



Amt für Umweltschutz


# Kommunale Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein

## Synthesebericht 2010



## Impressum

Auftraggeberin: Amt für Umweltschutz, Vaduz

Auftragnehmerin:  Klaus Büchel Anstalt, Ingenieurbüro für Agrar- & Umweltberatung, Mauren

Projektleitung: Stefan Zeller

Datenauswertung  
und Bericht: Stefan Zeller, Dr. Alexander Heim

Alle Rechte vorbehalten: © Amt für Umweltschutz, Vaduz, 2011

Januar 2011  
Synthesebericht 2010.doc

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>EINLEITUNG UND AUFTRAG</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>RESULTATE</b>	<b>5</b>
2.1	Inspektion Kompostierplätze	5
2.2	Kompostqualität 2010	7
2.3	Schwermetallgehalte	9
2.4	Nährstoffgehalte	11
2.5	Weitere Qualitätsparameter	13
2.6	Biotests	15
<b>3</b>	<b>ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>	<b>16</b>
3.1	Schwermetallgehalte	16
3.2	Nährstoffgehalte	16
3.3	Weitere Qualitätsparameter	17
3.4	Biotests	17
3.5	Inspektion	17
<b>4</b>	<b>HANDLUNGSBEDARF</b>	<b>18</b>
4.1	Beurteilung Zielerreichung 2010	18
4.2	Handlungsbedarf 2011	21
<b>5</b>	<b>ANHANG</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>MENGENBILANZ 2010</b>	<b>26</b>

## 1 Einleitung und Auftrag

Gemäss der Verfügung des Amtes für Umweltschutz wurden im vergangenen Jahr im Rahmen des Qualitätssicherungs- und Inspektionsauftrages die Kompostierplätze der Gemeinden Liechtensteins kontrolliert sowie der Kompost gemäss den offiziellen Richtlinien beprobt und anhand verschiedener Untersuchungsmethoden analysiert. Im vorliegenden Synthesebericht werden die Resultate des Untersuchungsjahres 2010 präsentiert sowie Empfehlungen für den weiteren Handlungsbedarf und eine entsprechende Steigerung der Kompostqualität aufgezeigt.

Im Rahmen der Qualitätssicherung 2010 wurden die folgenden Beratungsaktivitäten und Dienstleistungen erbracht:

- **Kontrolle des Kompostierplatzes:** Die laufenden Aufzeichnungen durch die Deponiewarte wurden überprüft sowie das Rohmaterial, die Kompostierung und die Rotteführung beurteilt.
- **Inspektion:** Die Kompostierung der Gemeinden Liechtensteins wurde anhand dem Kontrollrapport des Amtes für Umweltschutz inspiziert.
- **Probenahme und Qualitätsanalysen:** Die Kompostproben wurden auf verschiedene Parameter (Schwermetallgehalt, Nährstoffgehalt, weitere Qualitätsparameter und Biotests) analysiert.
- **Datenerfassung und Auswertung:** Sämtliche Analysenergebnisse wurden in einer Datenbank erfasst und ausgewertet. Daraus wurden Empfehlungen zur weiteren Qualitätssteigerung der Kompostierung in den Gemeinden Liechtensteins ausgearbeitet.

## 2 Resultate

### 2.1 Inspektion Kompostierplätze

Tabelle 1: Inspektionsergebnisse (Zusammenfassung Kontrollrapporte)

Inspektion	Mauren [30.11.2010]	Ruggell [30.11.2010]	Eschen-Gamprin [30.11.2010]	Schaan [30.11.2010]	Vaduz [30.11.2010]	Balzers [30.11.2010]
<b>1 Standort und Einrichtung</b>						
1.1 Einzäunung	✓	✓	teilweise	✓	✓	✓
1.2 Platzbefestigung	teilweise	✓	teilweise	•	✓	teilweise
1.3 Entwässerung	✓	✓	✓	teilweise	✓	Temporär Staunässe
Bemerkungen	1.2 in Abklärung				1.3. Sickerwasser wird in Tank gespeichert und für Bewässerung verwendet	1.3. Tank und Überleitung Platzvergrößerung 2011
<b>2 Allgemeines / Eingangskontrolle</b>						
2.1 Anlieferungskontrolle	✓	✓	Sporadische Kontrollen	✓	✓	Eingangskontrolle Deponie
2.2 Erfassung Anlieferer	✓	✓	•	✓	teilweise	✓
2.3 Art der Materialbuchhaltung	Liste, Lieferscheine, Monatsübersicht	PC Datenbank	k.A.	Anlieferungsprotokoll	PC Datenbank	PC Datenbank
2.4 Korrektes Anlieferungsprotokoll	✓	✓	•	✓	✓	✓
2.5 Annahme zugelassener Abfälle	✓	✓	teilweise	✓	✓	✓
2.6 Aussortierung Fremdstoffe	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.7 Information Öffentlichkeit	✓	✓	✓	✓	✓	✓
2.8 Annahmepreis Grünabfälle pro m <sup>3</sup>	10 CHF	10 CHF	gratis	15 CHF	11.80 CHF, extern 17.60 CHF	10 CHF
Bemerkungen		2.1. Buchhaltung für Gartenabraum ab 2011 verfeinert 2.7. PR-Beitrag im Nordwind	2.7. Anliegen: Landesweite Information			
<b>3 Betrieb / Kompostierung</b>						
3.1 Beauftragtes Unternehmen	Risch Grün AG	Risch Grün AG	Axpo Kompogas AG	Risch Grün AG	Risch Grün AG	Risch Grün AG / Axpo
3.2 Ordentliche Lagerung der Grünabfälle	✓	grobes Astmaterial separat	✓	✓	optimale Materialtrennung	✓
3.3 Rotteprotokoll ist vorhanden und wird geführt	✓	✓	✓	✓	teilweise	✓
3.4 Korrekter Rotteprozess	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.5 Korrektes Temperatur- und Wasserprotokoll	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.6 Häufigkeit der Temperaturkontrolle	1 x wöchentlich	1 – 2 x wöchentlich	1 x wöchentlich	2 x wöchentlich	Bei Bedarf (sporadisch)	2-3 x wöchentlich
3.7 Kompostmieten korrekt angesetzt	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.8 Kein Risiko für Reinfektion	✓	✓	Enge Platzverhältnisse	✓	Enge Platzverhältnisse	✓
3.9 Korrekte Mietenabdeckung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.10 Korrekte Mietenbeschriftung	✓	•	✓	✓	nur 1 Charge vor Ort	•
Bemerkungen		<ul style="list-style-type: none"> <li>Gute Platzführung</li> <li>Weiterführung Mischung Herbst- und Frühjahrsmiete</li> </ul>		2011: Versuch Umsetzen in fixem Turnus Herbst: Miete mit hohem Holzanteil: Beimischung in Frühjahrsmiete	Platzgrösse ungenügend Umgebungspflege ungenügend	

Inspektion	Mauren [30.11.2010]	Ruggell [30.11.2010]	Eschen-Gamprin [30.11.2010]	Schaan [30.11.2010]	Vaduz [30.11.2010]	Balzers [30.11.2010]						
<b>4</b>	<b>Materialfluss / Aufzeichnungsart</b>											
4.1	✓	✓	teilweise	✓	✓	✓						
4.2		✓	✓ bei Grossmengen	✓	✓	✓						
4.3	✓	✓	✓ bei Grossmengen	✓	✓	✓						
4.4	✓	✓	✓	✓	✓	✓						
4.5		gut	schlecht	gut	gut	ziemlich gut						
4.6		70 / 10 / 0 / 20 / 0	25 / 50 / 0 / 25 / 0	keine Daten vorhanden	60 / 10 / < 2 / 30 / 0	25 / 5 / 0 / 70 / 0						
4.7		70 / 10 / 10 / 10 / 0	100 / 0 / 0 / 0 / 0	25 / 0 / 50 / 25 / 0	90 / 5 / 0 / < 5 / 0	20 / 0 / 50 / 30 / 0						
4.8		30 CHF	15 CHF Aktionspreis	28 CHF	40.80 CHF	25 CHF; Spezialpreise						
	Bemerkungen		4.4. PC-Datenbank	4.6. Sehr viel Heu / Ernteabfälle wegen nassem Sommer 4.7. Abfuhr Restmenge durch Axpo		4.6. Durch Gemeinde vor allem Rasenschnitt 4.7. Privatabnehmer: Reifekompost; Landwirtschaft: Frischkompost						
<b>5</b>	<b>Qualitätssicherung</b>											
	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten</li> <li>▪ Salzgehalt: Grenzwert gedeckter Pflanzenbau überschritten, Grenzwert Freiland Einsatz eingehalten</li> <li>▪ Gute Ergebnisse in den Biotests</li> </ul>	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten</li> <li>▪ Salzgehalt: Grenzwert gedeckter Pflanzenbau überschritten, Grenzwert Freiland Einsatz eingehalten</li> <li>▪ Gute Ergebnisse in den Biotests</li> </ul>	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten</li> <li>▪ Salzgehalt variabel: Grenzwert für gedeckten Pflanzenbau überschritten, in einem Fall auch Grenzwert für Freiland Einsatz überschritten</li> <li>▪ Biotests zeigen variable Ergebnisse</li> <li>▪ Zweitanalysen durch Axpo</li> </ul>	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten</li> <li>▪ Salzgehalt variabel: Grenzwert für gedeckten Pflanzenbau überschritten, in einem Fall auch Grenzwert für Freiland Einsatz überschritten</li> <li>▪ Gute Ergebnisse in den Biotests</li> <li>▪ Zusätzliche Pflanzversuche werden vor Ort durchgeführt</li> </ul>	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten</li> <li>▪ Salzgehalt sehr variabel: In einem Fall Grenzwert für Freiland Einsatz überschritten</li> <li>▪ Gute Ergebnisse in den Biotests</li> </ul>	✓	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten</li> <li>▪ Salzgehalt sehr variabel: In einem Fall Grenzwert für Freiland Einsatz überschritten</li> <li>▪ Sehr variable Ergebnisse in den Biotests (ungenügend bis sehr gut)</li> <li>▪ Deponiewart hat Weiterbildung zum Thema Kompostieren absolviert</li> </ul>
<b>6</b>	<b>Eindruck / Plausibilität</b>											
6.1	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.						
6.2	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.						
	Bemerkungen		sehr guter Gesamteindruck	Neuorganisation ab 1.7.2011 (Neuvergabe Unternehmerarbeiten)	gut	Platzvergrößerung für 2011 geplant						
<b>Mängelliste / Handlungsbedarf</b>												
	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Platzbefestigung (Massnahmen in Abklärung)</li> </ul>				<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Platzbefestigung</li> <li>▪ Entwässerung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Platzgrösse</li> <li>▪ Optimierung Umgebungspflege</li> </ul>						

## 2.2 Kompostqualität 2010

Tabelle 2: Resultatübersicht zu den im Untersuchungsjahr 2010 analysierten Kompostproben

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostierplatz	Nährstoffgehalt	Schwermetallgehalt	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
10007	27.04.2010	Eschen / Gamprin	- Erhöhte Nährstoffgehalte (Gesamt-Stickstoff, Kalium); $\text{NH}_4^+ > 1 \text{ kg / t TS}$	- Cu: 51 % <sup>1</sup> - Ni: 82 %	- Sehr hoher Salzgehalt (6'430 $\mu\text{S / cm}$ ) - Tiefes C/N-Verhältnis (11.1)	- Schlechte bis mässige Pflanzenverträglichkeit
10008	28.04.2010	Ruggell	- Erhöhter Kaliumgehalt	- Ni: 83 %	- Erhöhter Salzgehalt (2'890 $\mu\text{S / cm}$ ) - Niedriger Trockensubstanzgehalt (44 %)	- Gute Pflanzenverträglichkeit
10009	28.04.2010	Schaan	- Hohe Nährstoffgehalte (Gesamt-Stickstoff, Kalium, Magnesium); $\text{NH}_4^+ > 1 \text{ kg / t TS}$	- Ni: 54 %	- Hoher Salzgehalt (4'870 $\mu\text{S / cm}$ )	- Schlechte bis mässige Pflanzenverträglichkeit
10010	28.04.2010	Vaduz	- Erhöhter Kaliumgehalt, hoher Magnesiumgehalt	- Ni: 80 %	- Hoher Salzgehalt (4'550 $\mu\text{S / cm}$ )	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
10012	29.04.2010	Balzers	- Erhöhte Nährstoffgehalte (Gesamt-Stickstoff, Kalium); $\text{NH}_4^+ > 1 \text{ kg / t TS}$	- Ni: 73 %	- Sehr hoher Salzgehalt (6'140 $\mu\text{S / cm}$ ) - Tiefes C/N-Verhältnis (9.8)	- Schlechte bis mässige Pflanzenverträglichkeit
10013	29.04.2010	Mauren	- Erhöhter Magnesiumgehalt; $\text{NH}_4^+ > 1 \text{ kg / t TS}$	- Ni: 69 %	- Erhöhter Salzgehalt (3'700 $\mu\text{S / cm}$ )	- Gute Pflanzenverträglichkeit
10033	3.11.2010	Ruggell	- Erhöhter Kaliumgehalt	- Ni: 68 %	- Erhöhter Salzgehalt (3'020 $\mu\text{S / cm}$ ) - Tiefes C/N-Verhältnis (12.7)	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
10034	3.11.2010	Balzers	- Nährstoffgehalte im Normalbereich	- Ni: 56 %	- Salzgehalt < 2'500 $\mu\text{S / cm}$ - Hohes C/N-Verhältnis (19.8)	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
10035	3.11.2010	Vaduz	- Hoher Magnesiumgehalt, Phosphatgehalt eher niedrig	- Ni: 62 %	- Salzgehalt < 2'500 $\mu\text{S / cm}$	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
10036	3.11.2010	Schaan	- Hohe Nährstoffgehalte (Kalium, Calcium, Magnesium)	- alle < 50 %	- Erhöhter Salzgehalt (3'340 $\mu\text{S / cm}$ )	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit

<sup>1</sup> Prozentangabe relativ zum Grenzwert nach ChemRRV

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostierplatz	Nährstoffgehalt	Schwermetallgehalt	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
10037	3.11.2010	Mauren	- Erhöhter Magnesiumgehalt	- Ni: 56 %	- Salzgehalt < 2'500 $\mu\text{S} / \text{cm}$ - Hohes C/N-Verhältnis (17.3)	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
10038	3.11.2010	Eschen / Gamprin	- Nährstoffgehalte im Normalbereich	- Cu: 51 % - Ni : 69 %	- Erhöhter Salzgehalt (2'810 $\mu\text{S} / \text{cm}$ )	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit



## 2.3 Schwermetallgehalte

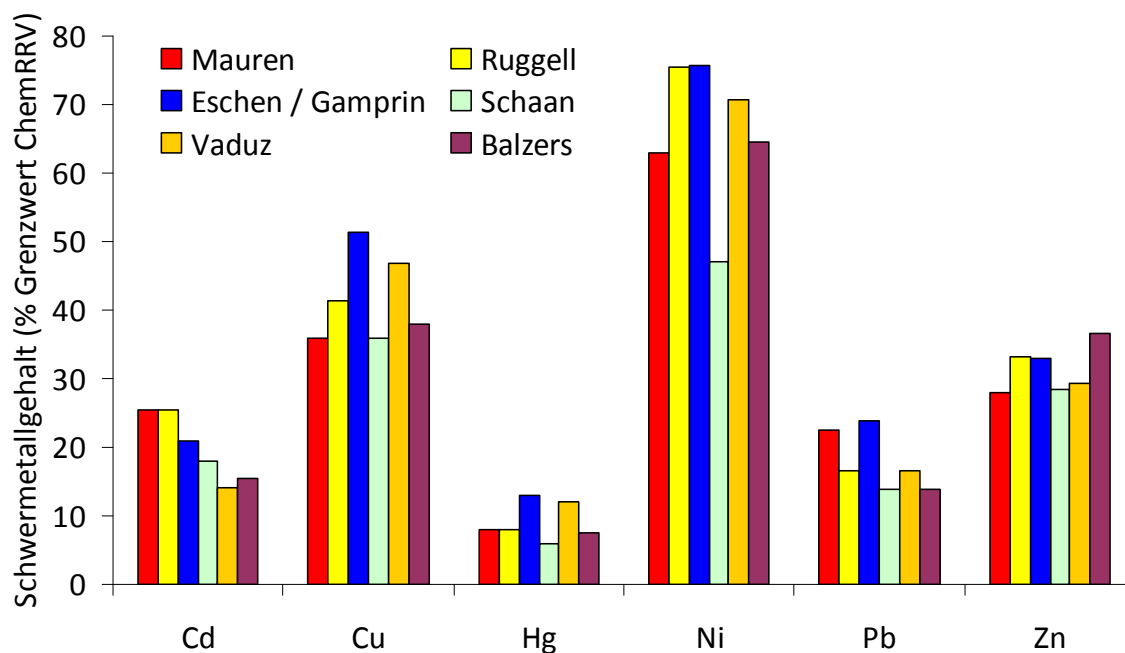


Abbildung 1: Kompostplatzvergleich der Schwermetallgehalte im Jahr 2010

Tabelle 3: Kommentare zur Entwicklung der Schwermetallgehalte zwischen 1997 und 2010

Schwermetall	Bemerkungen
Cd	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der mittlere Cd-Gehalt 2010 liegt unter dem der Vorjahre</li> <li>- Die Cd-Gehalte gehen langfristig zurück</li> </ul>
Cu	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der mittlere Cu-Gehalt 2010 liegt unter dem der Vorjahre</li> <li>- Über den gesamten Zeitraum 1997 – 2010 haben die Cu-Gehalte zugenommen; seit ca. 5 Jahren hat sich der Cu-Gehalt jedoch stabilisiert</li> </ul>
Hg	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der mittlere Hg-Gehalt 2010 liegt auf dem Niveau des Vorjahres</li> <li>- Die Hg-Gehalte gehen langfristig leicht zurück</li> </ul>
Ni	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der mittlere Ni-Gehalt 2010 liegt über dem Wert der letzten vier Jahre</li> <li>- Die Ni-Gehalte zeigen einen langfristigen Anstieg</li> </ul>
Pb	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der mittlere Pb-Gehalt 2010 liegt über dem Wert der letzten drei Jahre</li> <li>- Die Pb-Gehalte variieren zwischen den Jahren, zeigen aber keinen eindeutigen Trend</li> </ul>
Zn	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Der mittlere Zn-Gehalt 2010 liegt auf dem Niveau des Vorjahres</li> <li>- Die Zn-Gehalte sind seit 1997 leicht zurückgegangen und seit ca. 5 Jahren sehr konstant</li> </ul>

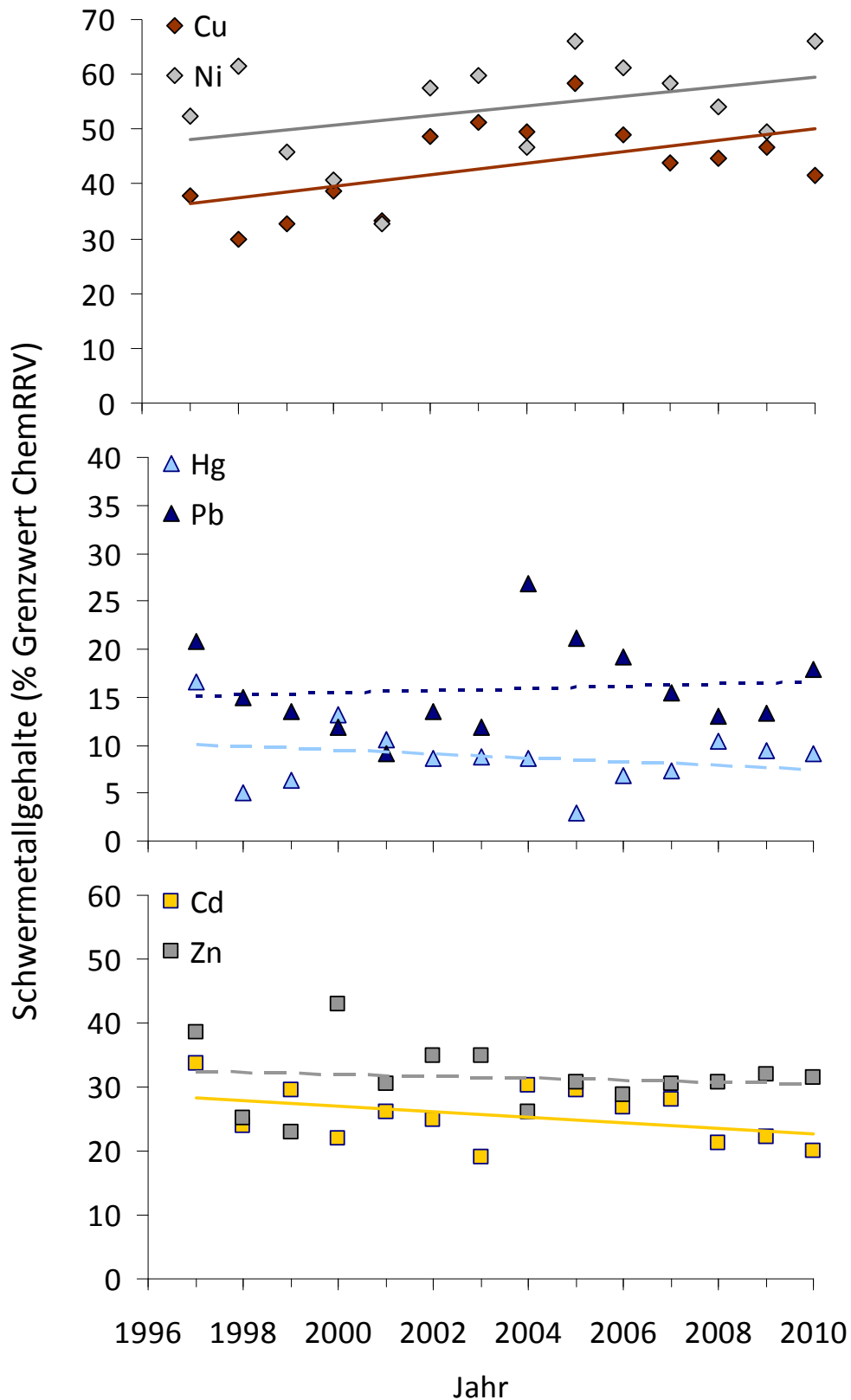


Abbildung 2: Entwicklung der Schwermetallgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2010. Für jedes Jahr ist der Mittelwert über alle Kompostierplätze dargestellt. Die statistische Analyse wurde mit den Einzelwerten durchgeführt. Durchgezogene Linie: Trend signifikant auf Signifikanzniveau  $p < 0.05$ , lang gestrichelte Linie: Trend signifikant auf Signifikanzniveau  $p < 0.1$ , kurz gestrichelte Linie: Trend nicht signifikant.

## 2.4 Nährstoffgehalte

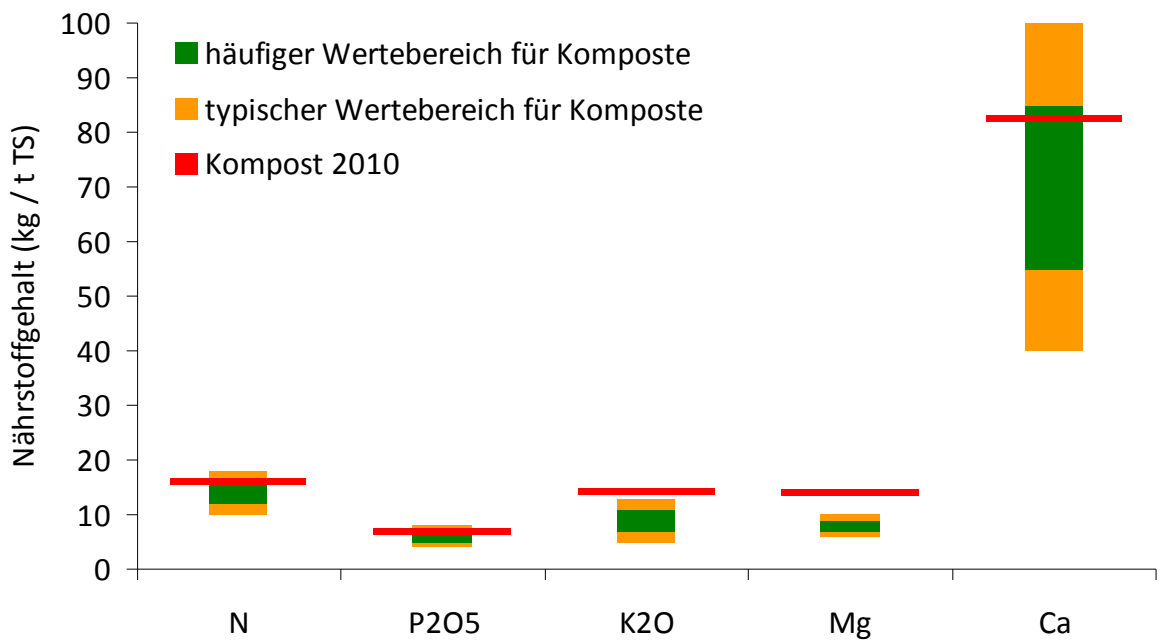


Abbildung 3: Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte 2010) im Vergleich mit gesamtschweizerischen Daten. Der Bereich der häufigen Werte (Mittelwert  $\pm$  1 Standardabweichung) umfasst 68 % aller analysierten Proben; der Bereich der typischen Werte (Mittelwert  $\pm$  2 Standardabweichungen) umfasst 95 % aller analysierten Proben.

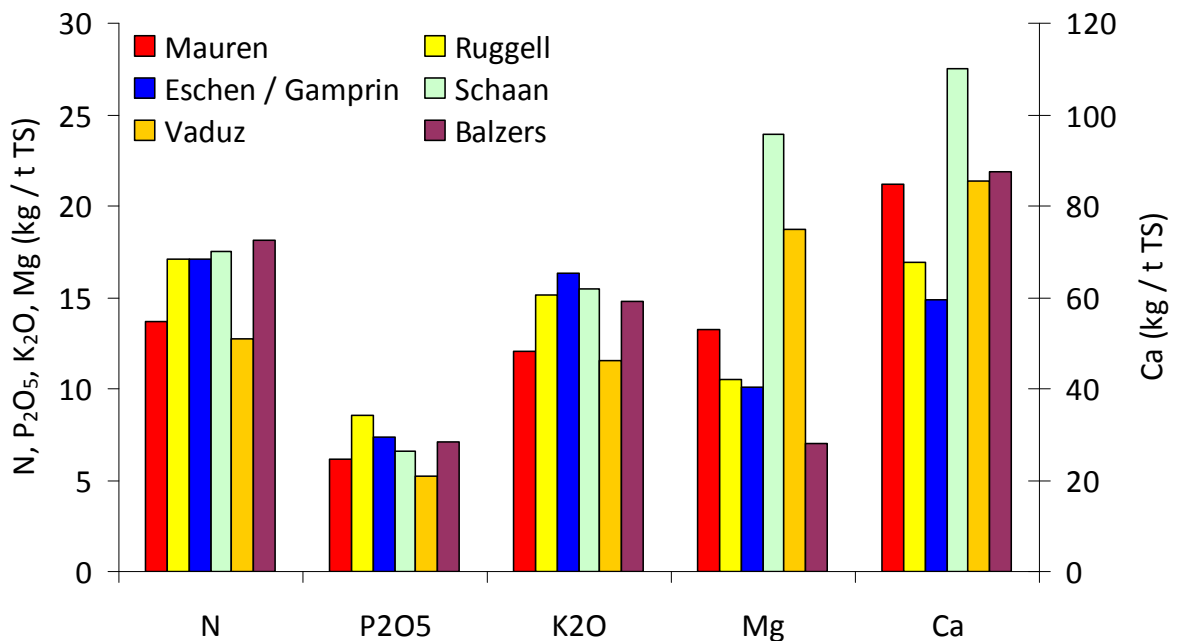


Abbildung 4: Kompostplatzvergleich der Nährstoffgehalte im Jahr 2010

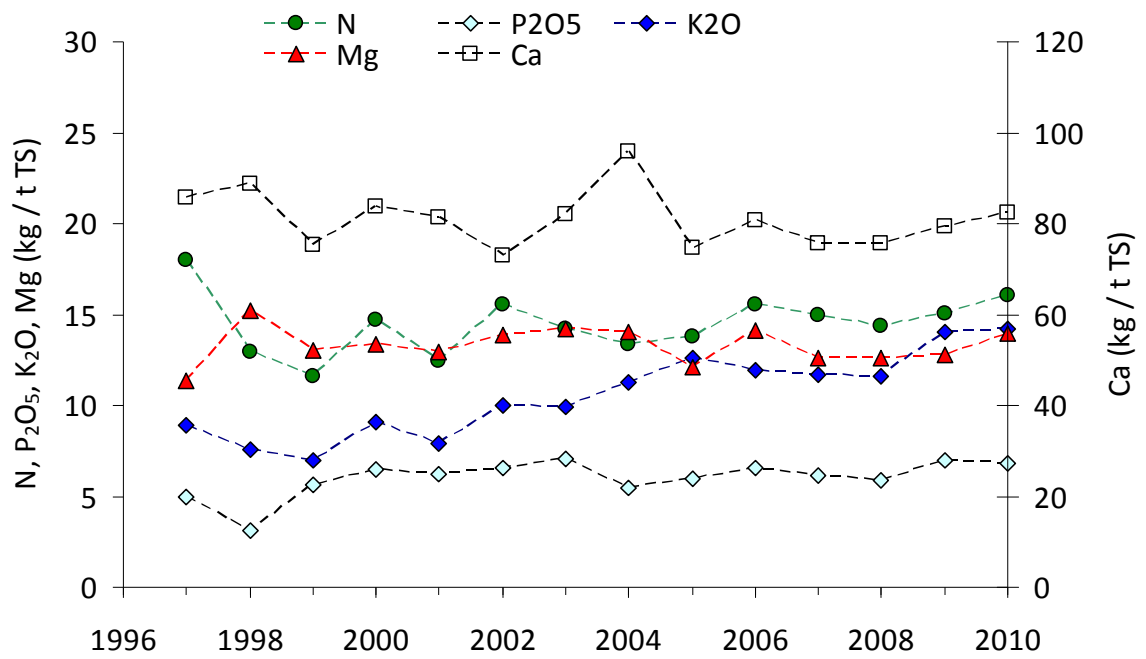


Abbildung 5: Entwicklung der Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2010

## 2.5 Weitere Qualitätsparameter

Tabelle 4: Resultatübersicht der weiteren Qualitätsparameter für das Untersuchungsjahr 2010 sowie für die Jahre 1997-2010 (inkl. Optimalgehalte für Reifekompost)

Parameter	Optimalgehalt	2010							1997 - 2010	
		Mauren	Ruggell	Eschen-Gamprin	Schaan	Vaduz	Balzers	Mittelwert	Mittelwert	Tendenz <sup>1</sup>
TS-Gehalt (% FS)	50 – 60	53	46	53	55	56	52	52	51	↗
Volumengewicht (kg/m <sup>3</sup> )	500 – 800	710	800	710	720	780	650	730	730	⇒
Org. Substanz (% TS)	20 – 40	36.0	38.6	39.8	43.4	34.2	42.1	39.0	37.0	⇒
Salzgehalt (µS / cm)	< 2'500	3'085	2'955	4'620	4'105	3'265	4'235	3'710	3'040	(↗)
pH-Wert	6.5 – 7.5	7.8	8.2	8.0	8.0	8.0	7.9	8.0	8.1	↘
C/N-Verhältnis	ca.15	15.6	13.1	14.0	14.4	15.6	14.6	14.5	14.8	⇒
Rottegrad	V	V	V	V	V	V	V	--	--	--
Selbsterhitzungsfähigkeit (°C)	≤ 30	20	19	21	21	21	19	--	--	--

<sup>1</sup> Regressionsanalyse mit allen Einzelwerten der sechs Kompostierplätze seit 1997. ↗: Zunahme (Signifikanzniveau p < 0.05) (↘): Zunahme (Signifikanzniveau p < 0.1), ↘: Abnahme (Signifikanzniveau p < 0.05), ⇒: kein Trend

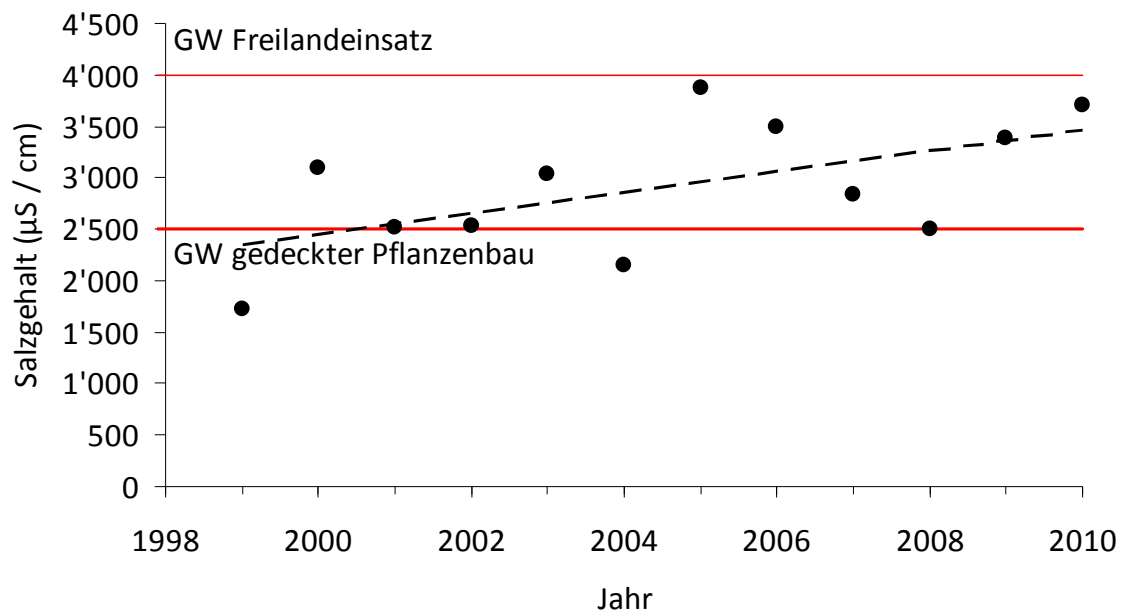


Abbildung 6: Entwicklung der Salzgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1999 und 2010

## 2.6 Biotests

Tabelle 5: Bewertung der Biotests zwischen 2006 und 2010

Biotest	Bewertung <sup>2</sup>					Bemerkungen
	2010	2009	2008	2007	2006	
Offener Kressetest	4.4	4.5	4.4	4.5	4.0	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnis 2010: gut bis sehr gut</li> <li>Seit 2007 auf konstantem Niveau</li> </ul>
Geschlossener Kressetest	4.2	4.8	4.8	3.8	3.3	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnis 2010: gut bis sehr gut</li> <li>Leichte Verschlechterung gegenüber Vorjahr</li> </ul>
Salattest	4.4	2.5	2.5	2.3	3.1	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnis 2010: gut bis sehr gut</li> <li>Klare Verbesserung gegenüber Vorjahren</li> </ul>
Bohnentest	2.0	4.0	3.3	3.2	3.5	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnis 2010: ungenügend</li> <li>Nicht eindeutig auf Kompostqualität zurückzuführen, da auch in Referenzproben schlechtes Wachstum</li> </ul>
<b>Durchschnitt</b>	<b>3.8</b>	<b>3.9</b>	<b>3.7</b>	<b>3.4</b>	<b>3.5</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ergebnis 2010: gut</li> <li>Tendenzielle Verbesserung seit 2006; Trend ist aber nicht eindeutig</li> </ul>

<sup>2</sup> Die Bewertung der Biotests erfolgt anhand eines Arbeitspapiers der biophyt AG, Punktzahlen: 1 = kein Ergebnis, 2 = ungenügend, 3 = genügend, 4 = gut, 5 = sehr gut

### 3 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen

Im Landesdurchschnitt und im Jahresmittel kann die Kompostqualität als gut bezeichnet werden. Die Resultate variieren jedoch zwischen den einzelnen Kompostierplätzen. Im Berichtsjahr 2010 traten auf einigen Plätzen zudem starke saisonale Schwankungen der Kompostqualität auf.

#### 3.1 Schwermetallgehalte

Die Schwermetallbelastung ist mit den Vorjahreswerten vergleichbar. Die langjährige Entwicklung zeigt einen Rückgang der Cadmiumgehalte, sowie einen leichten Abwärtstrend bei Quecksilber und Zink. Nachdem der Nickelgehalt in den letzten vier Jahren kontinuierlich zurückgegangen war, ist im Berichtsjahr 2010 ein deutlicher Anstieg zu verzeichnen. Insgesamt setzt sich der langfristig steigende Trend bei den Nickelgehalten fort. Beim Kupfer ist langfristig ebenfalls ein steigender Trend zu beobachten; hier deutet sich in den letzten Jahren jedoch eine Stabilisierung an, nachdem 2005 die bislang höchsten Kupfergehalte gemessen wurden. Der Bleigehalt ist innerhalb der natürlichen Variation auf niedrigem Niveau stabil.

Der Kompost aller Kompostierplätze hält die Grenzwerte gemäss ChemRRV ein. Auch die Grenzwerte der Bioverordnung des EVD für den Einsatz im Biolandbau werden eingehalten. Der Nickelgehalt ist jedoch generell erhöht und erreicht in einigen Fällen Werte nahe des Grenzwertes für den Biolandbau. Mit einer Ausnahme (48 %, Probe 10036, Schaan) liegen alle Proben über 60 % des Grenzwerts gemäss Bioverordnung. Drei Proben weisen Nickelgehalte von mindestens 95 % dieses Grenzwertes auf (Probe 10010, Vaduz, 95 %; Probe 10007, Gamprin / Eschen, 99 %; Probe 10008, Ruggell, 100 %).

#### *Fazit*

*Die Zielgrösse von 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV entspricht einer hohen Qualitätsvorgabe ist aber als realistisch zu beurteilen. Die Schwermetallgehalte ermöglichen einen Komposteinsatz im Biolandbau.*

#### 3.2 Nährstoffgehalte

Die Nährstoffgehalte gewährleisten im Durchschnitt eine gute Nährstoffversorgung der Pflanzen. Die Stickstoff-, Phosphat- und Calciumgehalte bewegen sich im oberen Optimalbereich für Reifekompost. Die Kalium- und Magnesiumgehalte liegen über den typischen Werten für Reifekompost.

Im langjährigen Trend sind die Stickstoff-, Calcium- und Magnesiumwerte konstant, während die Phosphat- und Kaliumgehalte einen zunehmenden Trend aufweisen.

#### *Fazit*

*Auch bezüglich der Nährstoffgehalte kann die Kompostqualität als gut bezeichnet werden. Der kontinuierliche Anstieg des Kaliumgehaltes stellt jedoch eine ungünstige Entwicklung dar.*



### 3.3 Weitere Qualitätsparameter

Die physikalischen Eigenschaften (weitere Qualitätsparameter) liegen mehrheitlich in einem günstigen Bereich für Reifekompost. Der Salzgehalt stellt auch im Untersuchungsjahr 2010 eine Ausnahme dar. Nur drei Proben (Balzers, Nr. 10034; Vaduz, Nr. 10035; Mauren, Nr. 10037) weisen einen Salzgehalt unterhalb des Grenzwertes für den gedeckten Einsatz im Garten- und Gemüsebau ( $2'500 \mu\text{S} / \text{cm}$ ) auf. Vier Proben (Eschen/Gamprin, Nr. 10007; Schaan, Nr. 10009; Vaduz, Nr. 10010; Balzers, Nr. 10012) überschreiten zudem den Grenzwert für den Freilandeinsatz ( $4'000 \mu\text{S} / \text{cm}$ ). Im langjährigen Vergleich zeigt der Salzgehalt eine leicht zunehmende Tendenz.

#### *Fazit*

*Die hohen Salzgehalte sind mindestens teilweise auf einen hohen Grasanteil im angelieferten Grüngut zurückzuführen. Durch eine Erhöhung des Holzanteils könnte dieser Entwicklung entgegengewirkt werden.*

### 3.4 Biotests

Die Biotests zeigen mehrheitlich eine gute bis sehr gute Pflanzenverträglichkeit der Komposte an. Einzelne Kompostproben, bei welchen eine reduzierte Pflanzenverträglichkeit beobachtet wurde, wiesen ausnahmslos Salzgehalte über dem Grenzwert für den Freilandeinsatz ( $4'000 \mu\text{S} / \text{cm}$ ) auf. Im Vergleich der einzelnen Tests zeigten Kressetest und Salattest vergleichbare Ergebnisse, während der Bohnentest wenig aussagekräftige Resultate lieferte.

Biotests sind auch ein geeignetes Mittel, mit dem die Deponiewarte mit geringem Aufwand vor Ort einen Eindruck von der Kompostreife sowie der Pflanzenverträglichkeit bekommen können. Je nach Ausgestaltung der Versuchsanordnung können die Ergebnisse sogar in die Überwachung des Rotteprozesses sowie in die Steuerung der Rotteführung einfließen.

#### *Fazit*

*Die Biotests bestätigen die mehrheitlich hohe Kompostqualität und sind ein geeigneter Indikator, um Qualitätsmängel (insbesondere bzgl. des Salzgehalts) zu erkennen. Damit könnte auch auf den Kompostierplätzen vor Ort eine Grobbeurteilung der Kompostqualität durchgeführt werden.*

### 3.5 Inspektion

Sämtliche Kompostierplätze haben die Inspektion 2010 bestanden. Die Auswertung der Inspektionsergebnisse 2010 hat gezeigt, dass einzelne Kompostierplätze hinsichtlich der lokalen Infrastrukturen Defizite aufweisen. Auf zwei Plätzen sind für 2011 Veränderungen geplant. Der Kompostierplatz Eschen/Gamprin wird neu organisiert und die Unternehmerarbeiten werden neu vergeben. In Balzers ist eine Platzvergrößerung geplant.

#### *Fazit*

*Den Gemeinden wurden trotz der insgesamt positiven Inspektionsergebnisse Vorschläge für eine Stabilisierung resp. weitere Steigerung der Kompostqualität unterbreitet.*

## 4 Handlungsbedarf

### 4.1 Beurteilung Zielerreichung 2010

Anlässlich der Inspektion 2010 wurden die Kompostierplätze erneut anhand des Kontrollrapportes des Amtes für Umweltschutz inspiziert. Die Nachkontrolle der Mängelliste aus dem Vorjahr ergab folgendes Bild:

**Tabelle 6: Übersicht Ziele 2010 – Erreichung**

Ziel	Beurteilung
<b>Mauren</b>	
1. Grüngutanlieferung wird gemäss Vorgehensplan 2009 weitergeführt	Ziel erreicht ⇒ Bei Arbeitsspitzen sind temporär zwei Deponiewarte vor Ort.
2. Der Kupfergehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert	Ziel erreicht ⇒ Der Kupfergehalt ist in den letzten drei Jahren nicht mehr angestiegen
3. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert, resp. verbessert (Salattest).	Ziel erreicht ⇒ Die Biotests inkl. Salattests zeigen gute Ergebnisse.
4. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Salzgehalt ist nach wie vor hoch und schränkt die Nutzung des Komposts ein. Eine Senkung des Salzgehalts muss angestrebt werden.
<b>Ruggell</b>	
1. Der hohe Qualitätsstandard bezüglich der Kompostierung wird beibehalten	Ziel erreicht ⇒ Der Kompostierplatz wird vorbildlich geführt. ⇒ Die Materialflüsse und die Rotteführung sind gut dokumentiert.
2. Der Nickelgehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Richtwertes stabilisiert.	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Nickelgehalt liegt im Mittel bei 75 % des Richtwertes gemäss ChemRRV.
3. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	Ziel teilweise erreicht ⇒ Der Salzgehalt liegt auf dem gleichen Niveau wie im Vorjahr, jedoch noch oberhalb des anzustrebenden Bereichs.
4. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert, im Fall der Salattests verbessert.	Ziel erreicht ⇒ Die Biotests zeigen eine gute Pflanzenverträglichkeit. ⇒ Der Salattest zeigt eine Verbesserung gegenüber dem Vorjahr.

Ziel	Beurteilung
<b>Eschen / Gamprin</b>	
1. Intensivierung Anlieferungskontrolle	Ziel nicht erreicht ⇒ Es werden nach wie vor nur stichprobenartige Kontrollen durchgeführt.
2. Fachgerechte Abdeckung und Beschriftung des Reifekompostes	Ziel erreicht
3. Sämtliche Schwermetalle werden < 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV stabilisiert.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Der Kupfergehalt ist um 50 % des Grenzwertes stabil. ⇒ Der Nickelgehalt erreicht jedoch Werte über 70 % des Grenzwertes.
4. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µS / cm	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Salzgehalt weist eine stark steigende, signifikante Tendenz auf.
5. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert (Kressetest) resp. verbessert (Salat-, Bohnentest).	Ziel teilweise erreicht ⇒ Teilweise werden sehr gute Ergebnisse erzielt, die Pflanzenverträglichkeit schwankt aber zwischen einzelnen Proben zu stark.
<b>Schaan</b>	
1. Fremdstoffe werden direkt bei der Grün- gutanlieferung aus dem Kompostierungs- prozess entfernt.	Ziel erreicht ⇒ Es findet eine konsequente Fremdstoffauslese statt.
2. Die Kupfer- und Nickelgehalte werden auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert.	Ziel erreicht ⇒ Die mittleren Gehalte beider Schwermetalle liegen unter 50 % des Grenzwertes.
3. Der Salzgehalt wird auf einen mittleren Gehalt < 2'500 µS / cm reduziert.	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Salzgehalt ist weiterhin zu hoch.
4. Die Ergebnisse der Biotests werden stabili- siert (geschlossener Kressetest, Bohnen- test) resp. verbessert (offener Kressetest, Salatetest).	Ziel mehrheitlich erreicht ⇒ Der geschlossene Kressetest weist stabile Er- gebnisse auf, der offene Kressetest und der Salatetest zeigen klar bessere Ergebnisse. ⇒ Der Bohnentest zeigt schlechte Ergebnisse, was aber nicht allein auf die Kompostqualität zu- rückzuführen ist.
<b>Vaduz</b>	
1. Die Ordnung und Sauberkeit wird auf- recht erhalten.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Der Platz wird in Ordnung gehalten. ⇒ Die Umgebungspflege muss ebenso konsequent durchgeführt werden.

Ziel	Beurteilung
2. Die Infrastruktur des Kompostplatzes wird überprüft.	Ziel nicht erreicht ⇒ Die Platzverhältnisse sind eng. Bisher wurden diesbezüglich keine Massnahmen umgesetzt.
3. Der Rotteprozess wird fachgerecht dokumentiert.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Eine Minimaldokumentation ist vorhanden, die Temperaturmessungen werden aber nicht regelmässig durchgeführt.
4. Stabilisierung der Kompostqualität, insbesondere hinsichtlich Schwermetall- und Salzgehalt.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Die Kupfer- und Salzgehalte sind gegenüber dem Vorjahr auf hohem Niveau stabil. ⇒ Der Nickelgehalt zeigt eine zunehmende Tendenz.
<b>Balzers</b>	
1. Der Deponiewart erhält eine fachtechnische Grundausbildung bezüglich Kompostierung.	Ziel erreicht ⇒ Der Deponiewart hat die Weiterbildung „Professionelles und bäuerliches Kompostieren“ besucht.
2. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Salzgehalt schwankt stark und beeinträchtigt die Kompostqualität.
3. Der Kupfergehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Richtwertes stabilisiert.	Ziel erreicht ⇒ Der Kupfergehalt liegt < 50 % des Richtwertes. Der Trend muss dennoch weiter überwacht werden.
4. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert.	Ziel nicht erreicht ⇒ Die Ergebnisse der Biotests sind sehr uneinheitlich.

## 4.2 Handlungsbedarf 2011

Aufgrund der oben beschriebenen Ergebnisse und Schlussfolgerungen sowie der Nachkontrolle der Mängelliste aus dem Vorjahr wurden zur weiteren Optimierung der Kompostierung folgende Ziele und die entsprechenden Massnahmen definiert:

Tabelle 7: Handlungsbedarf 2011

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
<b>Mauren</b>	
1. Der Kupfergehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Kupfergehaltes</li> </ul>
2. Der Nickelgehalt wird auf einen mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes gesenkt	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart</li> <li>⇒ Vermehrte Beimischung von holzigem Material zum Grüngut im Sommer</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Nickelgehaltes</li> </ul>
3. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2010 stabilisiert. Alle Biotests erreichen mindestens die Note 4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen)</li> <li>⇒ Durchführung von Biotests vor Ort durch den Deponiewart; Dokumentation z. H. Kontrollstelle</li> <li>⇒ Überprüfung der Praxistauglichkeit des Bohnentests</li> </ul>
4. Der Salzgehalt im Kompost wird im Mittel unter dem Grenzwert für den gedeckten Pflanzenbau stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Gelegentliche Umsetzung des Komposts auch in Nachrottephase</li> <li>⇒ Vermehrte Beimischung von holzigem Material zum Grüngut im Sommer</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes</li> </ul>
<b>Ruggell</b>	
1. Der Nickelgehalt wird auf einen mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes gesenkt.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart</li> </ul>

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der Beimischung der holzreichen Wintermiete zur grasreichen Frühjahrs- resp. Sommermiete.</li> </ul>
<p>2. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem hohen Niveau des Jahres 2010 stabilisiert. In allen Tests wird mindestens die Note 4 erreicht.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Rotteführung und -protokollierung</li> <li>⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen)</li> <li>⇒ Durchführung von Biotests vor Ort; Dokumentation z. H. Kontrollstelle</li> <li>⇒ Überprüfung der Praxistauglichkeit des Bohnentests</li> </ul>
<p>3. Der Salzgehalt im Kompost wird stabilisiert und im Mittel unter den Grenzwert für den gedeckten Pflanzenbau gesenkt.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Gelegentliche Umsetzung des Komposts auch in Nachrottephase</li> <li>⇒ Weiterführung der Beimischung der holzreichen Wintermiete zur grasreichen Sommermiete.</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes</li> </ul>
<b>Eschen / Gamprin</b>	
<p>1. Intensivierung Anlieferungskontrolle</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Erhöhung Frequenz der Stichprobenkontrollen durch Deponiewart oder Deponiewart-Stellvertreter</li> </ul>
<p>2. Sämtliche Schwermetalle werden auf einem Niveau von höchstens 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV stabilisiert.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Intensivierung der Anlieferungskontrolle (vgl. Pkt. 1) und Fremdstoffauslese</li> <li>⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart / Kompostierplatz-Betreiberin</li> </ul>
<p>3. Senkung Salzgehalt und Stabilisierung &lt; 2'500 µS / cm</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Stabilisierung resp. Erhöhung des Holzanteils in den Rottemieten</li> <li>⇒ Weiterleitung sämtlicher Analysen durch Drittlabors an die Kontrollstelle</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung der Schwermetall- und Salzgehalte</li> </ul>
<p>4. Die Ergebnisse der Biotests werden auf hohem Niveau stabilisiert. Bei jedem Test ist mindestens die Note 4 zu erreichen.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen)</li> <li>⇒ Weiterleitung allfälliger Analysen zur Pflanzenverträglichkeit (Durchführung durch Kompostierplatz-Betreiberin oder Drittlabors) an Kontrollstelle</li> <li>⇒ Überprüfung Praxistauglichkeit des Bohnentests</li> </ul>

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
5. Der neue Auftragnehmer wird zielgerichtet in die Kompostierung auf dem Kompostierplatz Eschen / Gamprin eingeführt	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Fachtechnische Betreuung durch Kontrollstelle</li> <li>⇒ Intensivierung der Stichprobenkontrollen auf dem Kompostierplatz (monatlich 1 Kontrollgang durch Kontrollstelle); Dokumentation und Auswertung</li> </ul>
<b>Schaan</b>	
1. Stabilisierung der Kupfer- und Nickelgehalte auf < 50 % des Grenzwertes	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Fremdstoffauslese bei der Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Fremdstoffauslese vor / nach Umsetzung und Aussiebung</li> <li>⇒ Erhöhung resp. Stabilisierung des Holzanteils</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung der Kupfer- und Nickelgehalte</li> </ul>
2. Senkung des Salzgehalts und Stabilisierung unterhalb des Grenzwertes für den gedeckten Pflanzenbau	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart</li> <li>⇒ Umsetzen und Belüften der Rottemieten in fixem Turnus</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes</li> </ul>
3. Verbesserung der Platzausstattung	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Prüfung möglicher Massnahmen zur Versiegelung des Platzes</li> <li>⇒ Installation eines kontrollierten Entwässerungssystems</li> </ul>
<b>Vaduz</b>	
1. Die Ordnung und Sauberkeit wird aufrecht erhalten	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Regelmässige Umgebungspflege (2 x jährlich), gemäss letztjähriger Empfehlung</li> </ul>
2. Die Infrastruktur des Kompostplatzes wird überprüft.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Prüfung Möglichkeiten und Massnahmen zur Verbesserung der Infrastruktur (Platzgrösse)</li> <li>⇒ Umsetzung Massnahmen zur Optimierung der Entwässerung (Verhinderung Stauwasserbildung), vgl. letztjährige Empfehlungen</li> </ul>
3. Der Rotteprozess wird fachgerecht dokumentiert	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Durchführung wöchentlicher Temperaturmessungen</li> <li>⇒ Dokumentation der Temperaturentwicklung in einem Rotteprotokoll</li> <li>⇒ Halbjährliche Vorlage der Rotteprotokolle</li> </ul>

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
4. Stabilisierung der Kompostqualität, insbesondere hinsichtlich Schwermetall- und Salzgehalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Stabilisierung resp. Erhöhung Holzanteil in Rottemieten</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung von Salz- und Schwermetallgehalt</li> </ul>
5. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau der Jahre 2009 / 10 stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen)</li> <li>⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart; Dokumentation z. H. Kontrollstelle</li> </ul>
<b>Balzers</b>	
1. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Überwachung der Schneeräumung, , Rottemieten sind kein Deponieplatz für den Schneeabraum der Deponiezufahrt</li> <li>⇒ Stabilisierung resp. Erhöhung des Holzanteils</li> <li>⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart (vgl. Pkt. 3); halbjährliche Dokumentation z. H. der Kontrollstelle</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes</li> </ul>
2. Der Nickelgehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Richtwertes stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle</li> <li>⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart</li> <li>⇒ Stabilisierung resp. Erhöhung des Holzanteils</li> <li>⇒ Weiterführung der Überwachung des Nickelgehaltes</li> </ul>
3. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 bzw. vom Herbst 2010 stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> <li>⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen)</li> <li>⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart</li> </ul>



## **5 Anhang**

- **Mengenbilanz 2010**
- **Mehrjahresvergleich 1997 – 2010**

## 6 Mengenzbilanz 2010

Gestützt auf die Abschätzungen der Mengenzbilanzen 2010 der einzelnen Kompostierplätze kann die Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein folgendermassen charakterisiert werden:

<b>Kenngrössen</b>	<b>Menge [m<sup>3</sup>]</b>
Grüzugut (Anlieferung)	27'620
Häckselgut	13'700
Rotteschwund	5'480
Reifekompost (ausgesiebt)	3'990
Siebresten	
Separierung grobes Astmaterial	
Übertrag 2010	4'230
Diverse Verluste	

