



---

**Klaus Büchel** Anstalt  
**Ingenieurbüro für  
Agrar- & Umwelt-  
beratung**

Wegacker 5  
Postfach 54  
FL-9493 Mauren

Tel. 00423-375 90 50  
Fax 00423-375 90 51  
E-Mail: [kba@kba.li](mailto:kba@kba.li)


# **Kommunale Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein**

## **Synthesebericht 2014**

Amt für Umwelt, Abteilung Umweltschutz

Januar 2015

## Impressum

Auftraggeber	Amt für Umwelt, Abteilung Umweltschutz, Vaduz
Auftragnehmer	 Klaus Büchel Anstalt, Ingenieurbüro für Agrar- & Umweltberatung, Mauren
Projektleitung	Klaus Büchel
Projektbearbeitung	Stefan Zeller, Dr. Alexander Heim
Erstellt	29.01.2015
Alle Rechte vorbehalten: ©	Klaus Büchel Anstalt

20150128\_AU\_Kompost Synthesebericht 2014.docx

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Auftrag .....	4
2	Inspektion.....	6
2.1	Kompostierplätze.....	6
2.2	Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut .....	9
3	Mengenbilanz.....	11
3.1	Input.....	11
3.2	Verarbeitungsprozess .....	11
3.3	Output.....	11
4	Produkt und Produktqualität .....	12
4.1	Kompostierplätze.....	12
4.1.1	Kompostqualität .....	12
4.1.2	Schwermetallgehalte .....	13
4.1.3	Nährstoffgehalte.....	16
4.1.4	Weitere Qualitätsparameter .....	17
4.1.5	Reifegrad.....	17
4.1.6	Biotests .....	17
4.2	Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut .....	18
5	Schlussfolgerungen .....	18
5.1	Kompostierplätze.....	18
5.1.1	Infrastruktur und Betrieb.....	18
5.1.2	Mengenbilanz und Kompostabsatz.....	18
5.1.3	Produktqualität.....	19
5.2	Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut .....	19
5.2.1	Infrastruktur und Betrieb.....	19
5.2.2	Mengenbilanz und Grüngutentsorgung.....	19
6	Handlungsbedarf.....	20
6.1	Kompostierplätze.....	20
6.2	Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut .....	20
6.3	Produkt und Produktqualität .....	20
6.4	Qualitätssicherung.....	20
6.5	Aus- und Weiterbildung.....	20
	Anhang.....	20

## 1 Einleitung und Auftrag

Die Gemeinden Liechtensteins sind gemäss Verfügungen des Amtes für Umwelt zur Durchführung einer Qualitätssicherung und Betriebskontrolle der Kompostierplätze sowie der Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut verpflichtet<sup>1,2</sup>. So wurden die Plätze auch im Jahr 2014 kontrolliert sowie der Kompost gemäss den offiziellen Richtlinien<sup>3</sup> beprobt und anhand verschiedener Untersuchungsmethoden analysiert. Im vorliegenden Synthesebericht werden die Resultate des Untersuchungsjahres 2014 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 1: Aktivitäten im Rahmen der Betriebskontrolle und Qualitätssicherung 2014.**

QS – Bereich	Aktivitäten
Betriebskontrolle	
Inspektion	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Stichprobenkontrollen und Inspektion gemäss den Anforderungen des Amtes für Umwelt durchführen<ul style="list-style-type: none"><li>○ Kompostierplätze der Gemeinden Balzers, Schaan, Gamprin / Eschen, Mauren</li><li>○ Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut der Gemeinden Vaduz, Triesen, Ruggell</li><li>○ Sammel- und Zwischenlagerplatz für Grüngut der Gemeinde Triesenberg: Der Gemeindevorsteher verweigert die Inspektion.<sup>4</sup></li></ul></li><li>▪ Kontrollrapport je Gemeinde erstellen (gemäss Vorlage des Amtes für Umwelt)</li></ul>
Produkt- und Prozesskontrolle (Kompostierung)	
Probenahme und Qualitätsanalysen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Probenahme<ul style="list-style-type: none"><li>○ Kompostmieten systematisch beproben</li><li>○ Anzahl Proben: 6</li></ul></li><li>▪ Analyse<ul style="list-style-type: none"><li>○ Chemisch-physikalische Laboranalysen (Schwermetallgehalte, Nährstoffgehalte, weitere Qualitätsparameter)</li><li>○ Biotests zur Bestimmung der Pflanzenverträglichkeit (Ansaat Bohnen-, Kresse-, Salat- und Raigras-Samen auf Kompostprobe; Vergleich von Keimung und Pflanzenwachstum mit Ansaat auf Watte als Referenzprobe)</li><li>○ Anzahl Analysen: je 6</li></ul></li></ul>

<sup>1</sup> Bewilligung zum Betrieb einer Abfallentsorgungsanlage [Kompostieranlage], Abschnitte „Qualitätssicherung“ und „Betriebskontrolle / Jahresbericht“

<sup>2</sup> Bewilligung zum Betrieb einer Abfallentsorgungsanlage [Zwischenlager für Grünabfälle], Abschnitt „Betriebskontrolle / Jahresbericht“

<sup>3</sup> Inspektoratskommission der Grüngut verarbeitenden Branche der Schweiz (2010): Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut.

<sup>4</sup> Im Fall der Gemeinde Triesenberg wurden weder Stichprobenkontrollen noch eine Inspektion durchgeführt.

QS – Bereich	Aktivitäten
Kontrolle Kompostierung und Rotteführung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Aufzeichnungen der Deponiewarte und Unternehmer prüfen</li> <li>▪ Rohmaterial, Kompostierung und Rotteführung beurteilen</li> </ul>
Dokumentation	
Datenerfassung und Auswertung	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengenzahlung (Mengenflüsse) auswerten</li> <li>▪ Analyseergebnisse in einer Datenbank erfassen und auswerten</li> <li>▪ Empfehlungen zur weiteren Qualitätssteigerung der Kompostierung sowie der Kompostqualität ausarbeiten</li> <li>▪ Jahres- und Inspektionsberichte verfassen</li> </ul>
Synthese und Öffentlichkeitsarbeit	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Synthesebericht verfassen</li> <li>▪ Pressemitteilung verfassen</li> </ul>

## 2 Inspektion

### 2.1 Kompostierplätze

Tabelle 2: Inspektionsergebnisse (Zusammenfassung Kontrollrapporte).

Inspektion	Balzers [22.10.2014]	Schaan [22.10.2014]	Gamprin/Eschen [22.10.2014]	Mauren [23.10.2014]
<b>1 Standort / Einrichtung</b>				
1.1 Einzäunung	✓	✓		teilweise ✓
1.2 Platzbefestigung		teilweise	•	teilweise teilweise
1.3 Entwässerung	✓		teilweise	✓ teilweise ✓
Bemerkungen	Verbesserung Infrastruktur: • Erneuerung Container Deponiewart geplant • Erneuerung Einzäunung wünschenswert	Neuorganisation ab 2016 geplant, deshalb momentan kein Handlungsbedarf gegeben	Neophytenbekämpfung im Randbereich des Platzes i.O.	Platzbefestigung wird nicht ausgeführt, da der Platz ab 2015 versuchsweise nur noch als Sammel- und Zwischenlagerplatz für Grüngut betrieben wird
<b>2 Allgemeines / Eingangskontrolle</b>				
2.1 Anlieferungskontrolle	✓	✓		teilweise ✓
2.2 Erfassung Anlieferer	✓	✓	•	✓
2.3 Art der Materialbuchhaltung		PC Datenbank		Anlieferungsprotokoll • nicht vorhanden Liste, Lieferscheine, PC-Datenbank, Monatsübersicht
2.4 Korrektes Anlieferungsprotokoll	✓	✓	•	nicht vorhanden ✓
2.5 Annahme zugelassener Abfälle	✓	✓		teilweise ✓
2.6 Aussortierung Fremdstoffe	✓	✓		teilweise ✓
2.7 Information Öffentlichkeit	✓	✓		teilweise ✓
2.8 Annahmepreis Grünabfälle pro m <sup>3</sup>		10 CHF		15 CHF gratis 10 CHF
Bemerkungen		2014 fanden keine Kompostierungsarbeiten auf dem Platz statt, Grüngut wurde im Jahr 2014 deshalb nur unvollständig verarbeitet, es wird eine grosse Menge auf das Jahr 2015 übertragen	tägliche Stichprobenkontrollen durch Unternehmer	Sorgfältige Anlieferungskontrolle bezgl. Neophyten, seit Mai 2014 sind entsprechende Hinweistafeln vor Ort installiert

Inspektion		Balzers [22.10.2014]		Schaan [22.10.2014]		Gamprin/Eschen [22.10.2014]		Mauren [23.10.2014]	
<b>3</b>	<b>Betrieb / Kompostierung</b>								
3.1	Beauftragtes Unternehmen		A. Kaufmann		--		W. Büchel AG		AXPO Kompogas AG
3.2	Ordentliche Lagerung der Grünabfälle	✓		✓	Separate Lagerung grobes Astmaterial (→ Energieholz)	✓		✓	Separate Lagerung grobes Astmaterial (→ Energieholz)
3.3	Rotteprotokoll ist vorhanden und wird geführt	✓			keine Rotteführung erfolgt	✓		✓	
3.4	Korrekter Rotteprozess	✓			keine Rotteführung erfolgt		Hygienisierung ungenügend	✓	
3.5	Korrektes Temperatur- und Wasserprotokoll	✓			keine Rotteführung erfolgt	✓		✓	
3.6	Häufigkeit der Temperaturkontrolle		2-3 x wöchentlich. Z. T. täglich		keine Temperaturkontrolle erfolgt		mehrmals wöchentlich		1 x wöchentlich
3.7	Kompostmieten korrekt angesetzt	✓			teilweise Verunkrautung am Mietenfuss		teilweise, Restmenge auf Platz verteilt, Verschmutzung des Platzes	✓	
3.8	Kein Risiko für Reinfektion	✓		✓		✓		✓	
3.9	Korrekte Mietenabdeckung	✓		✓		✓		✓	
3.10	Korrekte Mietenbeschriftung		teilweise vorhanden		kein Bedarf (nur 1 Miete vor Ort)		kein Bedarf (nur 1 Charge vor Ort)		kein Bedarf (nur 1 Charge vor Ort)
	Bemerkungen				2014 erfolgte keine Rotteführung, eine Teilmenge Grüngut wurde extern verwertet		Sauberkeit des Platzes ist zu verbessern, sorgfältige und vollständige Umsetzung der Mieten notwendig		
<b>4</b>	<b>Materialfluss / Aufzeichnungen</b>								
4.1	Materialfluss ist rückverfolgbar	✓			keine Rotteführung erfolgt	✓		✓	
4.2	Erfassung Abgabemenge	✓		✓			Lieferscheine Unternehmer, keine Aufzeichnung von privaten Materialbezügen	✓	
4.3	Korrekt ausgefüllte Lieferscheine	✓		✓			Lieferscheine Unternehmer, keine Aufzeichnung von privaten Materialbezügen	✓	

Inspektion		Balzers [22.10.2014]		Schaan [22.10.2014]		Gamprin/Eschen [22.10.2014]		Mauren [23.10.2014]	
4.4	Abnehmerverzeichnis (> 5 t TS / Jahr)	✓		✓			Lieferscheine Unternehmer, keine Aufzeichnung von privaten Materialbezügen	✓	
4.5	Beurteilung Kompostabsatz		gut		schlecht		gut		mässig bis gut
4.6	Anlieferer in Prozent (P   Gde   LW   Gä   div)		55   30   5   10   0		60   10   0   30   0		n.b.		70   10   0   20   0
4.7	Abnehmer in Prozent (P   Gde   LW   Gä   div)		50   0   40   10   0		0   0   0   0   0		50*   0   25   25   0 * inkl. Unternehmer		45   10   40   5   0
4.8	Abgabepreis Kompost pro m <sup>3</sup>		40 CHF		40 CHF		gratis		30 CHF
	Bemerkungen					Grosse Kubatur Kompost vor Ort, Absatz ungeklärt			
5	<b>Qualitätssicherung</b>	✓	insgesamt gute Ergebnisse Zn- und Ni-Gehalte erhöht		keine Rotteführung erfolgt, somit kein Bedarf für Kompostanalysen		Hygienisierung unvollständig Ni-Gehalte erhöht	✓	insgesamt gute Ergebnisse Cu- und Ni-Gehalte erhöht
6	<b>Eindruck / Plausibilität</b>								
6.1	Eindruck Sauberkeit	✓	i. O.	✓	i. O.		verbesserungsfähig	✓	i. O.
6.2	Plausibilität der Angaben	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.
	Bemerkungen			Grüngut muss im Jahr 2015 verarbeitet werden. Ebenso ist der weitere Betrieb des Kompostierplatzes zu klären.		Sauberkeit des Platzes sowie der Kompostierungsprozess müssen verbessert werden (Umsetzung der Mieten, Hygienisierung)			

## Kommentar

- Die Inspektionsergebnisse bestätigen insgesamt den hohen Qualitätsstandard der Vorjahre.
- Nebst einigen wenigen Verbesserungsvorschlägen bezüglich Infrastruktur besteht der hauptsächliche Handlungsbedarf in der Stabilisierung resp. Verbesserung der Produktqualität (Hygienisierung, Schwermetall-Gehalte).



## 2.2 Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut

Tabelle 3: Inspektionsergebnisse (Zusammenfassung Kontrollrapporte).

Inspektion		Vaduz [23.01.2015]		Triesen [20.11.2014]		Triesenberg [--]		Ruggell [20.11.2014]	
<b>1</b>	<b>Standort / Einrichtung</b>								
1.1	Einzäunung	✓		✓				✓	
	Bemerkungen			Erneuerung Platzbefestigung im Jahr 2015 geplant					
<b>2</b>	<b>Allgemeines / Eingangskontrolle</b>								
2.1	Anlieferungskontrolle	✓		✓				✓	
2.2	Art der Materialbuchhaltung		PC Datenbank, Lieferscheine		PC Datenbank, Lieferscheine				PC Datenbank, Lieferscheine
2.3	Annahme zugelassener Abfälle	✓		✓				✓	
2.4	Aussortierung Fremdstoffe	✓		✓				✓	
2.5	Information Öffentlichkeit	✓		✓				✓	
2.6	Annahmepreis Grünabfälle pro m <sup>3</sup>		16.50 CHF		17.10 CHF				14 CHF
	Bemerkungen								
<b>3</b>	<b>Betrieb / Kompostierung</b>								
3.1	Beauftragtes Unternehmen		J. Ritter Transportanstalt		L. Schurti Triesen				J. Ritter Transportanstalt
3.2	Ordentliche Lagerung der Grünabfälle	✓		✓				✓	
	Bemerkungen	Optimierung separate Zwischenlagerung nach Qualität ab 2015 geplant		Separate Zwischenlagerung und Verarbeitung nach Qualität (Energieholz, restliches Grüngut)				Separate Zwischenlagerung und Verarbeitung nach Qualität (Energieholz, restliches Grüngut)	
<b>4</b>	<b>Materialfluss / Aufzeichnungen</b>								
4.1	Erfassung Annahmemenge	✓		✓				✓	
4.2	Anlieferungsmenge [m <sup>3</sup> ], ca.		3'900		3'600		500		2'400
4.3	Anlieferer in Prozent (P / Gde / LW / Gä / div)		30   < 5   0   70   0		50   < 5   < 5   50   0				25   50   0   25   0

Inspektion		Vaduz [23.01.2015]		Triesen [20.11.2014]		Triesenberg [--]		Ruggell [20.11.2014]	
4.4	Weiterleitung an bewilligten Entsorgungsbetrieb	✓		✓				✓	
4.5	Entsorgungsbetrieb		J. Ritter Transportanstalt		Vertrag mit L. Schurti, Triesen Grüngut 2014 bleibt vor Ort Evtl. neuer Auftragnehmer ab 2015				J. Ritter Transportanstalt
	Bemerkungen								
<b>5</b>	<b>Eindruck / Plausibilität</b>								
5.1	Eindruck Sauberkeit	✓	i. O.	✓	i. O.			✓	i. O.
5.2	Plausibilität der Angaben	✓	i. O.	✓	i. O.			✓	i. O.
	Bemerkungen					Die Gemeinde Triesenberg verweigert die Durchführung einer Inspektion. Folglich liegt kein Kontrollformular vor. Die Anlieferungsmenge wurde mit 500 m <sup>3</sup> Grüngut schriftlich mitgeteilt.			

#### Kommentar

- Gemeinden Vaduz, Triesen und Ruggell: Die Vorgaben gemäss Betriebsbewilligung der Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut sind erfüllt.
- Gemeinde Triesenberg: Es liegt kein Kontrollrapport vor. Die Vorgaben gemäss Betriebsbewilligung sind somit nicht erfüllt.

### 3 Mengenzbilanz

Tabelle 4: Übersicht Mengenzbilanz 2014: Sammlung und Zwischenlagerung von Grüngut sowie Kompostierung. Grafische Darstellung inkl. Details: vgl. Anhang.

INPUT	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)	OUTPUT	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Total</b>	<b>42'200</b>	<b>100</b>	<b>Total</b>	<b>42'200</b>	<b>100</b>
<i>Überträge 2013</i>	<i>11'000</i>	<i>26</i>	<i>Überträge 2015</i>	<i>8'100</i>	<i>19</i>
Grüngut	5'400	13	Grüngut	4'500	11
Häckselgut/Rottemieten	3'300	8	Häckselgut/Rottemieten	2'200	5
Kompost	2'300	5	Kompost	1'400	3
<b>Grüngutanlieferung</b>	<b>31'200</b>	<b>74</b>	<b>Abfuhr 2014</b>	<b>14'800</b>	<b>35</b>
			Grüngut	7'500	18
			Häckselgut/Rottemieten	1'800	4
			Kompost	5'500	13
			<b>Prozessverluste</b>	<b>19'300</b>	<b>46</b>
			Volumenreduktion (Schredderung)	15'800	37
			Rotteschwund	3'500	8

#### 3.1 Input

Im Jahr 2014 wurden rund 31'000 m<sup>3</sup> Grüngut auf den kommunalen Kompostier- sowie Sammel- und Zwischenlagerplätzen angeliefert. Zusätzlich bestand ein Übertrag aus dem Vorjahr im Umfang von rund 5'500 m<sup>3</sup>. Daraus resultiert eine Grüngutmenge von rund 36'500 m<sup>3</sup>. Insgesamt bestand ein Übertrag an Grüngut resp. Verarbeitungsprodukten (Häckselgut/Rottemieten resp. Kompost) aus dem Jahr 2013 im Umfang von 11'000 m<sup>3</sup>.

#### 3.2 Verarbeitungsprozess

Die Menge an verarbeitetem Grüngut betrug rund 32'000 m<sup>3</sup>. Dies entspricht knapp 90 % der Grüngutmenge. Für das Jahr 2015 besteht ein Übertrag von rund 4'500 m<sup>3</sup>. Knapp 18'000 m<sup>3</sup> wurden geschreddert (Kubatur geschreddert: 9'000 m<sup>3</sup>) und zusammen mit Häckselgut resp. Rottemieten aus dem Jahr 2013 (ca. 3'500 m<sup>3</sup>) im Rahmen des Kompostierungsprozesses verarbeitet. Daraus wurden rund 4'500 m<sup>3</sup> Kompost produziert. Die Menge an Liechtensteiner Kompost, welcher im Jahr 2014 auf den Plätzen verfügbar war, betrug knapp 7'000 m<sup>3</sup>.

#### 3.3 Output

Insgesamt wurden im Jahr 2014 knapp 15'000 m<sup>3</sup> Grüngut resp. Verarbeitungsprodukte abgeführt (7'500 m<sup>3</sup> Grüngut, 1'800 m<sup>3</sup> Häckselgut (v.a. Holzhäcksel), 5'500 m<sup>3</sup> Kompost). Rund 8'000 m<sup>3</sup> Grüngut resp. Verarbeitungsprodukte werden auf den Plätzen zwischengelagert und im Jahr 2015 weiter verarbeitet resp. abgesetzt.

## 4 Produkt und Produktqualität

### 4.1 Kompostierplätze

#### 4.1.1 Kompostqualität

Tabelle 5: Resultatübersicht der im Jahr 2014 untersuchten Kompostproben. Es sind nur Analyseergebnisse erwähnt, die ausserhalb der üblichen Kompostqualität liegen.

Probe Nr.	Kompostierplatz	Nährstoffgehalte Schwermetallgehalte <sup>5</sup>	Weitere Qualitätsparameter Biotests	Einsatzmöglichkeiten	Empfehlungen
14132	Balzers	- Erhöhter NH <sub>4</sub> -Gehalt - Ni 58 % - Zn 62 %	- Erhöhter Salzgehalt - Erhöhter pH-Wert - Pflanzenverträglichkeit eingeschränkt	- Landwirtschaftlicher Einsatz sinnvoll - Einsatz im biologischen Landbau nicht zulässig	- Nachrotte zur Unterstützung der Nachreifung notwendig
140637 140638	Balzers	- Erhöhter NH <sub>4</sub> -Gehalt - Ni 50 %	- Erhöhter pH-Wert	- Freiland Einsatz möglich - Kompost wird erst im Frühjahr 2015 abgegeben	- Kompost noch nicht fertig ausgereift, Zweitbeprobung erfolgt im Frühjahr 2015 (nach der Aussiebung)
14121	Gamprin / Eschen	- Erhöhter NH <sub>4</sub> -Gehalt - Ni 63 %	- Hygienisierung unvollständig - Erhöhter pH-Wert - Pflanzenverträglichkeit eingeschränkt	- Einsatz bedingt möglich	- Nachrotte zur Unterstützung der Nachreifung notwendig - Einsatz in empfindlichen Kulturen bedingt sinnvoll - Vorsicht bezgl. unvollständiger Hygienisierung
140624 140625	Gamprin / Eschen	- Erhöhter NH <sub>4</sub> -Gehalt - Stickstoffumwandlung noch nicht erfolgt - Ni 60 %	- Erhöhter pH-Wert - Pflanzenverträglichkeit eingeschränkt	- Landwirtschaftlicher Einsatz sinnvoll	- Nachrotte zur Unterstützung der Nachreifung notwendig - Rotteführung ist besser auf Rotteverlauf abzustimmen
14346 14347	Mauren	- Cu 58 % - Ni 57 %	- Erhöhter Salzgehalt	- Freiland Einsatz möglich	- Vorsicht bei empfindlichen Kulturen
140646 140647	Mauren	- Erhöhter NH <sub>4</sub> -Gehalt - Ni 53 %	- Erhöhter Salzgehalt - Erhöhter pH-Wert	- Landwirtschaftlicher Einsatz sinnvoll	- Nachrotte zur Unterstützung der Nachreifung notwendig

<sup>5</sup> in % des Grenzwertes gemäss ChemRRV

## 4.1.2 Schwermetallgehalte

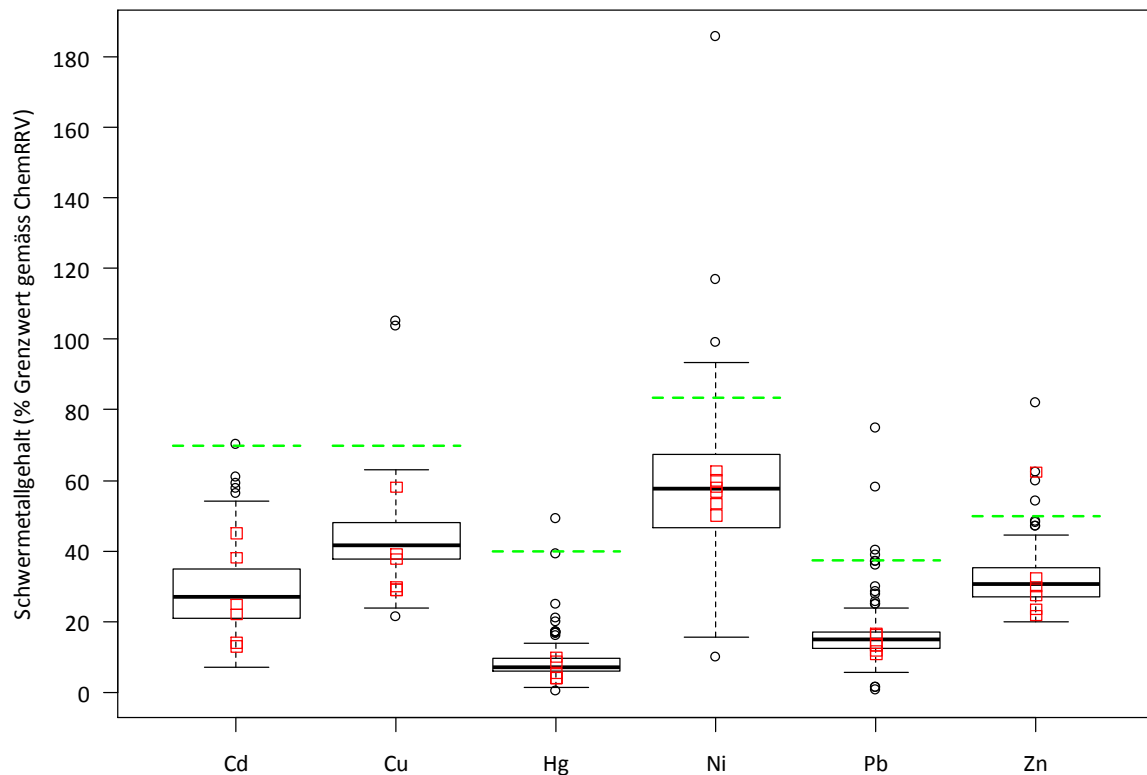


Abbildung 1: Schwermetallgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden im Jahr 2014<sup>6</sup> (rote Symbole), im Vergleich zum langjährigen Wertebereich<sup>7</sup> (Daten 1997 – 2014, dicke Linie: Median, Box: mittlere Hälfte der Werte, Punkte: Extremwerte). Die grün gestrichelte Linie stellt den jeweiligen Grenzwert für den Einsatz im Bio-Landbau gemäss Bioverordnung des EVD dar.

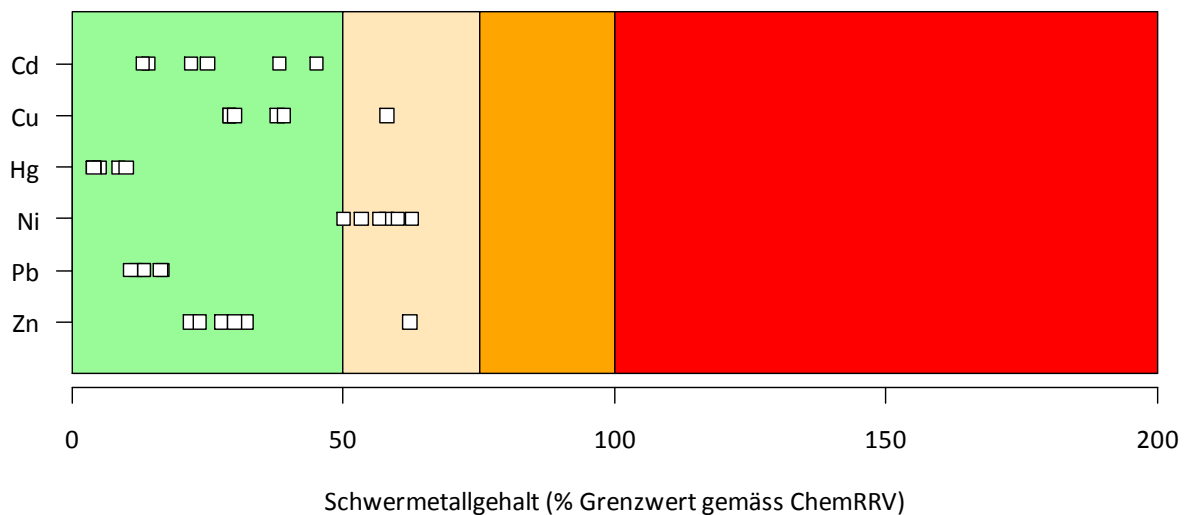
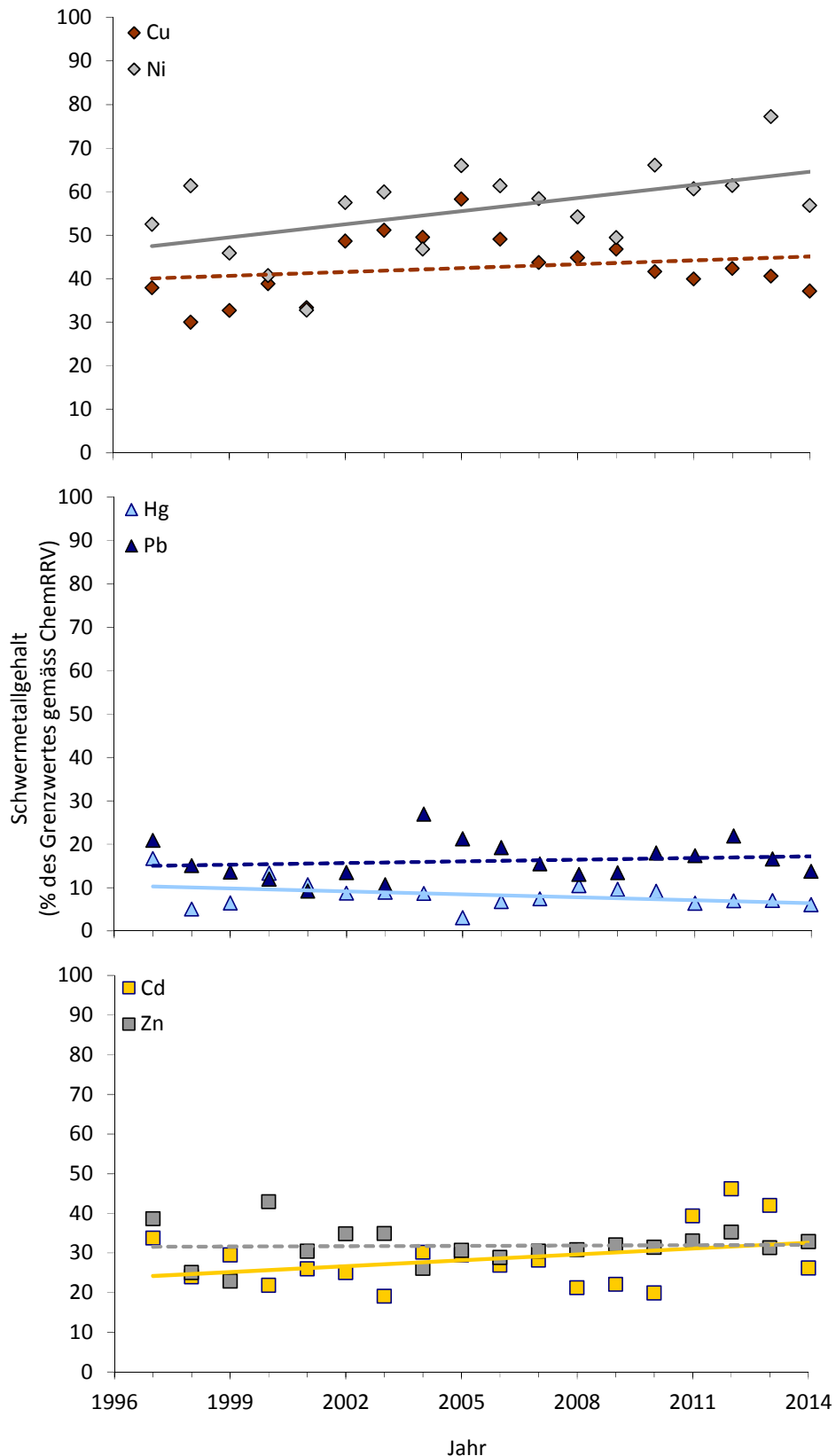


Abbildung 2: Beurteilung der Schwermetallgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden im Jahr 2014<sup>8</sup> im Vergleich mit dem Grenzwert gemäss ChemRRV.

<sup>6</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren

<sup>7</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze für die Jahre 1997 – 2013: Vaduz, Balzers, Schaan, Gamprin / Eschen, Mauren, Ruggell; berücksichtigte Kompostierplätze für das Jahr 2014: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren

<sup>8</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren



**Abbildung 3: Entwicklung der Schwermetallgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden von 1997 bis 2014<sup>9</sup>.** Dargestellt ist jeweils der Jahresmittelwert. Durchgezogene Linie: Statistisch signifikanter Trend ( $p < 0.05$ ); kurz gestrichelte Linie: kein statistisch signifikanter Trend.

<sup>9</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze für die Jahre 1997 – 2013: Vaduz, Balzers, Schaan, Gamprin / Eschen, Mauren, Ruggell; berücksichtigte Kompostierplätze für das Jahr 2014: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren

**Tabelle 6: Beurteilung der Schwermetallgehalte. Die Schwermetalle werden im Vergleich zu den Grenzwerten gemäss ChemRRV beurteilt.**

Schwermetall	Kommentar
Cadmium (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Cd-Gehalt weist eine statistisch signifikante Zunahme auf.</li> <li>▪ Die erhöhten Werte der Jahre 2011 bis 2013 haben sich im Jahr 2014 nicht bestätigt.</li> </ul>
Kupfer (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Cu-Gehalt hat sich seit 2010 bei einem Mittelwert im Bereich von 40 % des Grenzwerts stabilisiert.</li> <li>▪ Mit Ausnahme einer Probe (58 % des Grenzwertes) liegen sämtliche Cu-Gehalte im Jahr 2014 unterhalb 40 % des Grenzwertes.</li> </ul>
Quecksilber (Hg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Hg-Gehalt liegt auf einem sehr tiefen Niveau und weist langfristig einen statistisch signifikanten leichten Rückgang auf.</li> </ul>
Nickel (Ni)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Ni-Gehalt weist eine statistisch signifikante Zunahme auf.</li> <li>▪ Die erhöhten Werte der Jahre 2010 bis 2013 haben sich im Jahr 2014 nicht bestätigt.</li> <li>▪ Auf allen Plätzen wurden im Jahr 2014 Ni-Gehalte von mind. 50 % des Grenzwerts gemessen. Die Spannbreite der Analysenergebnisse liegt bei 50 % bis 62.7 %.</li> <li>▪ Der Ni-Gehalt weist von allen untersuchten Schwermetallen die grösste Variabilität zwischen einzelnen Jahren auf.</li> </ul>
Blei (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Pb-Gehalt liegt seit Beginn der Beobachtungen auf einem niedrigen Niveau. Dieses ist recht konstant (10 % bis 20 % des Grenzwertes).</li> </ul>
Zink (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Zn-Gehalt liegt mit Ausnahme einer Probe unter 50 % des Grenzwerts und weist seit rund 10 Jahren nur sehr geringe Schwankungen auf.</li> <li>▪ In der Ausreisserprobe wurde ein Zn-Gehalt von 62.3 % des Grenzwertes analysiert.</li> </ul>
<p><b>Fazit:</b></p> <p>Sämtliche Schwermetallgehalte liegen unterhalb des Grenzwertes. Trotz diesem positiven Gesamtergebnis gilt es zu beachten, dass die Cd- und Ni-Gehalte eine statistisch signifikante Zunahme aufweisen. Diese Entwicklung entspricht den Erkenntnissen der Vorjahre. Es liegen derzeit keine eindeutigen Hinweise auf mögliche Schadstoffquellen vor.</p> <p>Die Anzahl Kompostierplätze liegt seit Januar 2014 bei 4. Im Berichtsjahr 2014 wurde lediglich auf drei Kompostierplätzen auch Kompost produziert. Folglich liegt die Anzahl Kompostproben für das Jahr 2014 bei 6 (Vorjahre &gt; 10 Proben).</p>	

### 4.1.3 Nährstoffgehalte

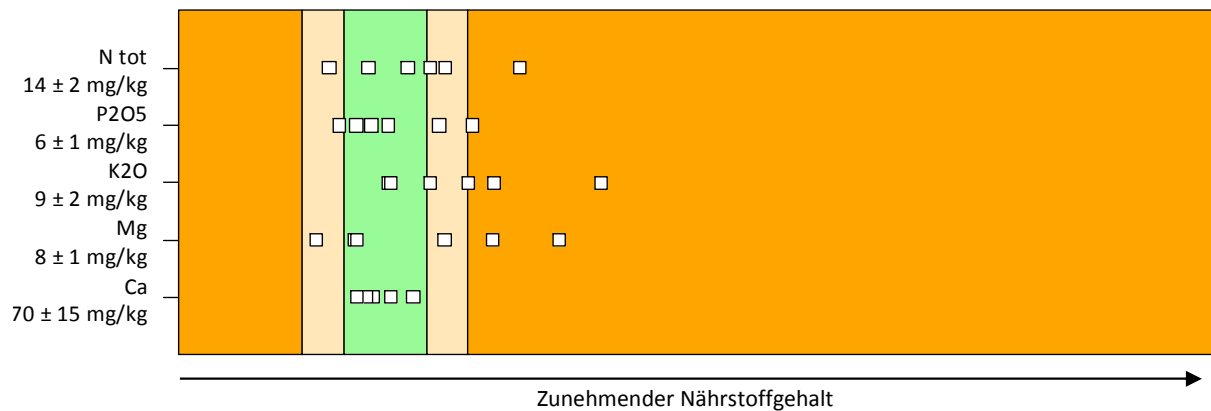


Abbildung 4: Nährstoffgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden im Jahr 2014<sup>10</sup> im Vergleich mit typischen Wertebereichen für Kompost (grün: häufiger Wertebereich für Kompost<sup>11</sup>, hellorange: typischer Wertebereich für Kompost, dunkelorange: ausserhalb des typischen Wertebereichs für Kompost).

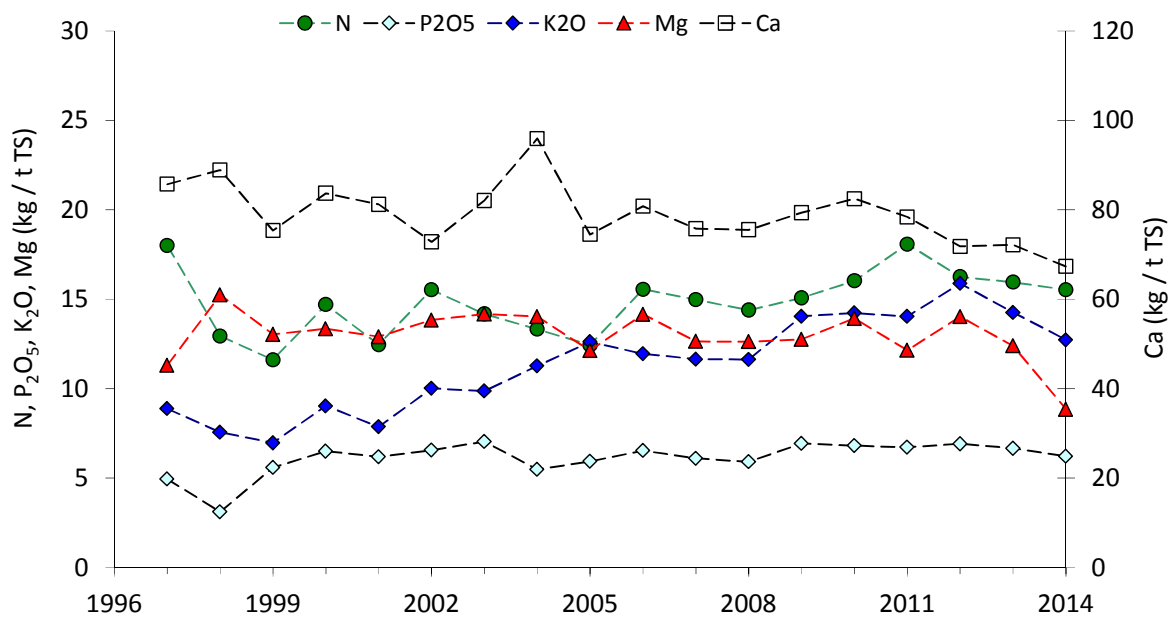


Abbildung 5: Entwicklung der Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2014<sup>12</sup>.

Die Nährstoffgehalte liegen im typischen bis oberen Bereich für Reifekompost. Die Hauptnährstoffe N, P und K weisen eine statistisch signifikant zunehmende Tendenz auf, während der Ca-Gehalt statistisch signifikant abnimmt.

<sup>10</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren

<sup>11</sup> Häufige Werte umfassen 68 % aller in der Schweiz analysierten Kompostproben (Mittelwert  $\pm$  1 Standardabweichung), typische Werte umfassen 95 % aller in der Schweiz analysierten Kompostproben (Mittelwert  $\pm$  2 Standardabweichungen). Quelle: Leitfaden zur Grüngutverwertung auf dem Landwirtschaftsbetrieb (LBL 1998, Lindau).

<sup>12</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze für die Jahre 1997 – 2013: Vaduz, Balzers, Schaan, Gamprin / Eschen, Mauren, Ruggell; berücksichtigte Kompostierplätze für das Jahr 2014: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren



#### 4.1.4 Weitere Qualitätsparameter

Die übrigen Qualitätsparameter weisen mehrheitlich auf eine gute Kompostqualität hin. In 50 % der untersuchten Proben lag der Salzgehalt oberhalb des Richtwerts für den Einsatz im gedeckten Gartenbau (10 g KCl-eq. / kg TS). Der mittlere Salzgehalt liegt ebenfalls knapp über diesem Richtwert. Der Kompost kann jedoch im Freiland, unter Berücksichtigung der teilweise erhöhten pH- und  $\text{NH}_4^+$ -Werte, verwendet werden.

#### 4.1.5 Reifegrad

Alle untersuchten Kompostproben weisen den Reifegrad V auf, was auf eine vollständige Ausreifung hinweist. Der pH-Wert und das  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ -Verhältnis weisen jedoch in einigen Proben darauf hin, dass die Stickstoffumsetzung nicht vollständig abgeschlossen ist. Der Einsatz in empfindlichen Kulturen ist deshalb nicht oder nur bedingt möglich.

In einer Probe wurde die Minimalanforderung bezüglich Hygienisierung nicht erreicht. Der Kompost muss in diesem Fall mit entsprechender Vorsicht eingesetzt werden (v.a. erhöhter Unkrautdruck möglich), eine Nachrotte wäre vorteilhaft.

#### 4.1.6 Biotests

Dank der insgesamt guten Kompostqualität weisen die Kompostproben eine entsprechend gute Pflanzenverträglichkeit auf. In einzelnen Fällen schneiden einzelne Tests etwas schlechter ab. Als Hauptursache werden die teilweise erhöhten Salzgehalte in Kombination mit der nicht abgeschlossenen Stickstoffumwandlung ( $\text{NH}_4^+ \rightarrow \text{NO}_3^-$ ) vermutet. Es gilt zu beachten, dass die Biotests eine sensible Untersuchungsmethodik zur Beurteilung Pflanzenverträglichkeit resp. –suppressivität darstellen.

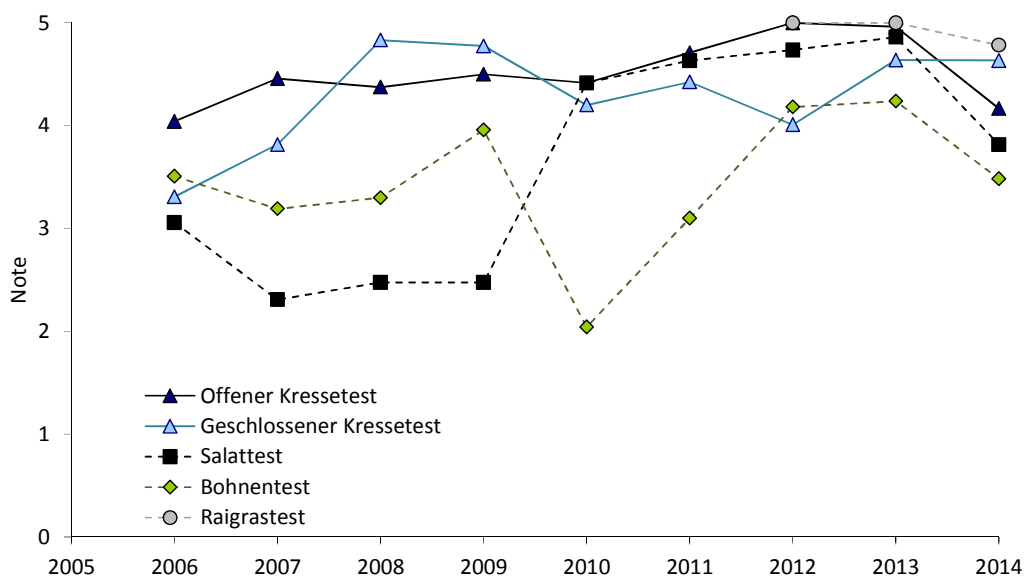


Abbildung 6: Entwicklung der Bewertung der Biotests (Jahresmittelwerte) zwischen 2006 und 2014<sup>13</sup>. Note 5 entspricht optimalem Wachstum, Note 1 entspricht hoher Pflanzensuppressivität, welche bereits die Keimung verhindert.

<sup>13</sup> Berücksichtigte Kompostierplätze für die Jahre 2006 – 2013: Vaduz, Balzers, Schaan, Gamprin / Eschen, Mauren, Ruggell; berücksichtigte Kompostierplätze für das Jahr 2014: Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren

## 4.2 Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut

Das Grüngut wird auf allen Plätzen getrennt nach Materialqualitäten zwischengelagert und verarbeitet (holzige Grüngut und restliches Grüngut).

- Das holzige Grüngut wird primär für die thermische Verwertung eingesetzt. Mit Inbetriebnahme des Heizkraftwerks Balzers erhoffen sich die Platzbetreiber einen zusätzlichen Absatzkanal für das thermisch verwertbare Grüngut.
- Für das restliche Grüngut werden verschiedene Entsorgungswege gewählt. Bisher waren dies insbesondere die Weiterverarbeitung auf externen Kompostierplätzen sowie der Einsatz als organisches Düngemittel. Erste Vorabklärungen für die Belieferung von Biogasanlagen haben stattgefunden. Es ist damit zu rechnen, dass dieser Entsorgungskanal zukünftig vermehrt gewählt wird.

Der Kompostierplatz der Gemeinde Mauren wird versuchsweise ab 2015 ebenfalls nur noch als Sammel- und Zwischenlagerplatz für Grüngut betrieben.

Im Fall der Gemeinde Schaan ist für das Jahr 2015 geplant, dass das Grüngut vor Ort kompostiert wird. Für den Platzbetrieb ab 2016 werden mögliche Alternativen abgeklärt.

## 5 Schlussfolgerungen

Die Grüngutverwertung auf den kommunalen Kompostier- und Grüngutlagerplätzen erfährt grosse Veränderungen. Die aktuellen Entwicklungen zeigen, dass die kommunale Kompostierung vermehrt durch alternative Verwertungs- resp. Entsorgungskonzepte ersetzt wird.

### 5.1 Kompostierplätze

#### 5.1.1 Infrastruktur und Betrieb

Die vier Kompostierplätze wurden im Berichtsjahr 2014 im bisherigen Stil betrieben. Die Anforderungen der Inspektion wurden erfüllt. Bauliche und / oder organisatorische Veränderungen wurden keine umgesetzt. Auf zwei Kompostierplätzen stehen Veränderungen an oder wurden bereits für das Betriebsjahr 2015 umgesetzt.

Der hohe Qualitätsstandard des Dienstleistungsangebotes hat sich auch im Berichtsjahr 2014 bestätigt. Trotzdem besteht teilweise ein Verbesserungsbedarf bezüglich Platzführung und –überwachung, sofern weiterhin ein qualitativ hochwertiges Produkt (Kompost) produziert werden soll.

#### 5.1.2 Mengenbilanz und Kompostabsatz

Die Angaben zur Mengenbilanz sind plausibel und nachvollziehbar. Der Kompost konnte im Berichtsjahr zu knapp 80 % abgesetzt werden. Der restliche Kompost wird im Jahr 2015 abgesetzt.

Ab 2015 wird nur noch auf drei Kompostierplätzen das Grüngut kompostiert: Gamprin/Eschen, Schaan und Balzers. Der Kompostabsatz in Gamprin/Eschen und Balzers ist gut, während in Schaan

der Absatz gefördert werden muss. Es ist absehbar, dass die Grüngutverwertung auf diesem Platz ab 2016 neu organisiert wird.

Auf den übrigen Plätzen wurde bisher die noch vorhandene Restmenge an Kompost abgesetzt. Es ist geplant, auf diesen Plätzen zukünftig Kompost ab anderen Kompostieranlagen abzugeben (gilt nur für den Bezug von Kleinmengen).

Es ist darauf zu achten, den Kompost gezielt abzusetzen resp. fachgerecht zwischen zu lagern, so dass die Kompostqualität nicht beeinträchtigt wird.

### **5.1.3 Produktqualität**

Mit einer Ausnahme bezüglich Hygienisierung sind die wesentlichen Qualitätskriterien erfüllt (resp. teilweise nur leicht erhöht, vgl. erhöhte pH- und  $\text{NH}_4^+$ -Werte). Einzelne Qualitätseinschränkungen betreffen insbesondere die Limitierung bezüglich Einsatzmöglichkeiten (nicht geeignet für empfindliche Kulturen und den gedeckten Gartenbau). Die Zunahme der Ni- und Cd-Gehalte hat sich erneut bestätigt.

Die Produktqualität ist auf dem aktuellen Niveau zu stabilisieren. Um dies zu erreichen sind folgende Massnahmen notwendig: Rotteführung (Hygienisierung) verbessern sowie weitere Verschmutzung resp. Anstieg der Ni- und Cd-Gehalte verhindern.

## **5.2 Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut**

### **5.2.1 Infrastruktur und Betrieb**

Die Einrichtung der Sammel- und Zwischenlagerplätze sowie die Überwachung derselben entsprechen den gesetzlichen Bestimmungen resp. den Vorgaben gemäss Normen und Richtlinien. Eine Beurteilung des Platzes der Gemeinde Triesenberg ist nicht möglich, da keine Inspektion durchgeführt wurde.

Der Betrieb der Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut hat gemäss Bewilligung resp. gemäss gesetzlicher Bestimmungen (TVA und USG) zu erfolgen. Im Fall der Gemeinde Triesenberg sind die Konsequenzen der Nichteinhaltung der Vorgaben gemäss Betriebsbewilligung zu prüfen (Busse, Betrieb einstellen, weitere).

Kontrolle und Inspektion sind auf allen Plätzen konsequent umzusetzen.

### **5.2.2 Mengenzugriff und Grüngutentsorgung**

Die bisherigen Erfahrungen der Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut zeigen, dass sich die externe Verwertung des Grüngutes insgesamt gut eingespielt hat.

Es ist eine zunehmende Grüngutmenge zu erwarten, welche zukünftig nicht mehr vor Ort kompostiert wird (v.a. als Folge der Neuorganisation der kommunalen Plätze; Menge 2014: rund 50 % des Grüngutes). Die Abnahmestrukturen sind deshalb weiter zu festigen. Dies gilt insbesondere für die thermische Verwertung des holzigen Grüngutes im Holzheizwerk Balzers.

## **6 Handlungsbedarf**

### **6.1 Kompostierplätze**

Derzeit besteht auf den Kompostierplätzen bezüglich Infrastruktur und Betrieb kein dringender Handlungsbedarf. Einzelne Einschränkungen sind bekannt und werden bis auf weiteres toleriert. Die hauptsächlichsten Verbesserungsmöglichkeiten bestehen in der Stabilisierung resp. Verbesserung der Produktqualität.

### **6.2 Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut**

Auf den Sammel- und Zwischenlagerplätzen für Grüngut besteht derzeit kein Handlungsbedarf.

### **6.3 Produkt und Produktqualität**

Der hauptsächlichste Handlungsbedarf besteht in der Stabilisierung resp. Verbesserung der Produktqualität. Nebst den üblichen Sorgfaltsmassnahmen zur Verhinderung von Schadstoffeinträgen (Schwermetalle) und deren Anreicherung im Rotteprozess gilt es die Rotteführung bestmöglich auszuführen (Rottelenkung gemäss Temperaturverlauf, sorgfältige Umsetzung).

### **6.4 Qualitätssicherung**

Die Qualitätssicherung ist unter Berücksichtigung der Betriebsbewilligungen im bisherigen Stil weiterzuführen, damit der Qualitätsstandard des kommunalen Dienstleistungsangebotes unter Berücksichtigung der gesetzlichen Bestimmungen (USG, TVA und ChemRRV) gesichert werden kann. Aus Gründen der Gleichbehandlung und Vergleichbarkeit ist auf allen Plätzen derselbe Qualitätsstandard zu verlangen. Dies gilt insbesondere für die Qualitätssicherung resp. Inspektion.

### **6.5 Aus- und Weiterbildung**

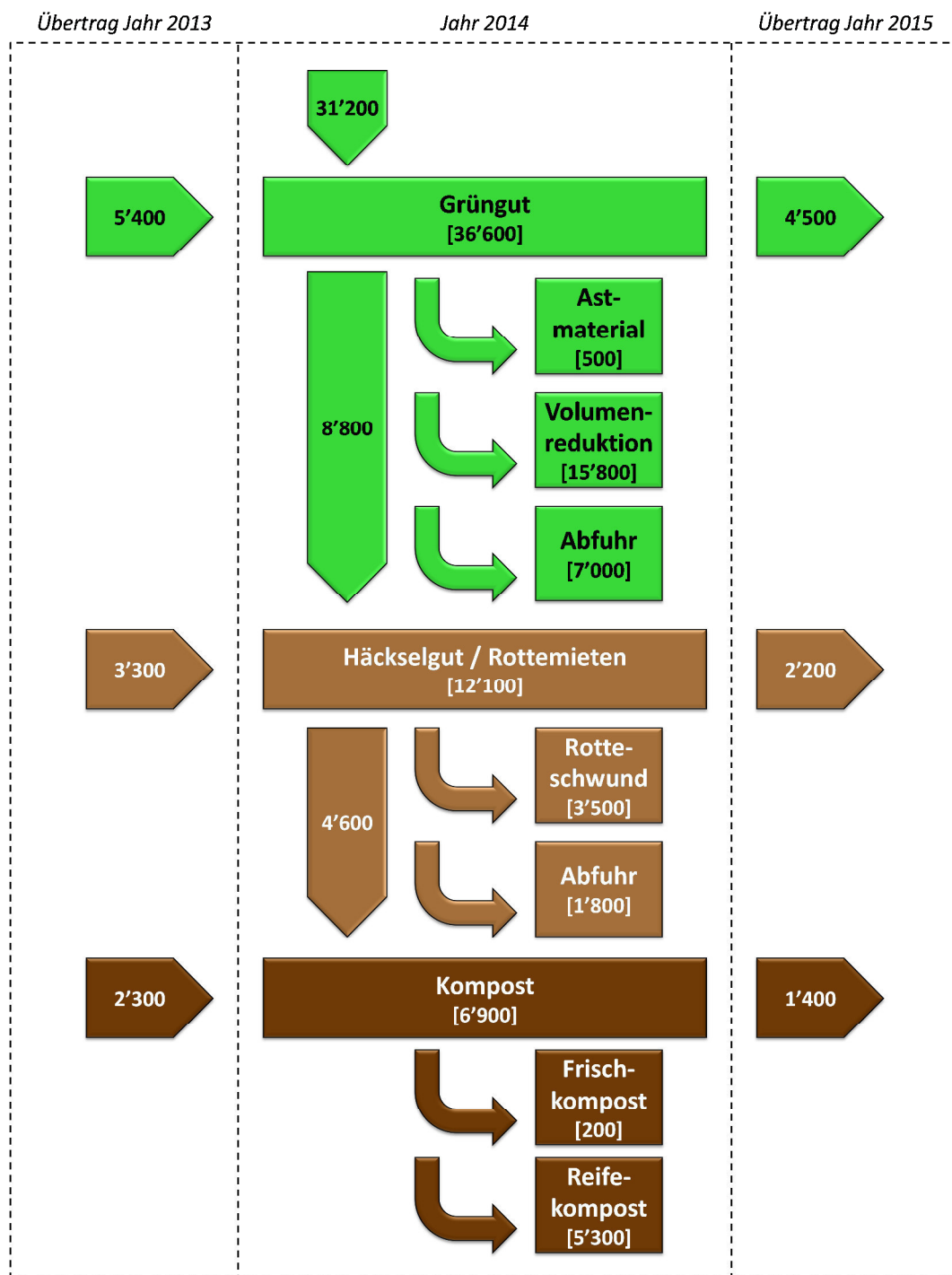
Für das Jahr 2015 ist die Durchführung einer Weiterbildungsveranstaltung zum Thema Grüngutverwertung geplant. Die verschiedenen Rückmeldungen anlässlich der Probenahmen und Inspektion zeigen, dass diese Veranstaltung einem Bedürfnis entspricht.

Aufgrund der zunehmenden Bedeutung der Neophytenproblematik sind insbesondere das Betriebspersonal sowie die Anlieferer auf diese Thematik zu sensibilisieren (interne Schulung, Informationstafel o.ä.). Ausserdem ist eine regelmässige Neophytenkontrolle im Umfeld des Platzes vorzunehmen. Im Bedarfsfall sind Art spezifische Bekämpfungsmassnahmen vorzusehen.

## **Anhang**

- Mengenzahlung 2014
- Mehrjahresvergleich 1997- 2014

## Mengenbilanz 2014 (Angaben in m<sup>3</sup>)



### Bemerkungen:

- Die Mengenbilanz beruht nur teilweise auf exakten Mengenangaben. Die Abschätzung der übrigen Flüsse beruht auf Schätzungen und Plausibilitätsüberlegungen.
- Erstmals wurden in der Mengenbilanz die Daten sämtlicher Kompostier- sowie Sammel- und Zwischenlagerplätze Liechtensteins erfasst.
- Details zur Bilanz inkl. prozentualer Abschätzung der Mengenflüsse vgl. unten.

## Mengenbilanz 2014 (Details)

GRÜNGUT	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Input</b>	<b>36'600</b>	<b>100</b>
Übertrag Grüngut 2013	5'400	15
Grüngutanlieferung	31'200	85

GRÜNGUT	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Output</b>	<b>36'600</b>	<b>100</b>
Übertrag 2015	4'500	12
Volumenreduktion (Schredderung)	15'800	43
Abfuhr	7'500	20
Häckselgutproduktion	8'800	24

HÄCKSELGUT / ROTTEMIETEN	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Input</b>	<b>12'100</b>	<b>100</b>
Übertrag 2013	3'300	27
Häckselgutproduktion	8'800	73

HÄCKSELGUT / ROTTEMIETEN	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Output</b>	<b>12'100</b>	<b>100</b>
Übertrag 2015	2'200	18
Rotteschwund	3'500	29
Abfuhr	1'800	15
Kompostproduktion	4'600	38

KOMPOST	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Input</b>	<b>6'900</b>	<b>100</b>
Übertrag 2013	2'300	33
Kompostproduktion	4'600	67

KOMPOST	Kubatur (m <sup>3</sup> )	Kubatur (%)
<b>Output</b>	<b>6'900</b>	<b>100</b>
Übertrag 2015	1'400	20
Abfuhr	5'500	80

### **Mehrjahresvergleich 1997 – 2014**

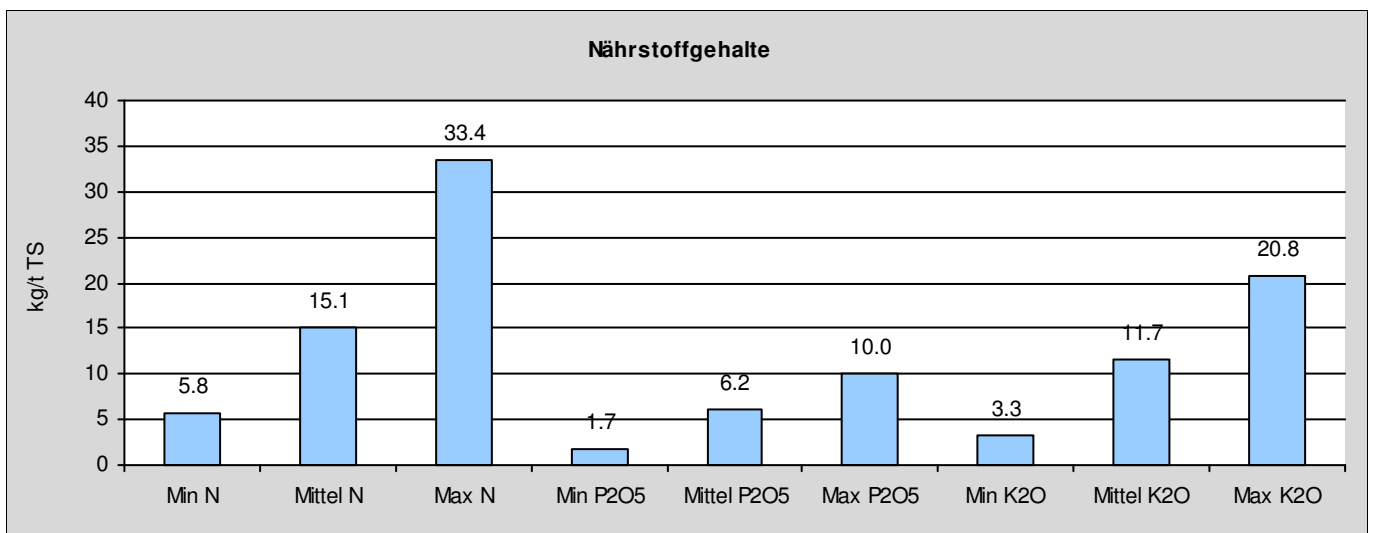
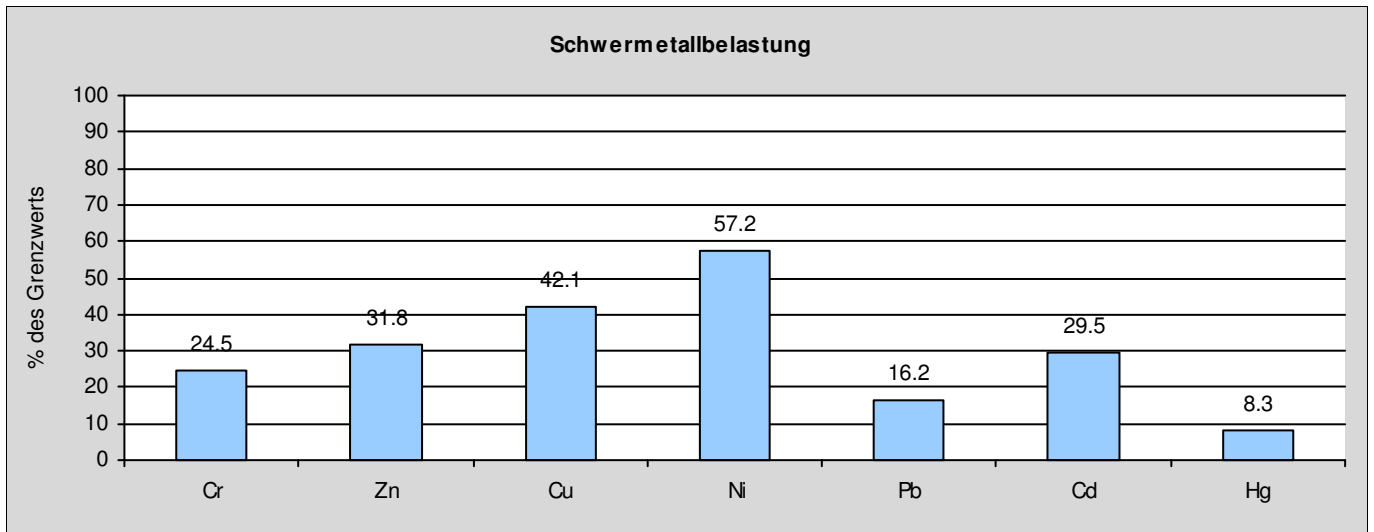
Berücksichtigte Kompostierplätze für die Jahre 1997 – 2013:

- Vaduz, Balzers, Schaan, Gamprin / Eschen, Mauren, Ruggell

Berücksichtigte Kompostierplätze für das Jahr 2014:

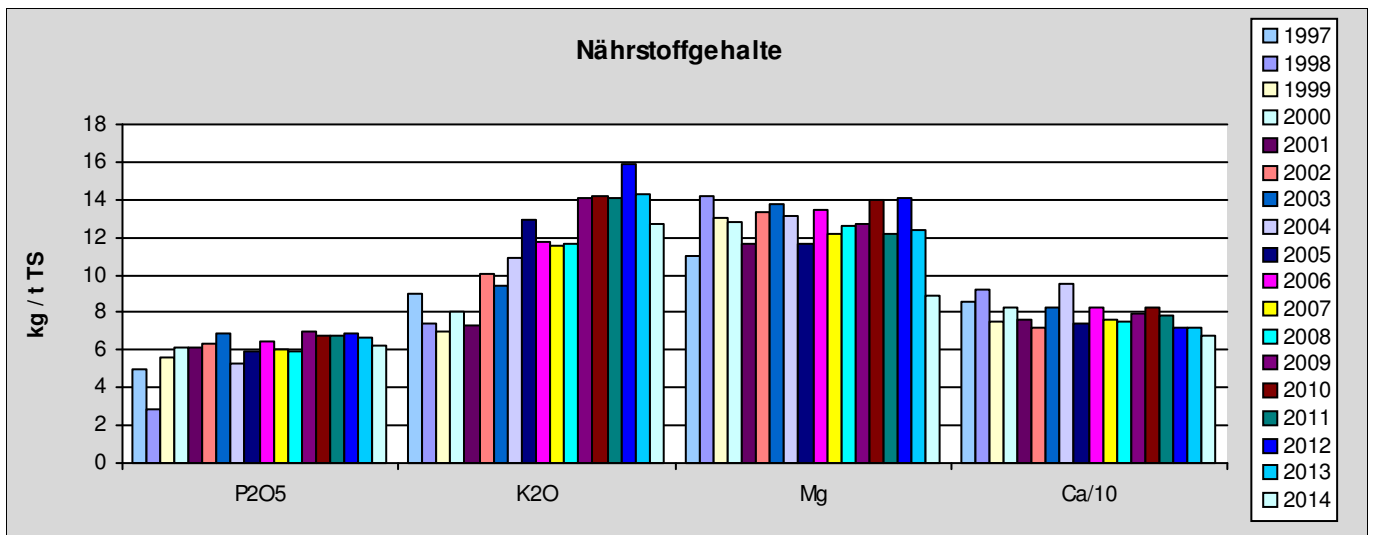
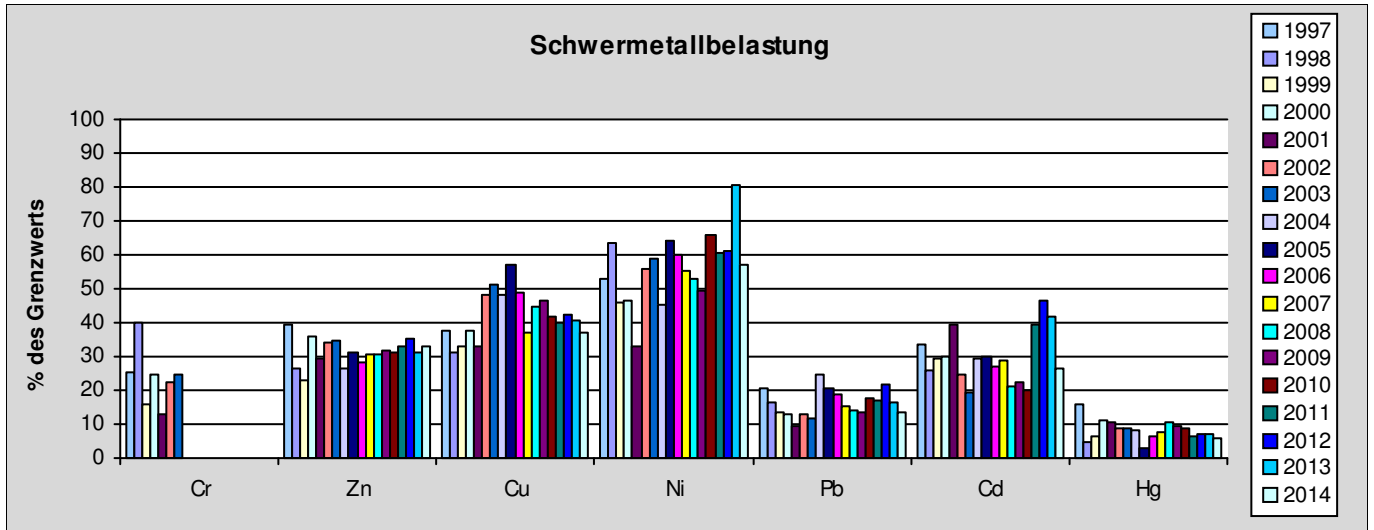
- Balzers, Gamprin / Eschen, Mauren)

**Durchschnitt**  
FL: 1997 - 2014

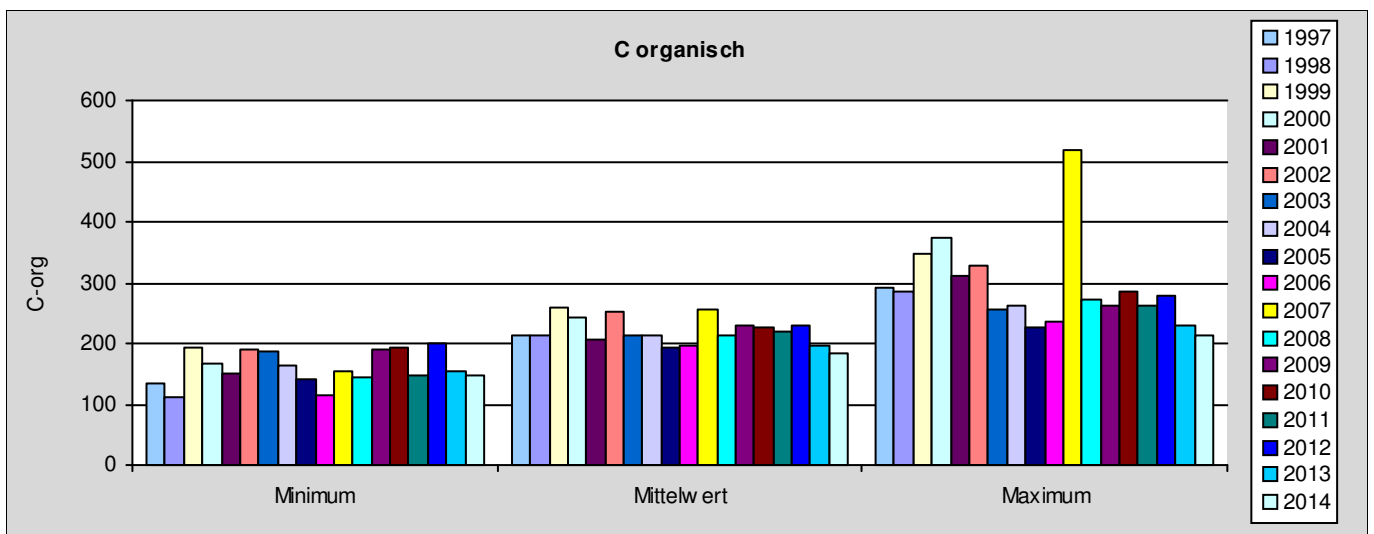
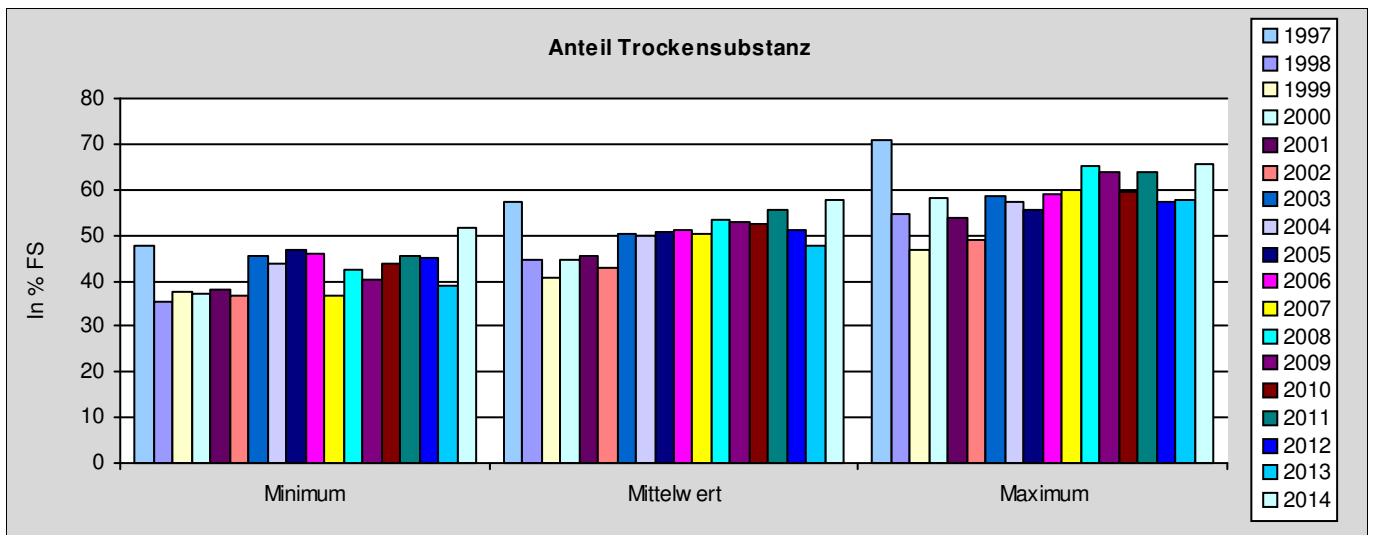
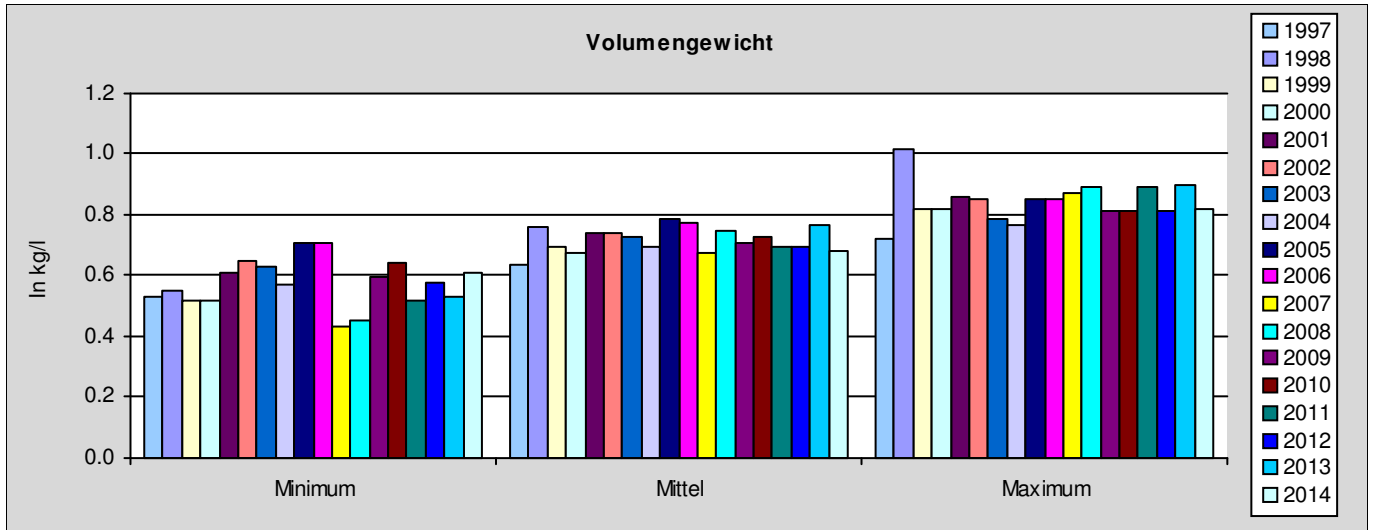




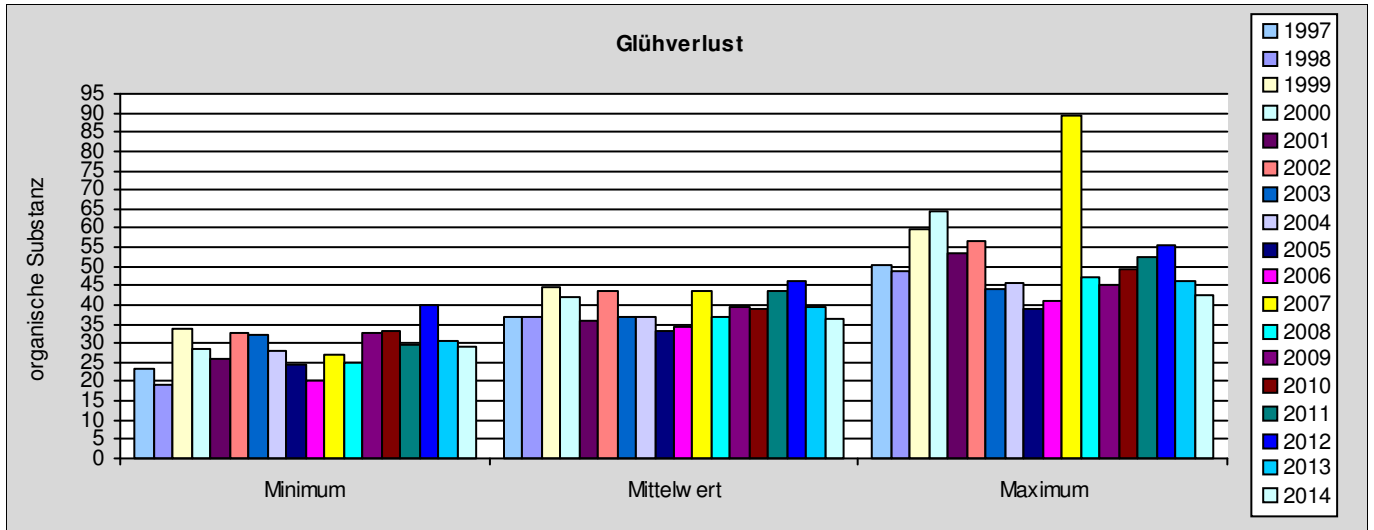
**Jahresmittel**  
**FL: 1997 - 2014**



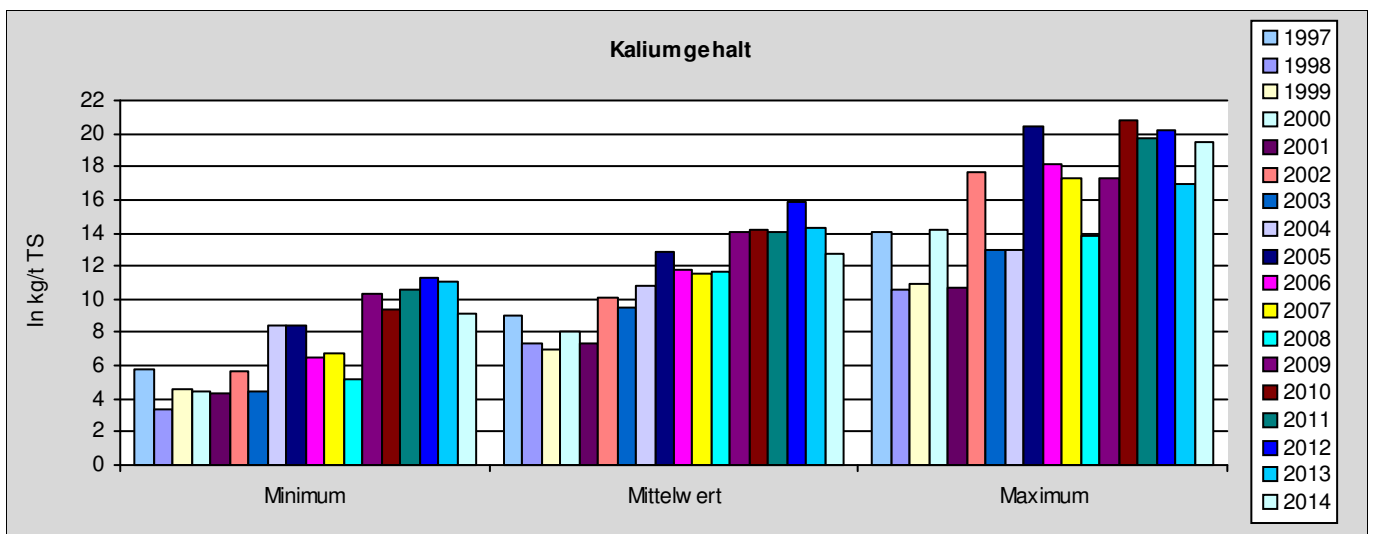
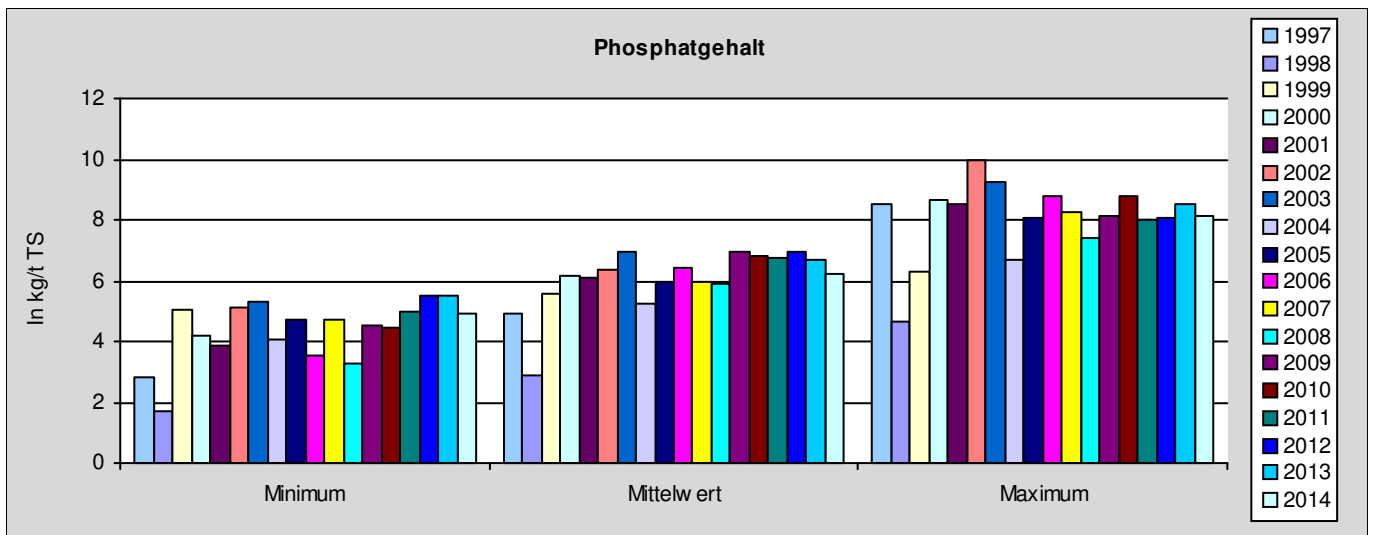
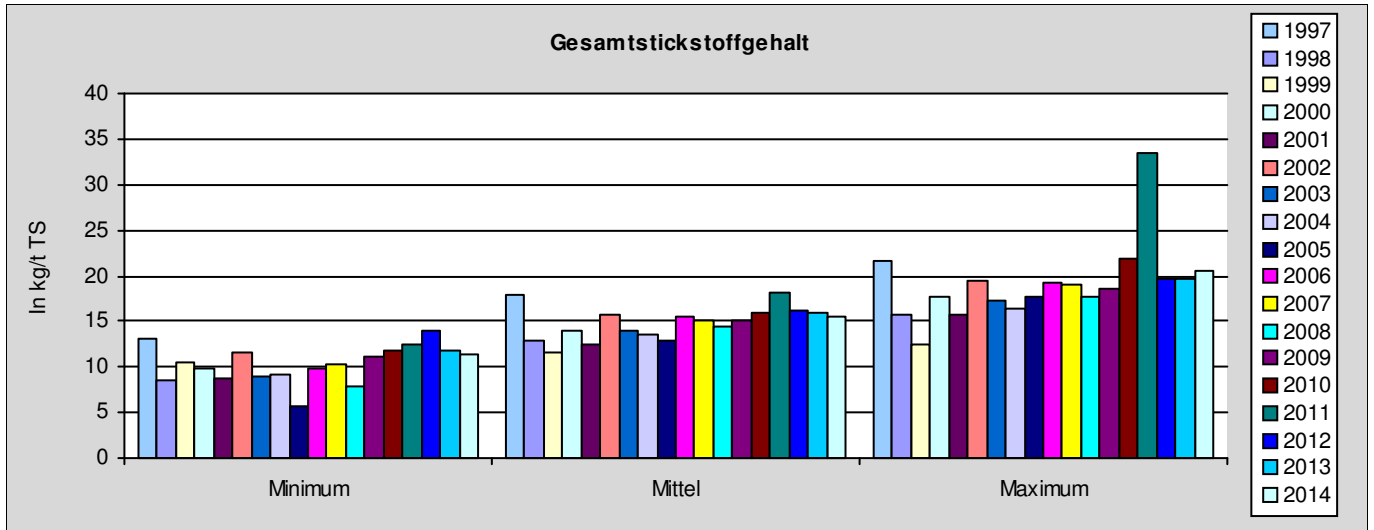
**Jahresmittel**  
**FL: 1997 - 2014**



**Jahresmittel**  
**FL: 1997 - 2014**



**Jahresmittel**  
**FL: 1997 - 2014**



**Jahresmittel**  
**FL: 1997 - 2014**

