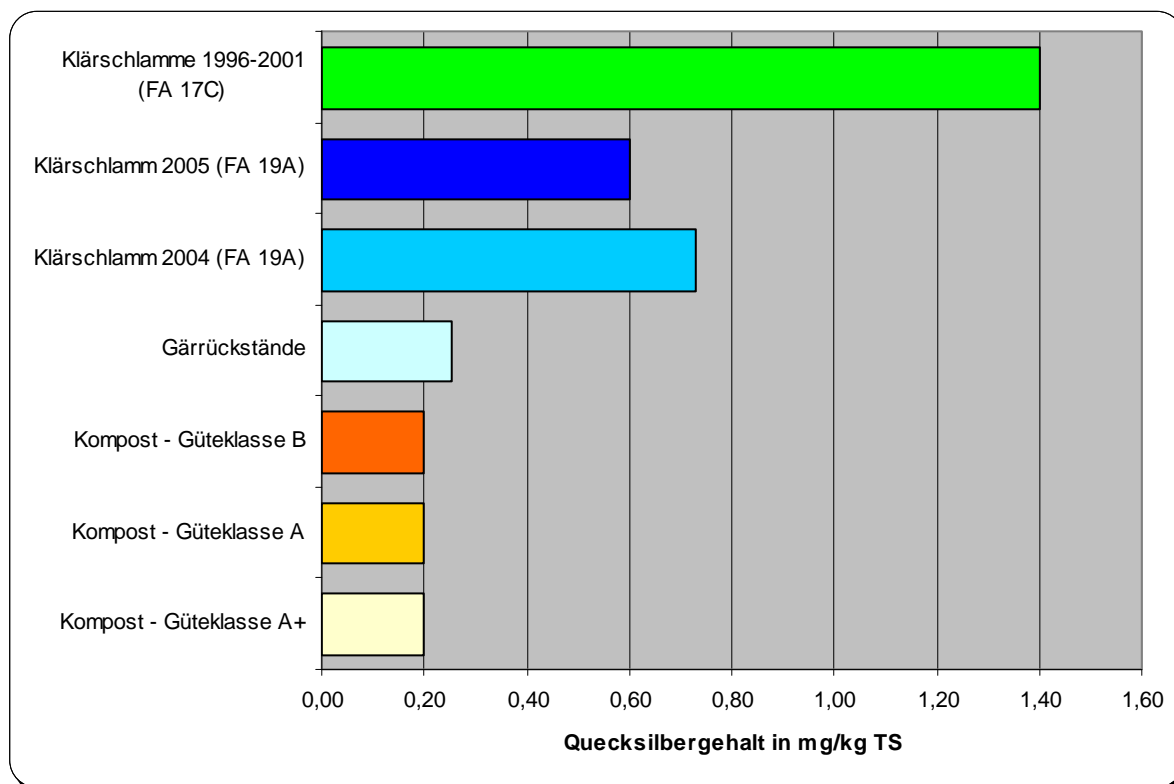


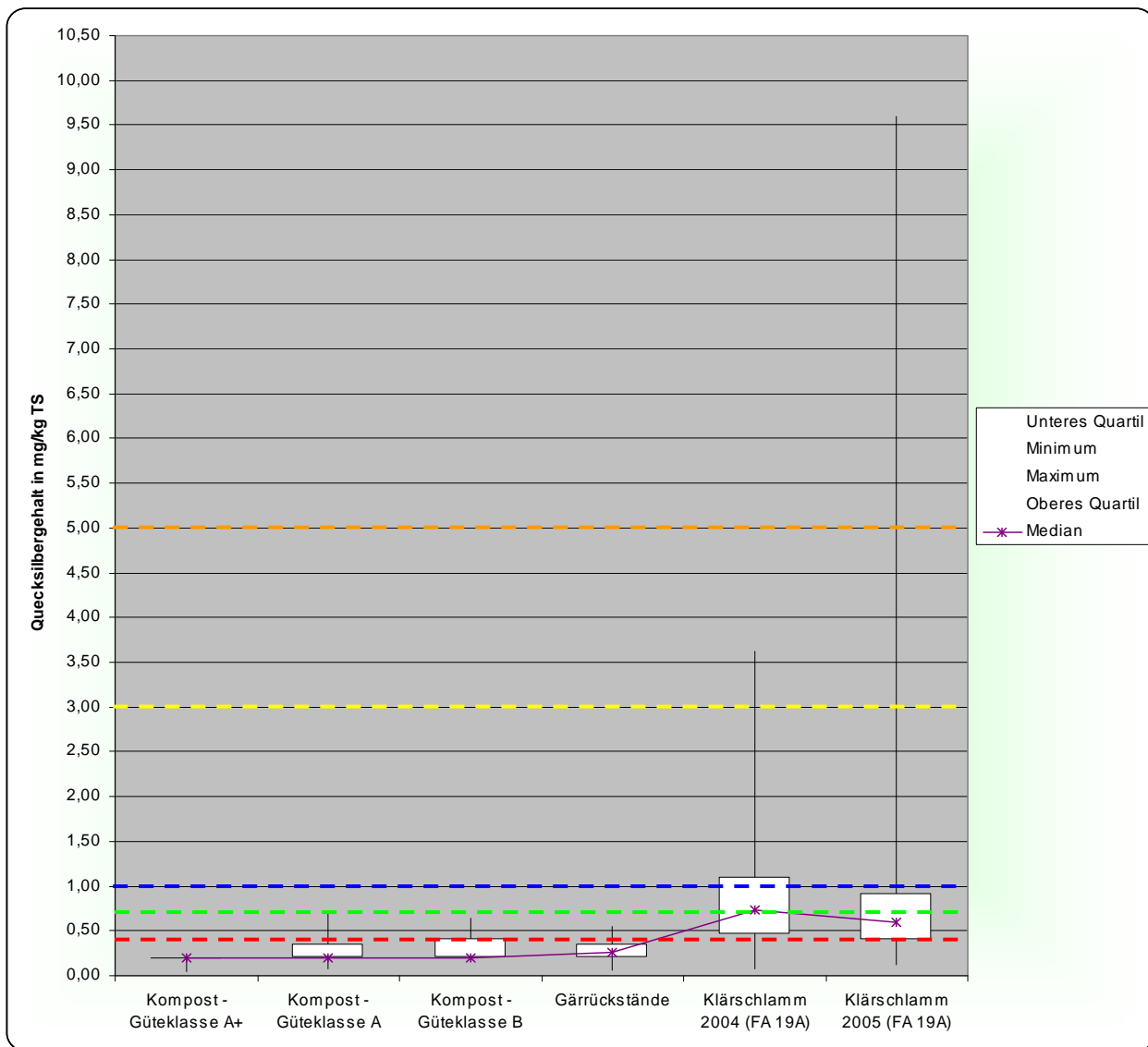
Abbildung 51: Vergleich des Quecksilbergehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen<sup>56</sup>

Da der Großteil der Messwerte in den einzelnen Kompostgüteklassen unter 0,25 mg/kg TS liegt und auch die Gärrückstände in diesem Bereich liegen, werden an dieser Stelle nur die Klärschlämme genauer betrachtet.

Wie bei allen bisherigen Schwermetallen variieren die Messwerte im Bereich der Klärschlämme am stärksten. Der niedrigste gemessene Quecksilbergehalt in den entnommenen Klärschlammproben im Jahr 2005 betrug 0,12 mg/kg TS, im Gegensatz zum höchsten im Klärschlamm gemessenen Wert, der mit 9,6 mg/kg TS um ein vielfaches größer ist. Trotz dieser enormen Unterschiede kann gesagt werden, dass

<sup>56</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

sich drei Viertel der Quecksilberkonzentrationen in den Klärschlammproben unterhalb eines Wertes von 0,91 mg/kg TS befinden und somit auch den Grenzwert von 5 mg/kg TS deutlich unterschreitet.



- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+: 0,4 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A: 0,7 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B: 3 mg/kg TS
- Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost: 5 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Düngemittelverordnung: 1 mg/kg TS

**Abbildung 52: Vergleich der Quecksilberkonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlämmen mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und lt. Düngemittelverordnung, sowie mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>57</sup>**

<sup>57</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 8.10 Blei

Beim Vergleich der Mediane für die einzelnen Kompostgüteklassen, die Gärrückstände und Klärschlämme in Abbildung 53 ist abermals ein signifikanter Unterschied zwischen den Messungen in den Klärschlämmen und den Gärrückständen zu erkennen.

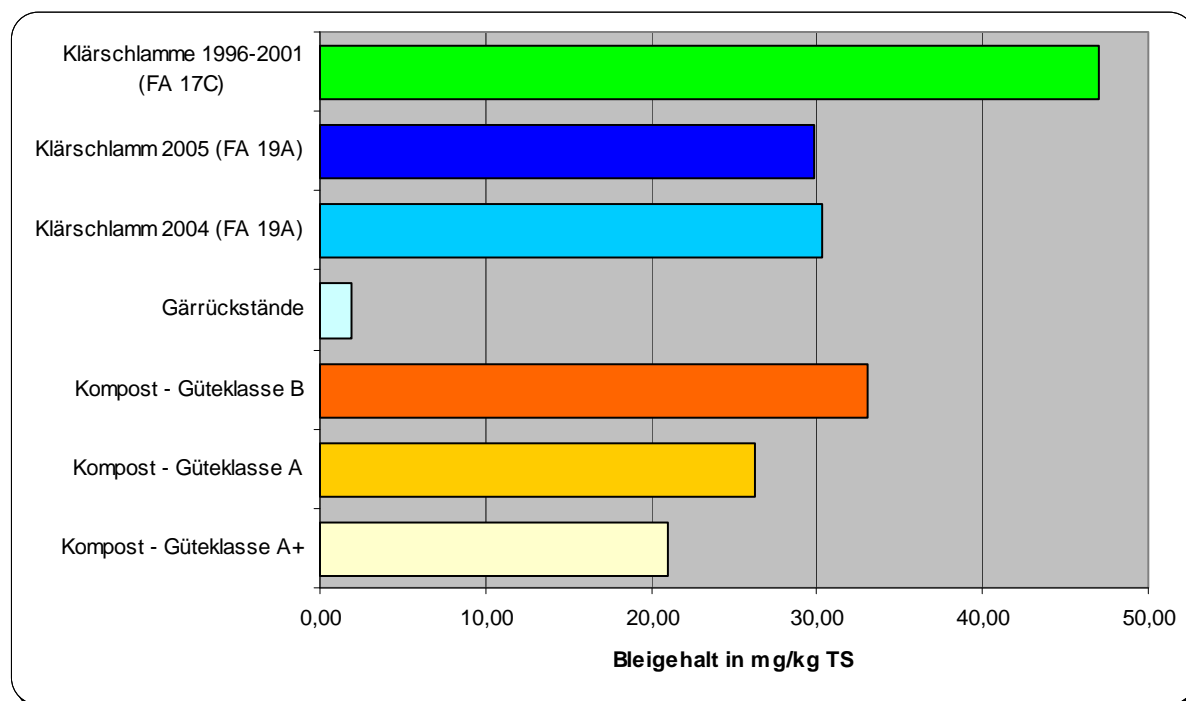
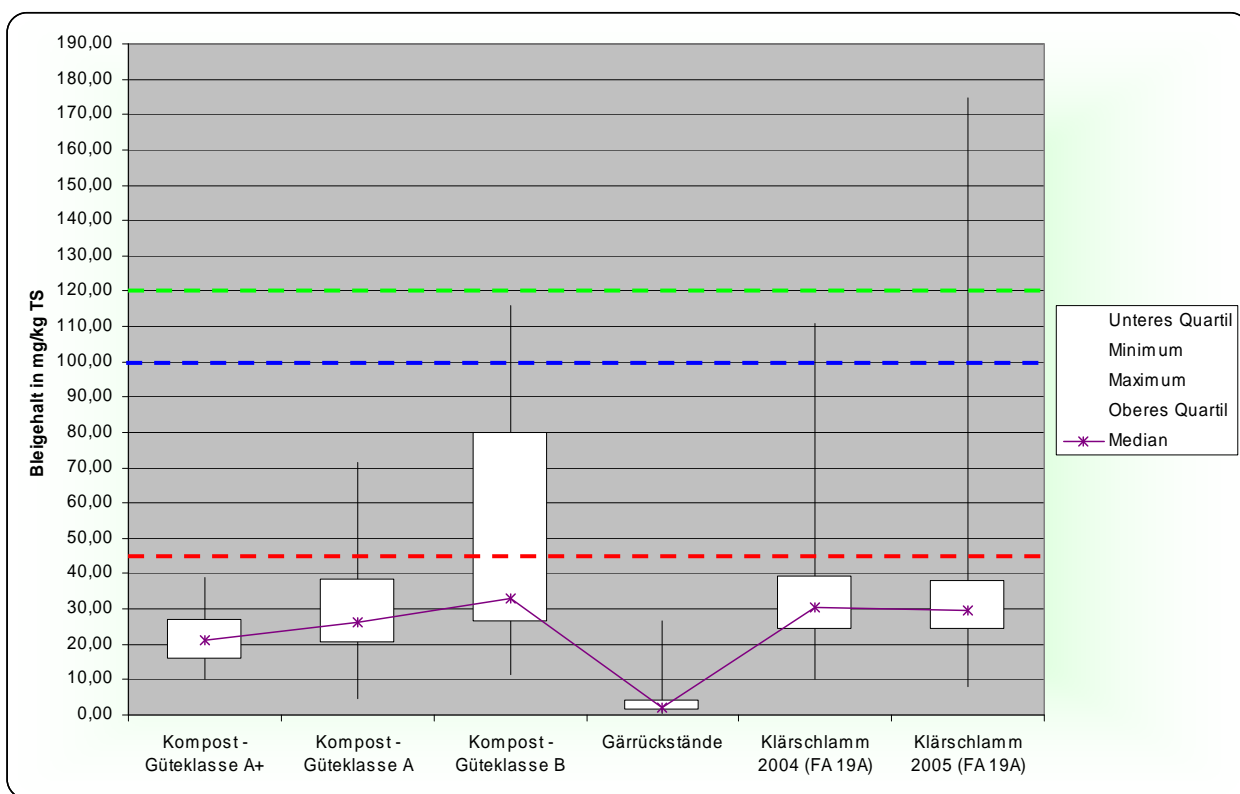


Abbildung 53: Vergleich des Bleigehaltes in Komposten, Gärrückständen und Klärschlamm<sup>58</sup>

Um detailliertere Aussagen machen zu können, ist es sinnvoller, sich den nachfolgenden Boxplot in Abbildung 54 anzusehen. Darauf ist zu sehen, dass sämtliche Messungen in Komposten der Güteklasse A+ und A sehr niedrig sind. Auch in der Güteklasse B liegen 75 % aller Proben unter 80 mg/kg TS. Bei 38,06 mg/kg TS befindet sich das obere Quartil bei den Klärschlämmen aus dem Jahr 2005 ebenfalls sehr weit unten, wobei sich der maximale Messwert mit 174,85 mg/kg TS deutlich davon abhebt.

Im direkten Vergleich mit den in den Gärrückständen gemessenen Bleikonzentrationen sind jedoch alle anderen Werte hoch. Dort befinden sich die mittleren 50 % der Messdaten in einem Bereich von 1,27 bis 4,35 mg/kg TS.

<sup>58</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls



- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A+: 45 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse A: 120 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Düngemittelverordnung: 100 mg/kg TS
- Grenzwert lt. Kompostverordnung für die Kompostgüteklasse B und Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost: 200 mg/kg TS

**Abbildung 54: Vergleich der Bleikonzentrationen in Komposten, Gärrückständen und Klärschlamm mit den Grenzwerten lt. Kompostverordnung und mit dem Grenzwert für Schlamm als Ausgangsmaterial für Kompost<sup>59</sup>**

<sup>59</sup> T:\FerialpraktikantInnen\Rauter Barbara\Komposte-Gärrückstände-Klärschlämme.xls

## 9. Resümee

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass im Bereich der Nährstoffe nicht immer die Kompostgüteklasse A+ am besten ist und die Deklaration mit A+ nicht gleichbedeutend mit einem hohen Nährstoffgehalt ist. Denn wie man zum Beispiel anhand des Phosphatgehaltes sehr deutlich sieht, sind Komposte der Güteklasse A+ für eine Phosphatdüngung nur ungenügend einsetzbar, wohingegen Komposte der Güteklasse B sehr hohe Phosphatgehalte aufweisen.

Weiters brachte der Vergleich der Nährstoff- und Schwermetallgehalte in Komposten, Gärrückständen aus Biogasanlagen und Klärschlämmen das Ergebnis, dass die Gehalte an Stickstoff, Phosphat und Kalium in den Gärrückständen besonders hoch sind und zudem auch im Klärschlamm sehr viel Phosphat und Stickstoff enthalten ist.

Hinsichtlich der Schwermetallkonzentrationen ist zu erwähnen, dass die Gärrückstände in diesem Bereich sehr gut abschneiden und meist sogar unter den Werten für die Kompostgüteklasse A+ liegen. Anders sieht die Situation bei den Klärschlämmen aus, die bei fast allen untersuchten Schwermetallen die höchsten Werte verzeichneten. Auffallend war hier zudem, dass es bei den Klärschlämmen immer einige sehr hohe Messwerte gab bzw. die Werte stark variierten. Ebenso erwähnenswert ist die Tatsache, dass es bei den Klärschlämmen teilweise sehr große Unterschiede zwischen den Daten der FA 17C und der FA 19A gibt, wobei jene der FA 17C stets höher sind und mit wesentlich größeren Ausreißern versehen, als jene der FA 19A.

Abschließend wäre anzumerken, dass eine Beurteilung der Komposte steirischer Kompostieranlagen anhand des Schwermetallgehaltes sicher sinnvoll ist. Es sollte jedoch überlegt werden, einen Beurteilungsweg zu entwickeln, bei dem auch die Nährstoffgehalte und Gehalte an organischen Substanzen miteinbezogen werden könnten, denn auch diese Substanzen machen einen guten Kompost aus.