



**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 2013**

Amt für Umwelt, Abteilung Umweltschutz

Februar 2014

## 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	11.02.2014
Alle Rechte vorbehalten: ©	Klaus Büchel Anstalt

Synthesebericht 2013.docx

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung und Auftrag .....	4
2	Qualitätssicherung .....	5
2.1	Inspektion Kompostierplätze .....	5
2.2	Kompostqualität .....	7
2.3	Schwermetallgehalte .....	9
2.4	Nährstoffgehalte .....	12
2.5	Weitere Qualitätsparameter .....	13
2.6	Biotests .....	13
3	Schlussfolgerungen .....	14
3.1	Schwermetallgehalte .....	14
3.2	Nährstoffgehalte .....	14
3.3	Kompostierplätze .....	15
3.4	Kompostabsatz .....	15
3.5	Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut .....	15
4	Handlungsbedarf .....	16
4.1	Fortführung der bisherigen QS-Massnahmen .....	16
4.2	Zusätzliche QS-Massnahmen .....	16
4.3	Massnahmen für Sammel- und Zwischenlagerplätze .....	17
4.4	Weiterbildungsveranstaltung .....	17
	Anhang .....	17

## 1 Einleitung und Auftrag

Gemäss Verfügung des Amtes für Umwelt (Bewilligung zum Betrieb einer Abfallentsorgungsanlage [Kompostieranlage], Abschnitte „Qualitätssicherung“ und „Betriebskontrolle / Jahresbericht“) wurden im vergangenen Jahr die Kompostierplätze der Gemeinden Liechtensteins<sup>1</sup> kontrolliert sowie der Kompost gemäss den offiziellen Richtlinien<sup>2</sup> beprobt und anhand verschiedener Untersuchungsmethoden analysiert. Im vorliegenden Synthesebericht werden die Resultate des Untersuchungsjahres 2013 zusammenfassend dargestellt.

**Tabelle 1: Aktivitäten im Rahmen der Qualitätssicherung 2013.**

QS – Bereich	Aktivitäten
Probenahme und Qualitätsanalysen	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Anzahl Probenahmen: 15</li><li>▪ Durchführung der folgenden Analysen:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Chemisch-physikalische Laboranalysen (Schwermetallgehalte, Nährstoffgehalte, weitere Qualitätsparameter): 12</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): 14</li><li>○ Zweitanalyse Nickelgehalt: 1</li></ul></li></ul>
Kontrolle Kompostierung und Rotteführung	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Überprüfung der laufenden Aufzeichnungen durch die Deponiewarte</li><li>▪ Beurteilung des Rohmaterials, der Kompostierung und der Rotteführung</li></ul>
Inspektion	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Inspektion der Kompostierung der Gemeinden gemäss den Anforderungen des Amtes für Umwelt</li><li>▪ Erstellung eines Kontrollrapports je Gemeinde (gemäss Vorlage des Amtes für Umwelt)</li></ul>
Datenerfassung und Auswertung	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Erfassung sämtlicher Analyseergebnisse in einer Datenbank und Auswertung</li><li>▪ Ausarbeitung von Empfehlungen zur weiteren Qualitätssteigerung der Kompostierung der Gemeinden</li></ul>
Synthese und Öffentlichkeitsarbeit	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Vergleichende Auswertung der Daten</li><li>▪ Erstellung Synthesebericht</li><li>▪ Erstellung Pressemitteilung</li></ul>

<sup>1</sup> Folgende Kompostierplätze wurden kontrolliert und sind im vorliegenden Synthesebericht berücksichtigt: Mauren, Ruggell, Gamprin/Eschen, Schaan, Vaduz, Balzers.

<sup>2</sup> Inspektoratskommission der Grüngut verarbeitenden Branche der Schweiz (2010): Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut.

## 2 Qualitätssicherung

### 2.1 Inspektion Kompostierplätze

Tabelle 2: Inspektionsergebnisse (Zusammenfassung Kontrollrapporte).

Inspektion		Mauren [28.10.2013]		Ruggell [05.11.2013]		Gamprin/Eschen [28.10.2013]		Schaan [28.10.2013 / 05.11.2013]		Vaduz [10.10.2013]		Balzers [29.10.2013]	
<b>1</b>	<b>Standort und Einrichtung</b>												
1.1	Einzäunung	✓		✓			teilweise	✓		✓		✓	
1.2	Platzbefestigung		teilweise	✓			teilweise	•		✓			teilweise
1.3	Entwässerung	✓		✓		✓			teilweise	✓		✓	
	Bemerkungen	Platzbefestigung wird nicht ausgeführt, solange das mittelfristige Konzept zur Abfalldienstleistung der Gemeinde nicht detailliert geklärt ist.			Aktuell kein Handlungsbedarf, vgl. Besprechung Gemeinde und AU vom 19.12.2011			1.3. Stauwasserbildung					
<b>2</b>	<b>Allgemeines / Eingangskontrolle</b>												
2.1	Anlieferungskontrolle	✓	Videoanlage	✓			teilweise	✓		✓		✓	
2.2	Erfassung Anlieferer		ab 1 m <sup>3</sup>	✓		•		✓			ausser Kleinmengen < 1 m <sup>3</sup>	✓	
2.3	Art der Materialbuchhaltung		Liste, Lieferscheine, PC-Liste, Monatsübersicht		PC Datenbank	•	nicht vorhanden		Anlieferungsprotokoll		PC Datenbank (Brückenwaage Deponie)		PC Datenbank
2.4	Korrektes Anlieferungsprotokoll	✓		✓		•	nicht vorhanden	✓		✓		✓	
2.5	Annahme zugelassener Abfälle	✓		✓			teilweise	✓		✓		✓	
2.6	Aussortierung Fremdstoffe	✓		✓		✓	teilweise	✓			teilweise	✓	
2.7	Information Öffentlichkeit	✓		✓			teilweise	✓		✓		✓	
2.8	Annahmepreis Grünabfälle pro m <sup>3</sup>		10 CHF		14 CHF		gratis		15 CHF		11.80 CHF, extern 17.60 CHF		10 CHF
	Bemerkungen				täglich 3-malige Kontrolle durch Unternehmer						Verbesserung Asche-Anlieferung (separate Abladestelle)		
<b>3</b>	<b>Betrieb / Kompostierung</b>												
3.1	Beauftragtes Unternehmen		Risch Grün Anstalt		Risch Grün Anstalt / J. Ritter Transportanstalt		W. Büchel AG		Risch Grün Anstalt		Risch Grün Anstalt		A. Kaufmann
3.2	Ordentliche Lagerung der Grünabfälle	✓	separate Lagerung grobes Astmaterial, Verwendung als Energieholz	✓		✓		✓	Zwischenlagerung getrennt nach Materialbeschaffenheit	✓		✓	
3.3	Rotteprotokoll ist vorhanden und wird geführt	✓		✓		✓		✓		•	unvollständig, Rückverfolgbarkeit schwierig	✓	
3.4	Korrekturer Rotteprozess	✓		✓			teilweise	✓			Rückverfolgbarkeit schwierig	✓	
3.5	Korrektes Temperatur- und Wasserprotokoll	✓		✓		✓		✓		•	unvollständig, Rückverfolgbarkeit schwierig	✓	
3.6	Häufigkeit der Temperaturkontrolle		rund 1 x wöchentlich		1 – 2 x wöchentlich		mehrmals wöchentlich		2 x wöchentlich	(•)	sporadisch, Einzelmessungen nicht dokumentiert		2-3 x wöchentlich. Z. T. täglich
3.7	Kompostmieten korrekt angesetzt	✓		✓		✓		✓			teilweise	✓	
3.8	Kein Risiko für Reinfektion	✓		✓		✓		✓			teilweise	✓	
3.9	Korrekte Mietenabdeckung	✓		✓		✓		✓			teilweise	✓	
3.10	Korrekte Mietenbeschriftung		Kein Bedarf: i.d.R. nur 1 Rottemiete auf dem Platz		Kein Bedarf	✓		✓		•	keine Mietenbeschriftung vorhanden		in Vorbereitung

Inspektion		Mauren [28.10.2013]		Ruggell [05.11.2013]		Gamprin/Eschen [28.10.2013]		Schaan [28.10.2013 / 05.11.2013]		Vaduz [10.10.2013]		Balzers [29.10.2013]	
	Bemerkungen	3.1. resp. Subunternehmer		3.1. Neuorganisation seit Jan. 2013: Kompostierung Restmenge, ab 2014 nur noch Betrieb als Sammelplatz und externe Verwertung		3.8. Optimierung Aufstossen Grüngutlager in Spitzenzeiten				3.1.bis Ende 2013 Platzräumung, danach Neuorganisation		Umsetzung neues Konzept gem. A. Kaufmann	
<b>4</b>	<b>Materialfluss / Aufzeichnungsart</b>												
4.1	Materialfluss ist rückverfolgbar	✓		✓		✓		✓		✓		✓	
4.2	Erfassung Abgabemenge	✓	ab 1 m <sup>3</sup>	✓			Lieferscheine Unternehmer, keine Aufzeichnung von privaten Materialbezügen	✓		✓		✓	
4.3	Korrekt ausgefüllte Lieferscheine	✓	vgl. 4.2	✓			Lieferscheine Unternehmer, keine Aufzeichnung von privaten Materialbezügen	✓		✓		✓	
4.4	Abnehmerverzeichnis (> 5 t TS / Jahr)	✓	vgl. 4.2	✓			Lieferscheine Unternehmer, keine Aufzeichnung von privaten Materialbezügen	✓		✓		✓	
4.5	Beurteilung Kompostabsatz		mässig		wesentliche Besserung		gut		mässig		mässig bis schlecht		gut
4.6	Anlieferer in Prozent (P / Gde / LW / Gä / div)		70 / 10 / 0 / 20 / 0		25 / 50 / 0 / 25 / 0		nicht bekannt		60 / 10 / 0 / 30 / 0		25 / 5 / 0 / 70 / 0		55 / 30 / 5 / 10 / 0
4.7	Abnehmer in Prozent (P / Gde / LW / Gä / div)		45 / 10 / 40 / 5 / 0		40 / 0 / 60 / 0 / 0		50* / 0 / 25 / 25 / 0 * inkl. Unternehmer		90 / 5 / 0 / 5 / 0		20 / 0 / 50 / 20 / 0		50 / 0 / 50 / 0 / 0
4.8	Abgabepreis Kompost pro m <sup>3</sup>		30 CHF		gratis		gratis		40 CHF		25 CHF		40 CHF (ab 1 m <sup>3</sup> )
	Bemerkungen			Buchhaltung mittels PC-Datenbank 4.5. Absatzsteigerung infolge Preisanpassung (Gratisabgabe)				Grosse Kubatur Kompost vor Ort, Absatz ungeklärt		4.7. Restmenge per Ende 2013 wird durch Risch Grün AG abgesetzt			
<b>5</b>	<b>Qualitätssicherung</b>	✓	insgesamt gute Ergebnisse 3-malige Beurteilung Pflanzenverträglichkeit Weiterbildung neue Deponiewartin in Abklärung	✓	In einer Probe Grenzwertüberschreitung Nickelgehalt 3-malige Beurteilung Pflanzenverträglichkeit	✓	Insgesamt gute Ergebnisse z.T. ungenügende Hygienisierung Überdurchschnittlich hoher Ni-Gehalt	✓	Insgesamt gute Ergebnisse Nickelgehalt weist zunehmenden Trend auf.	✓	In einer Probe Grenzwertüberschreitung Nickelgehalt	✓	Überdurchschnittlich hohe Gehalte mehrerer Schwermetalle z.T. ungenügende Hygienisierung Weiterbildung A. Kaufmann
<b>6</b>	<b>Eindruck / Plausibilität</b>												
6.1	Eindruck Sauberkeit	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.		Keine Massnahmen, da Auftrag per Ende 2013 ausläuft	✓	i. O.
6.2	Plausibilität der Angaben	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.
	Bemerkungen			vorbildliche Platzführung ab 2014 Betrieb als Sammelplatz ohne Vor-Ort-Kompostierung						Neuorganisation ab 2014		Separater Auswertungsbericht für Versuch A. Kaufmann Saubere Dokumentation der Rotteführung (1 Bericht pro Charge)	

## 2.2 Kompostqualität

Tabelle 3: Resultatübersicht der im Jahr 2013 untersuchten Kompostproben.

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostierplatz	Nährstoffgehalte	Schwermetallgehalte	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
13089	08.05.2013	Mauren	- keine Analysen	- keine Analysen	- keine Analysen	- sehr gut pflanzenverträglich
13090	08.05.2013	Mauren	- ungünstiges $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ Verhältnis - K erhöht	- Ni 54 % <sup>3</sup>	- Erhöhter Salzgehalt (10.1 g KCl-eq / kg TS) - Erhöhter pH-Wert (8.1)	- sehr gut pflanzenverträglich
13283	20.11.2013	Mauren	- K erhöht - Mg stark erhöht	- Ni 68 %	- Salzgehalt i. O. - pH-Wert i. O.	- sehr gut pflanzenverträglich
13053	24.04.2013	Gamprin/Eschen	- ungünstiges $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ Verhältnis - K erhöht	- Ni 79 %	- Salzgehalt i. O. - Erhöhter pH-Wert (7.9)	- sehr gut pflanzenverträglich - Bohnentest: mässig pflanzenverträglich
13245	28.10.2013	Gamprin/Eschen	- ungünstiges $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ Verhältnis - K erhöht	- Ni 65 %	- Salzgehalt i. O. - pH-Wert i. O.	- gut bis sehr gut pflanzenverträglich
13092	27.05.2013	Schaan	- ungünstiges $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ Verhältnis - N, K erhöht - Mg stark erhöht	- Alle < 50 %	- Erhöhter Salzgehalt (10.5 g KCl-eq / kg TS) - Erhöhter pH-Wert (7.9)	- sehr gut pflanzenverträglich
13244	28.10.2013	Schaan	- Ca, K erhöht - Mg stark erhöht	- Ni 56 %	- Erhöhter Salzgehalt (11.5 g KCl-eq / kg TS) - pH-Wert i. O.	- gut bis sehr gut pflanzenverträglich - Bohnentest: mässig pflanzenverträglich
13086	08.05.2013	Ruggell	- K erhöht	- Ni 63 %	- Erhöhter Salzgehalt (11.4 g KCl-eq / kg TS) - Erhöhter pH-Wert (8.0)	- gut bis sehr gut pflanzenverträglich

<sup>3</sup> in % des Grenzwerts gemäss ChemRRV

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostierplatz	Nährstoffgehalte	Schwermetallgehalte	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
13087	08.05.2013	Ruggell	- keine Analyse	- keine Analyse	- keine Analyse	- sehr gut pflanzenverträglich - geschlossener Kresstest: schwach pflanzenverträglich
13177	17.09.2013	Ruggell	- N, P, K erhöht	- Cd 70 % - Ni 117 %	- Erhöhter Salzgehalt (10.3 g KCl-eq / kg TS) - pH-Wert i. O.	- gut bis sehr gut pflanzenverträglich
13242	23.10.2013 (Zweitanalyse)	Ruggell	- keine Analyse	- Ni 123 %	- keine Analyse	- keine Analyse
13093	27.05.2013	Vaduz	- K erhöht - Mg stark erhöht	- Ni:61 %	- Salzgehalt i. O. - pH-Wert i. O.	- sehr gut pflanzenverträglich - geschlossener Kresstest: mässig pflanzenverträglich
13178	17.09.2013	Vaduz	- ungünstiges $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ Verhältnis - K erhöht - Mg stark erhöht	- Cd 58 % - Ni 186 %	- Salzgehalt i. O. - pH-Wert i. O.	- gut bis sehr gut pflanzenverträglich
13104	19.06.2013	Balzers	- Innerhalb des typischen Bereichs für Reifekompost	- Cd 54 % - Ni 73 %	- Salzgehalt i. O. - pH-Wert i. O.	- gut bis sehr gut pflanzenverträglich
13279	06.11.2013	Balzers	- Innerhalb des typischen Bereichs für Reifekompost	- Cd 51 % - Ni 63 %	- Salzgehalt i. O. - pH-Wert i. O.	- sehr gut pflanzenverträglich



## 2.3 Schwermetallgehalte

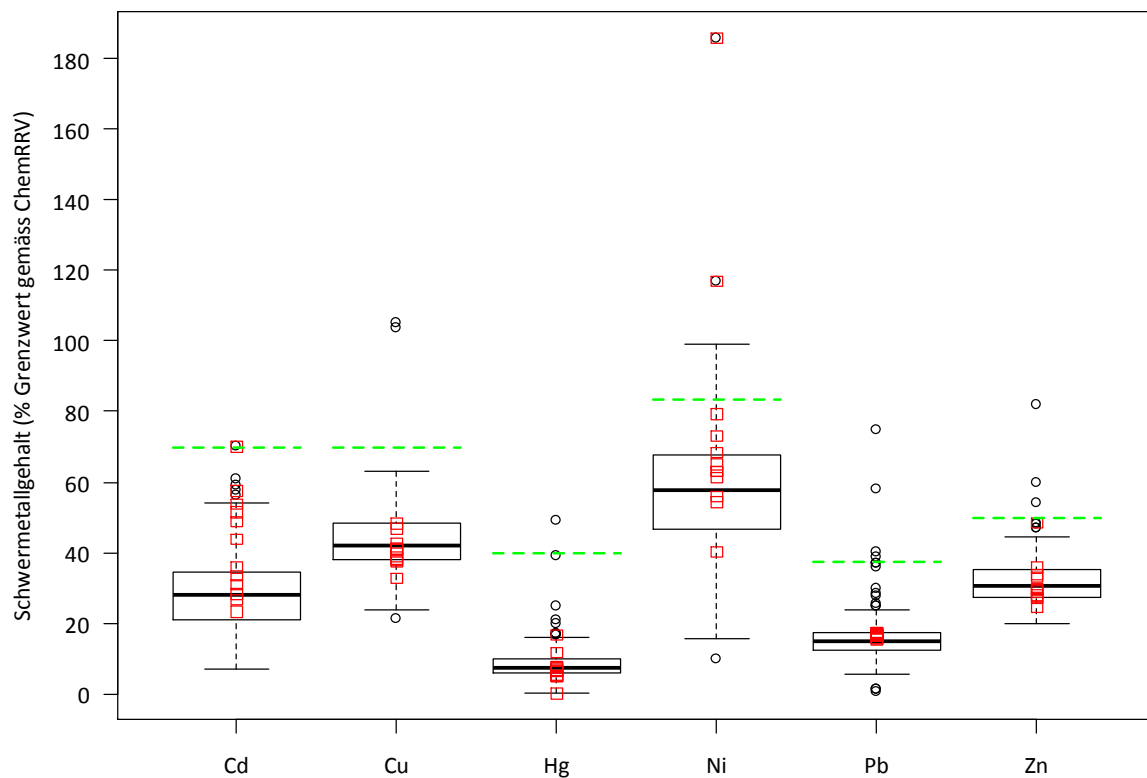


Abbildung 1: Schwermetallgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden 2013 (rote Symbole), im Vergleich zum langjährigen Wertebereich (Daten 1997 – 2013, dicke Linie: Median, Box: mittlere Hälfte der Werte, Punkte: Extremwerte). Die grün gestrichelte Linie stellt den jeweiligen Grenzwert für den Einsatz im Bio-Landbau gemäss Bioverordnung des EVD dar.

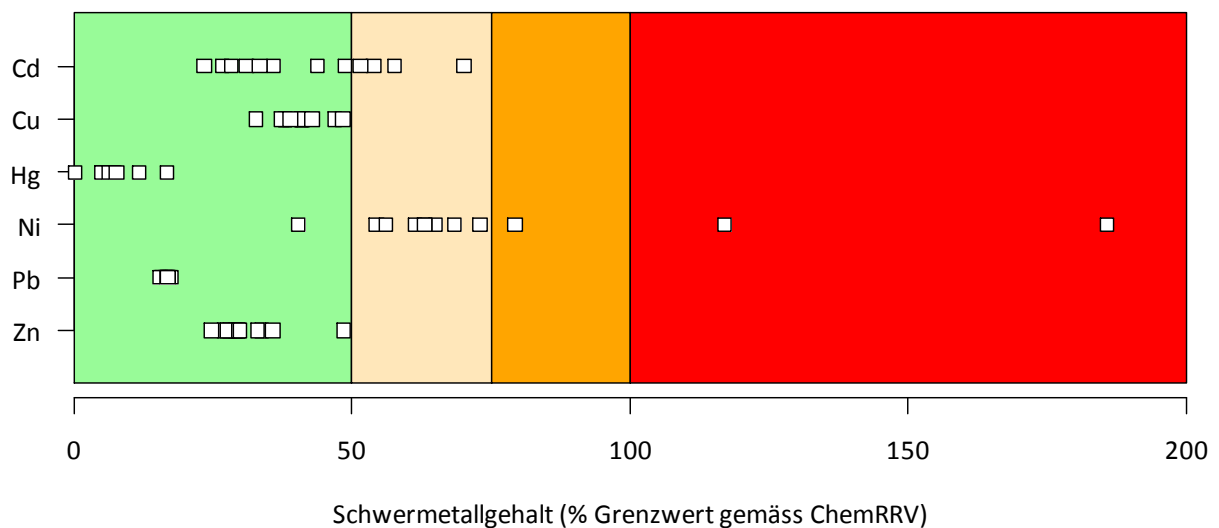
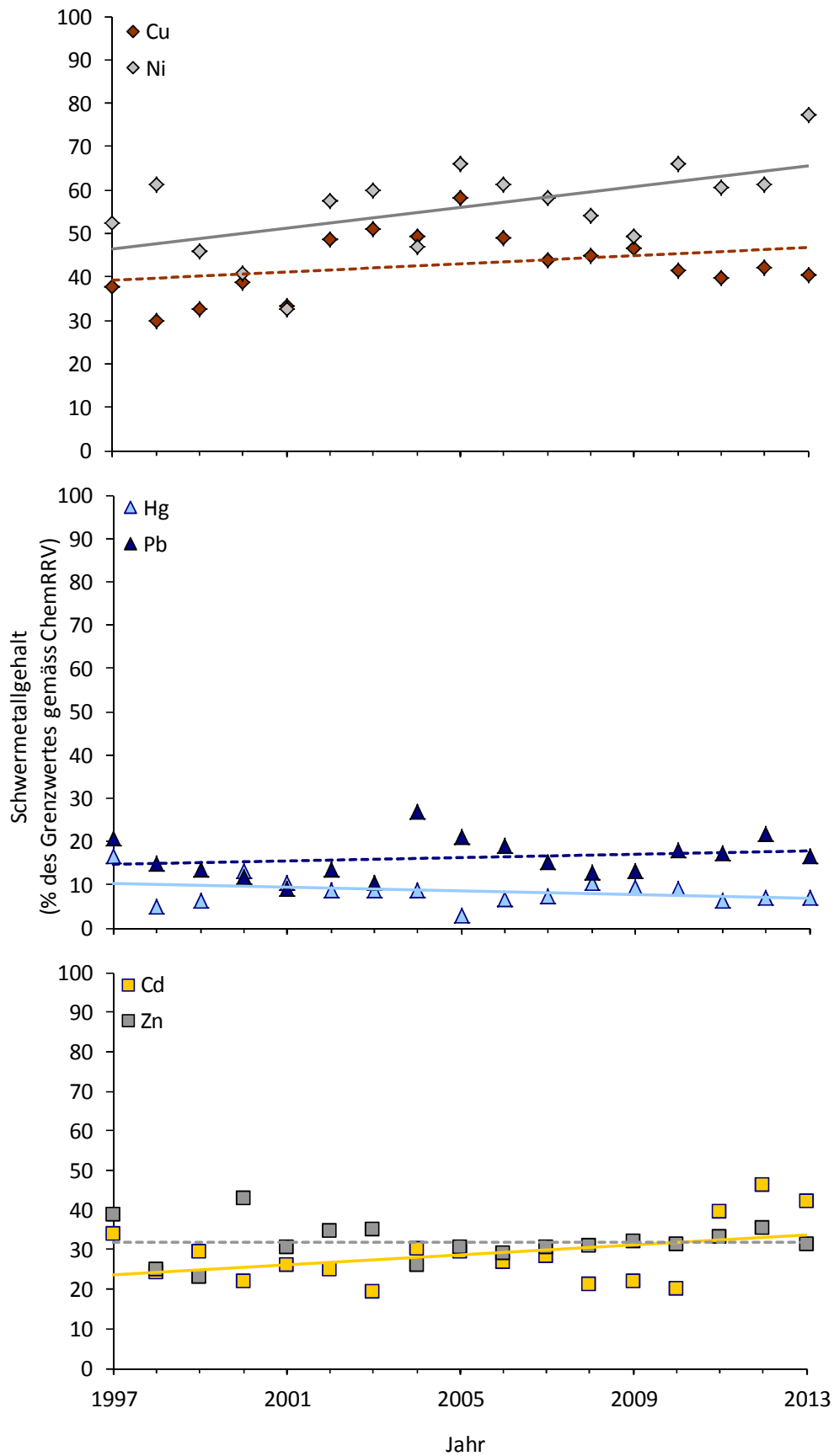


Abbildung 2: Beurteilung der Schwermetallgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden im Jahr 2013 im Vergleich mit dem Grenzwert gemäss ChemRRV.



**Abbildung 3: Entwicklung der Schwermetallgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden von 1997 bis 2013. Dargestellt ist jeweils der Jahresmittelwert. Durchgezogene Linie: Statistisch signifikanter Trend ( $p < 0.05$ ); kurz gestrichelte Linie: kein statistisch signifikanter Trend.**

**Tabelle 4: Beurteilung der Schwermetallgehalte.**

<b>Schwermetall</b>	<b>Kommentar</b>
Cadmium (Cd)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Cd-Gehalt weist eine statistisch signifikante Zunahme auf.</li> <li>▪ Seit 2011 bewegt sich der Mittelwert auf einem höheren Niveau als in den Jahren bis 2010.</li> <li>▪ Im Jahr 2013 wurde der bislang höchste Cd-Gehalt seit Beginn der systematischen Untersuchungen beobachtet (70 % des Grenzwerts, Probe Nr. 13177).</li> </ul>
Kupfer (Cu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Cu-Gehalt hat sich seit 2010 bei einem Mittelwert um 40 % des Grenzwerts stabilisiert.</li> <li>▪ Im Jahr 2013 wurden auf allen Plätzen Cu-Gehalte unter 50 % des Grenzwerts gemessen.</li> </ul>
Quecksilber (Hg)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Hg-Gehalt liegt auf einem sehr tiefen Niveau und weist langfristig einen leichten Rückgang auf (statistisch signifikant).</li> </ul>
Nickel (Ni)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Ni-Gehalt weist eine statistisch signifikante Zunahme auf.</li> <li>▪ Im Jahr 2013 wurden zwei Grenzwertüberschreitungen beobachtet (117 % des Grenzwertes, Probe Nr. 13177 sowie 186 % des Grenzwertes, Probe Nr. 13178).</li> <li>▪ Auf allen Plätzen wurden im Jahr 2013 Ni-Gehalte über 50 % des Grenzwerts gemessen.</li> <li>▪ Nur in einer Probe lag der Ni-Gehalt unter 50 % des Grenzwerts (40 %, Probe Nr. 13092).</li> </ul>
Blei (Pb)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Pb-Gehalt liegt sich seit Beginn der Beobachtungen auf einem sehr niedrigen Niveau.</li> </ul>
Zink (Zn)	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Der Zn-Gehalt liegt in allen Proben unter 50 % des Grenzwerts und weist seit rund 10 Jahren nur sehr geringe Schwankungen auf.</li> </ul>

## 2.4 Nährstoffgehalte

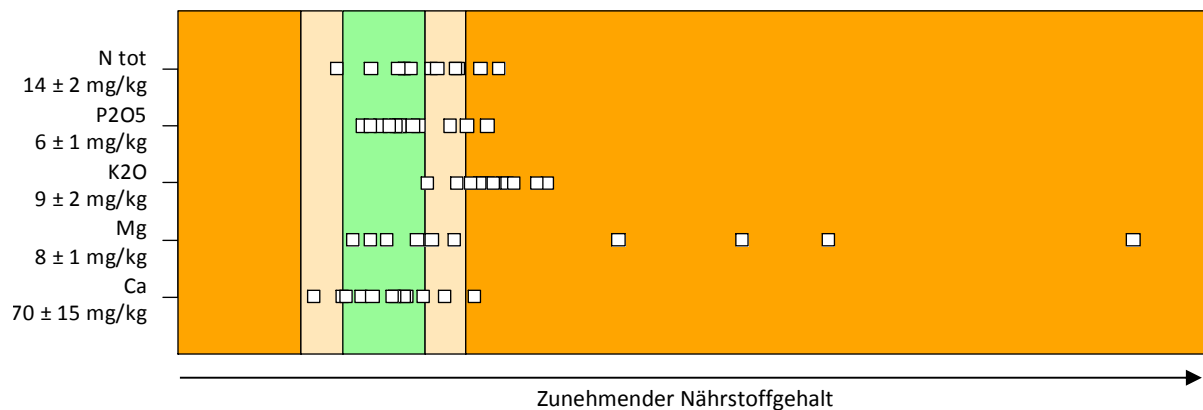


Abbildung 4: Nährstoffgehalte im Kompost der Liechtensteiner Gemeinden im Jahr 2013 im Vergleich mit typischen Wertebereichen für Kompost (grün: häufiger Wertebereich für Kompost<sup>4</sup>, hellorange: typischer Wertebereich für Kompost, dunkelorange: ausserhalb des typischen Wertebereichs für Kompost).

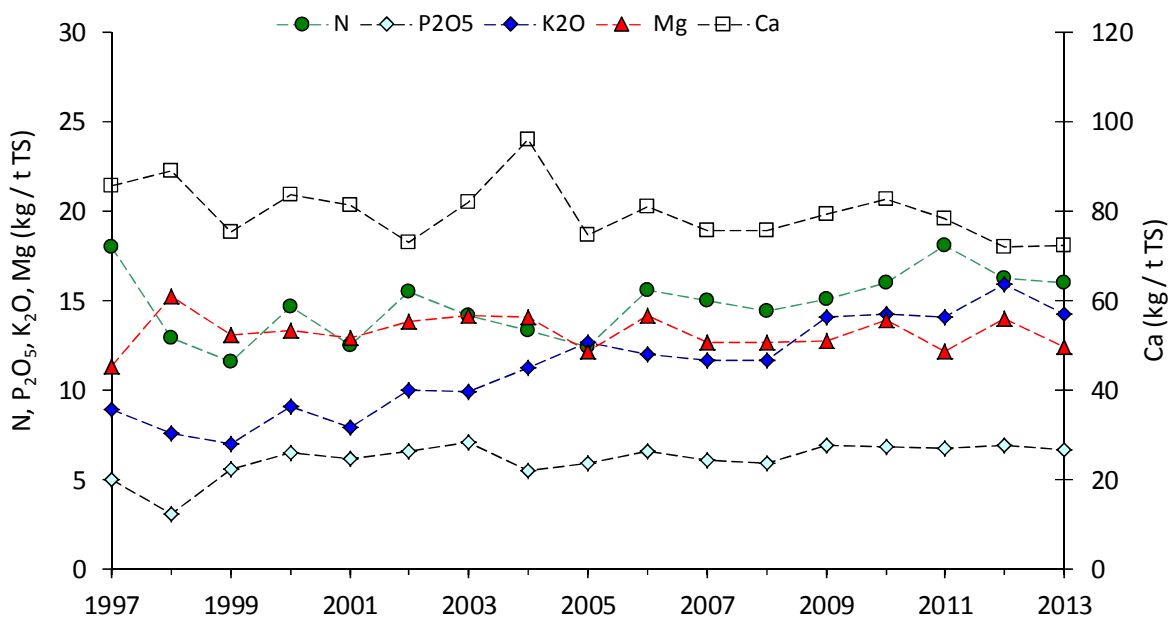


Abbildung 5: Entwicklung der Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2013

Die Kalium- und Magnesiumgehalte liegen im Mittel über den typischen Werten für Reifekompost. Beim Magnesiumgehalt sind vor allem sehr hohe Gehalte auf den Kompostierplätzen Schaan und Vaduz dafür verantwortlich, während erhöhte Kaliumgehalte mit Ausnahme von Balzers auf allen Plätzen auftreten. Langfristig weisen die Gehalte der Hauptnährstoffe N, P und K einen zunehmenden Trend auf, während der Ca-Gehalt tendenziell abnimmt.

<sup>4</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).

## 2.5 Weitere Qualitätsparameter

Die übrigen Qualitätsparameter weisen mehrheitlich auf eine gute Kompostqualität hin. In 5 der 12 untersuchten Proben lag der Salzgehalt oberhalb des Richtwerts für den Einsatz im gedeckten Gartenbau (10 g KCl-eq. / kg TS). Der Kompost kann jedoch in allen Fällen im Freiland ohne weitere Einschränkungen verwendet werden.

Alle untersuchten Kompostproben weisen den Reifegrad V auf, was auf eine vollständige Ausreifung hinweist. Der pH-Wert (4 Fälle) und das  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_3^-$ -Verhältnis (5 Fälle) weisen jedoch in einigen Proben darauf hin, dass die Stickstoffumsetzung nicht vollständig abgeschlossen ist.

## 2.6 Biotests

In Übereinstimmung mit der generell guten Ausreifung der Komposte weisen die Proben in den Biotests mehrheitlich sehr gute Pflanzenverträglichkeit auf. In einzelnen Fällen schneiden einzelne Tests etwas schlechter ab:

- Ein schwaches bis mässiges Resultat im geschlossenen Kressetest (2 Fälle) deutet auf noch ungenügende Stickstoffumsetzung hin (vgl. Kap. 2.5).
- Beim Bohnentest ist ebenfalls in 2 Fällen nur ein schwaches bis mässiges Resultat erreicht worden. In diesen Fällen ist ebenfalls die Keimung der Samen beeinträchtigt gewesen. Der Bohnentest ist dafür bekannt, dass er bzgl. Keimung sehr sensibel auf verschiedene Einflussfaktoren reagiert.

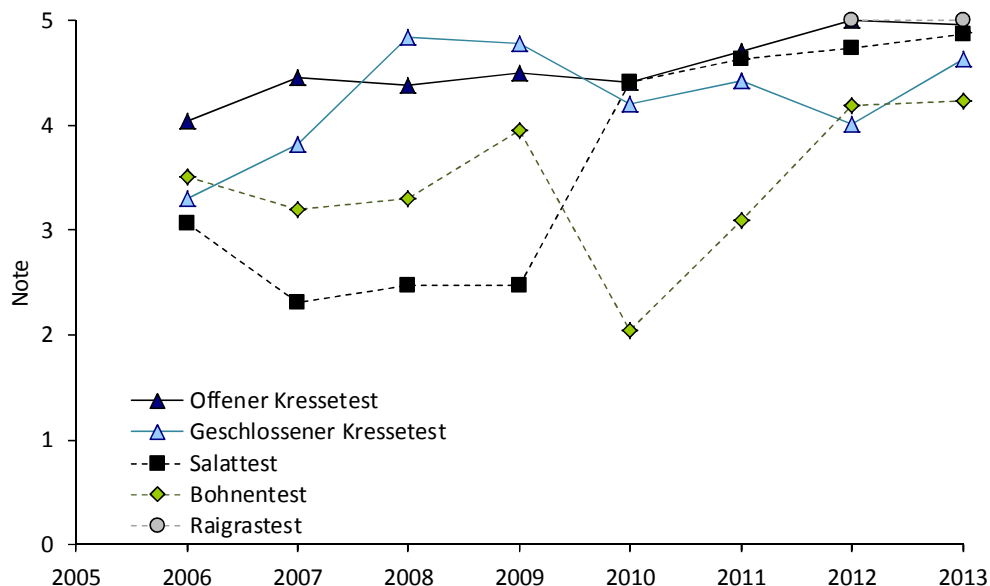


Abbildung 6: Entwicklung der Bewertung der Biotests (Jahresmittelwerte) zwischen 2006 und 2013. Note 5 entspricht optimalem Wachstum, Note 1 entspricht hoher Pflanzensuppressivität, welche bereits die Keimung verhindert.

### 3 Schlussfolgerungen

Die gute Produktqualität des auf den kommunalen Kompostierplätzen Liechtensteins produzierten Kompostes hat sich insgesamt auch im Berichtsjahr 2013 bestätigt. Mit Ausnahme von zwei der insgesamt 15 einzelnen Kompostproben wurden die gesetzlichen Vorschriften bezüglich Qualitätseigenschaften erfüllt. Die Ergebnisse des Berichtsjahres 2013 können folgendermassen zusammengefasst werden:

#### 3.1 Schwermetallgehalte

Mit Ausnahme von Nickel und Cadmium liegen die Schwermetallgehalte ausnahmslos unter 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV. Die zwei genannten Schwermetalle weisen im langjährigen Vergleich eine statistisch signifikante Zunahme auf. Im Berichtsjahr wurden die bisher höchsten Analysenergebnisse dieser zwei Schwermetalle erzielt. Aufgrund der Beobachtungen sowie ergänzender Zweitanalysen können partikuläre Verunreinigungen nicht ausgeschlossen werden.

Die Zunahme gegenüber dem Vorjahreswert hat sich für Nickel bestätigt. Auf die insgesamt kritische Entwicklung des Nickelgehaltes wurde bereits in den Vorjahren hingewiesen.

Bezüglich Cadmiumgehalt haben sich die erhöhten Werte der zwei Vorjahre ebenso wie die im Vorjahr prognostizierte Überschreitung der 50 % Marke des Grenzwertes bestätigt.

Ein weiterer Anstieg der Belastungssituation ist für Nickel und Cadmium zu verhindern. In diesem Zusammenhang sind vertiefte Abklärungen zur Ursachenermittlung und Ableitung möglicher Gegenmassnahmen erforderlich.

Entgegen früherer Auswertungsjahre wurde bezüglich Kupfergehalt eine Normalisierung erreicht. Diese Entwicklung zeigt, dass die Zielgrösse von 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV durchaus erreichbar ist.

#### 3.2 Nährstoffgehalte

Die Nährstoffgehalte garantieren eine gute Versorgung der Pflanzen. Die aktuelle Produktqualität erlaubt einen uneingeschränkten Einsatz des Kompostes im Freiland Einsatz, was durch die Ergebnisse der Biotests bestätigt wird. Nach wie vor bestehen infolge des erhöhten Salzgehaltes Limitierungen bezüglich Komposteinsatz im gedeckten Einsatz.

Die Ergebnisse zur Beurteilung der Strukturstabilität des Kompostes zeigen, dass die Ausreifung und Humifizierung des Kompostes weit fortgeschritten ist. Die Beurteilung des Rottegrades sowie die erwähnten Ergebnisse der Biotests bestätigen diese Feststellung.

Bezüglich Salzgehalt konnte eine Normalisierung erreicht werden. Die aktuelle Kompostierungspraxis ermöglicht eine Kompostproduktion ohne nennenswerte Einschränkungen für den Standardeinsatzbereich des Kompostes. Aus diesem Grund soll die Kompostierung im bisherigen Stil fortgesetzt werden (v.a. Beibehaltung Holzanteil und Bearbeitungsintensität).

### 3.3 Kompostierplätze

Die Kompostierplätze erfüllen die Anforderungen der Inspektion.

Bezüglich Ordnung und Sauberkeit sowie bezüglich Anlieferungskontrolle und Auslese von Fremdstoffen besteht auf einzelnen Plätzen der grösste Handlungsbedarf. Eine sorgfältige Platzführung durch einen Kompostwart / eine Kompostwartin sowie eine konsequente Anlieferungskontrolle gemäss Positivliste sind Grundvoraussetzungen zur Produktion eines qualitativ einwandfreien Kompostes.

### 3.4 Kompostabsatz

Der Kompostabsatz wird mehrheitlich als unbefriedigend beurteilt, was u.a. auf das regional grosse Kompostangebot und u.U. auf die Kostenstrukturen zurück zu führen ist. Die Anpassung der Kostenstrukturen in Ruggell hat gezeigt, dass der Kompostabsatz über eine Gratisabgabe wesentlich verbessert werden kann. Die Mindereinnahmen können durch eine (leichte) Anpassung der Anlieferungsgebühren für das Grüngut direkt kompensiert werden.

Zur Förderung des Kompostabsatzes werden die Anpassung der Gebührenstrukturen sowie eine entsprechende Information der Bevölkerung empfohlen. Die Umsetzung ist an die Abfall- resp. Gebührenreglemente der einzelnen Gemeinden anzupassen.

### 3.5 Sammel- und Zwischenlagerplätze für Grüngut

Seit Januar 2013 resp. ab Januar 2014 werden die Kompostierplätze Ruggell und Vaduz nur noch als Sammel- und Zwischenlagerplatz für Grüngut betrieben. Die Verwertung des Grüngutes erfolgt in der Verantwortung eines spezialisierten Entsorgungsunternehmens.

Es ist ausserdem bekannt, dass sich in den nächsten Jahren Veränderungen im Angebot der Kompostierungsarbeiten ergeben werden. Die Weiterführung der Kompostierungsarbeiten resp. die Überprüfung möglicher neuer Verwertungsmöglichkeiten obliegt den einzelnen Gemeinden. Im Berichtsjahr hat sich gezeigt, dass in diesem Zusammenhang auf mehreren Plätzen die gesetzlich verlangte Betriebsbewilligung nicht vorhanden resp. nicht geklärt ist (Ruggell, Vaduz, Triesen, Triesenberg).

Unabhängig der gewählten Entsorgungswege resp. –konzepte sind die Bewilligungen aller Plätze zu prüfen und gemäss TVA resp. Umweltschutzgesetzgebung auszustellen. Falls keine Bewilligung vorliegt, ist der Betrieb einzustellen. Kontrolle und Inspektion sind – gestützt auf die Bewilligungen – auf allen Plätzen konsequent umzusetzen.

## 4 Handlungsbedarf

### 4.1 Fortführung der bisherigen QS-Massnahmen

Für die Qualitätssicherung der Grünabfallverwertung im Jahr 2014 wird zusammenfassend insbesondere die Fortführung der folgenden bisherigen QS-Massnahmen empfohlen<sup>5</sup>:

Massnahme	Termin
Kontrolle Grüngutanlieferungen und Aussortieren Fremdstoffe	laufend
Dokumentation Grüngutanlieferungen	laufend
Beibehaltung Holzanteil in Grüngut (Verringerung Maschinenabrieb beim Schreddern, Verbesserung Struktur, Reduktion Salzgehalt)	laufend
Regelmässiges, vollständiges Umsetzen der Mieten in Abhängigkeit der Temperaturentwicklung	laufend
Dokumentation Rotteverlauf und Kompostabgaben	laufend
2-malige Beprobung und Analyse des Komposts	Frühjahr / Herbst 2014
Inspektion und Platzkontrollen gem. Vorlage AU	laufend
Ausbau Beratung zur Optimierung von Qualitätssicherung und Gesamtergebnis	laufend

### 4.2 Zusätzliche QS-Massnahmen

Für eine langfristige Sicherstellung der Kompostqualität werden die folgenden zusätzlichen QS-Massnahmen empfohlen (Notwendigkeit zur Durchführung variiert von Platz zu Platz, je nach Ergebnis der Inspektion 2013):

Massnahme	Termin
Intensivierung Anlieferungskontrolle	laufend
Prüfung Infrastruktur (Einzäunung) und Öffnungszeiten	Frühjahr 2014
Optimierung Rotteprozess (Mietenform, Anzahl Umsetzungen, Rottedauer)	laufend
Laufende Auswertung Rottetemperatur und Anpassung Rotteführung, falls Hygieneanforderungen nicht erreicht	laufend
Weiterbildung Kompostwart / -in	Jahr 2014
Prüfen Anpassung Gebührenstruktur resp. Absatzförderung	sofort
Prüfung Fortsetzung resp. Optimierung Kompostierungsarbeiten	Frühjahr 2014
Vorarbeiten und Umsetzung Projekt zur Ursachenabklärung und Monitoring der Schwermetallbelastung, v.a. Ni und Cd (Projekt im Auftrag des Amtes für Umwelt)	Jahr 2014

<sup>5</sup> Die QS-Massnahmen bezüglich Kompostierungsprozess und Kompostqualität gelten nur für die Kompostierplätze, auf denen im Jahr 2014 kompostiert wird: Mauren, Gamprin/Eschen, Schaan, Balzers. Die weiteren Massnahmen gelten für sämtliche Kompostier- resp. Grüngutsammel- und Zwischenlagerplätze Liechtensteins.



### 4.3 Massnahmen für Sammel- und Zwischenlagerplätze

In den Gemeinden Ruggell und Vaduz, auf denen zukünftig nur noch ein Sammel- und Zwischenlagerplatz für Grüngut betrieben wird, sind die folgenden zusätzlichen Massnahmen umzusetzen. Diese Massnahmen gelten ebenso für die Gemeinden Triesen und Triesenberg, in denen seit Jahren ein Sammel- und Zwischenlagerplatz betrieben wird.

Massnahme	Termin
Betriebsbewilligungen ausstellen	sofort
Inspektion und Platzkontrollen gem. Vorlage AU	laufend
Einholung Qualitätsnachweis, falls extern produzierter Kompost abgegeben wird	laufend
Klärung Führung Abnehmerverzeichnis für Kompostabgabe > 1 m <sup>3</sup>	Frühjahr 2014

### 4.4 Weiterbildungsveranstaltung

In Anlehnung an die Empfehlungen und Diskussionen der Vorjahre wird die Durchführung einer Weiterbildungsveranstaltung („Kompost-Tag FL“) im Frühling 2014 empfohlen. Anlässlich dieser Veranstaltung sollen die aktuellen Herausforderungen sowie absehbare Entwicklungen in der kommunalen Kompostierung diskutiert sowie mögliche Massnahmen erörtert werden. Ausserdem soll ein Gedankenaustausch zwischen den Kompostverantwortlichen der einzelnen Plätze, dem Amt für Umwelt sowie den für Kontrolle und Inspektion Verantwortlichen ermöglicht werden.

### Anhang

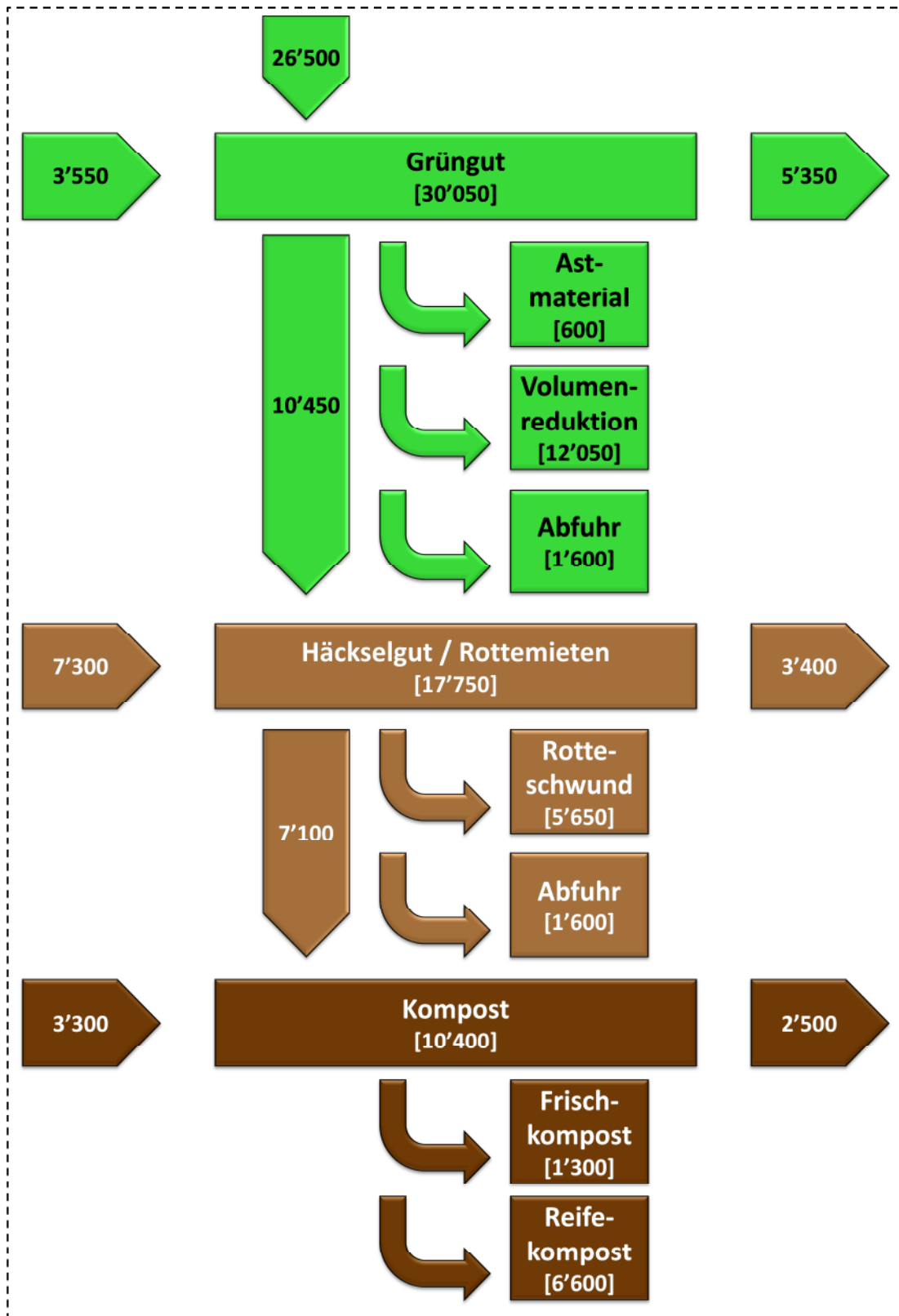
- Mengenzbilanz 2013
- Mehrjahresvergleich 1997- 2013

# Mengenbilanz 2013 (Angaben in m<sup>3</sup>)

Übertrag Jahr 2012

Jahr 2013

Übertrag Jahr 2014



Die Mengenbilanz beruht nur teilweise auf exakten Mengenangaben. Die Abschätzung der übrigen Flüsse beruht auf Schätzungen und Plausibilitätsüberlegungen.

## **Mehrjahresvergleich 1997 – 2013**

