



Amt für Umweltschutz

Kommunale Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein

Synthesebericht 2009



Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND AUFTRAG	3
2	RESULTATE	4
2.1	Inspektion Kompostierplätze	4
2.2	Kompostqualität 2009	6
2.3	Schwermetallgehalte	8
2.4	Nährstoffgehalte	10
2.5	Weitere Qualitätsparameter	11
2.6	Biotests	12
3	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	13
3.1	Schwermetallgehalte	13
3.2	Nährstoffgehalte	13
3.3	Weitere Qualitätsparameter	14
3.4	Biotests	14
3.5	Inspektion	14
4	HANDLUNGSBEDARF	15
4.1	Beurteilung Zielerreichung 2009	15
4.2	Handlungsbedarf 2010	17
5	ANHANG	20
6	MENGENBILANZ 2009	21

Impressum

Auftraggeberin: Amt für Umweltschutz, Vaduz

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

Februar 2010

z:\kompost qs gemeinden\synthese\synthese 09\synthesebericht 2009.doc

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 2009 präsentiert sowie Empfehlungen für den weiteren Handlungsbedarf und eine entsprechende Steigerung der Kompostqualität aufgezeigt.

Im Rahmen der Qualitätssicherung 2009 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 AfU 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 [03.12.2009]	Ruggell [17.12.2009]	Eschen-Gamprin [03.12.2009]	Schaan [03.12.2009]	Vaduz [03.12.2009]	Balzers [02.12.2009]
1 Standort und Einrichtung						
1.1 Einzäunung	✓	✓	nur teilweise	✓	✓	✓
1.2 Platzbefestigung		✓		•	✓	
1.3 Entwässerung	✓	✓	✓		zeitweise Staunässe	✓
Bemerkungen	1.2 in Abklärung, 1.3 Erneuerung					1.2 Neuorganisation Werkhof Balzers
2 Allgemeines / Eingangskontrolle						
2.1 Anlieferungskontrolle	✓	✓	•	✓		✓
2.2 Erfassung Anlieferer		✓	•	✓		✓
2.3 Art der Materialbuchhaltung	Excel-Liste, Lieferscheine	PC Datenbank	Input / Output	Anlieferungsprotokoll	PC Datenbank	PC Datenbank
2.4 Korrektes Anlieferungsprotokoll	✓	✓		✓	✓	✓
2.5 Annahme zugelassener Abfälle	✓	✓		✓	✓	✓
2.6 Aussortierung Fremdstoffe	✓	✓		✓	✓	✓
2.7 Information Öffentlichkeit	✓	✓	✓	✓	keine Hinweistafel	✓
2.8 Annahmepreis Grünabfälle pro m ³	10 CHF ab 1 m ³	10 CHF	gratis	15 CHF	11.80 CHF; extern: 17.60 CHF	10 CHF
Bemerkungen	Videoanlage 2.1 höhere Präsenz Deponiewart vor Ort			Eingangskontrolle nur sporadisch	2.7 Hinweistafel, Deponiewart	neue Beschilderung
3 Betrieb / Kompostierung						
3.1 Beauftragtes Unternehmen	Risch Grün AG	Risch Grün AG	ROM	Risch Grün AG	Risch Grün AG	ROM / Risch Grün AG
3.2 Ordentliche Lagerung der Grünabfälle	✓ Grobes Astmaterial separat	✓	✓	✓ gute Materialtrennung	✓	✓ grobes Astmaterial separat
3.3 Rotteprotokoll ist vorhanden und wird geführt	✓	✓	✓	✓		✓
3.4 Korrekter Rotteprozess	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.5 Korrektes Temperatur- und Wasserprotokoll	✓	✓	✓	✓		✓
3.6 Häufigkeit der Temperaturkontrolle	1x wöchentlich	1-2x wöchentlich	1x wöchentlich	2x wöchentlich	sporadisch	2-3 mal pro Woche
3.7 Kompostmieten korrekt angesetzt	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.8 Kein Risiko für Reinfektion	✓	✓		✓	enge Platzverhältnisse	✓
3.9 Korrekte Mietenabdeckung	✓ Reifekompost	✓	•	✓		✓
3.10 Korrekte Mietenbeschriftung	✓	•	Transparenz im Materialfluss ist trotzdem gewährleistet	•	✓	•
Bemerkungen			gute Betreuung durch Deponiewart	3.8 enge Platzverhältnisse 3.9 / 3.10 Umsetzung gemäss Qualitätsvorgaben	3.10 nur eine Charge vor Ort	3.2 Separate Lagerung nach Materialqualität inkl. Beschilderung

Inspektion	Mauren [03.12.2009]	Ruggell [17.12.2009]	Eschen-Gamprin [03.12.2009]	Schaan [03.12.2009]	Vaduz [03.12.2009]	Balzers [02.12.2009]				
4	Materialfluss / Aufzeichnungsart									
4.1	✓	✓		✓		✓				
4.2	ab 1 m³	✓	ab 0.25 m³	✓	✓	ab 1 m³				
4.3	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
4.4	✓	✓	•	✓	✓	✓				
4.5	mässig	schlecht	gut	mässig	gut	gut				
4.6	70 / 10 / 0 / 20 / 0	25 / 50 / 0 / 25 / 0		60 / 10 / 1-2 / 30 / 0	25 / 5 / 1 / 70 / 0	50 / 40 / ~5 / 5 / 0				
4.7	30 / 60 / 0 / 10 / 0	95 / 0 / separat 160 m³ / 5 / 0	25 / 0 / 50 / 25 / 0 /	85 / 5 / 2-5 / 5 / 0	20 / 0 / 50 / 30 / 0	90 / <1 / <1 / 10 / 0				
4.8	30 CHF	25 CHF	28 CHF	40.80 CHF	25 CHF, Spezialtarife	40 CHF				
	Bemerkungen		4.4 Lieferscheine, PC-Datenbank			4.7 Zahlen für Reifekompost / Frischkompost / Mulchmaterial 100 % an Landwirtschaft				
5	Qualitätssicherung									
	✓	<ul style="list-style-type: none"> Grenzwerte eingehalten Gute Ergebnisse in den Biotests kein passendes Aus-/Weiterbildungsangebot (voraussichtlich 2010) 	<ul style="list-style-type: none"> Grenzwerte eingehalten Gute Ergebnisse in den Biotests 	✓	<ul style="list-style-type: none"> Grenzwerte eingehalten Gute Ergebnisse in den Biotests Biotests vor Ort mit sehr guten Ergebnissen 	✓	<ul style="list-style-type: none"> Grenzwerte eingehalten Gute Ergebnisse in den Biotests 	✓	<ul style="list-style-type: none"> Grenzwerte eingehalten Gute Ergebnisse in den Biotests Aus-/Weiterbildung erwünscht 	
6	Eindruck / Plausibilität									
6.1	✓	i.O.	✓	i.O.	✓	i.O.	✓	i.O.	✓	i.O.
6.2	✓	i.O.	✓	i.O.	✓	i.O.	✓	i.O.	✓	i.O.
	Bemerkungen		gute Organisation	Vorbildlicher Platz	ROM: zertifiziertes Unternehmen		Ordnung in Ordnung, evtl. Optimierung des Randbereiches	Neuer Kompostwart (Anliegen Komposttag FL)		
Mängelliste / Handlungsbedarf										
	Platzbefestigung (Massnahmen prüfen)			Anlieferungskontrolle intensivieren Mietenabdeckung und Beschriftung (Wiederaufnahme)	Platz befestigen Installation Entwässerung	Entwässerung optimieren (zeitweise Staunässe)				

2.2 Kompostqualität 2009

Tabelle 2: Resultatübersicht zu den im Untersuchungsjahr 2009 analysierten Kompostproben

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostplatz	Nährstoffgehalt	Schwermetallgehalt	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
09024	28.05.2009	Balzers	- Erhöhte NS-Gehalte (N tot, Kalium) - Ammonium: 1.06 kg/t TS	- i.O.	- Erhöhter Salzgehalt (2'800 µSi)	- Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit
09025	28.05.2009	Vaduz	- Erhöhte NS-Gehalte (Magnesium), niedriger N tot-Gehalt	- i.O.	- Erhöhter Salzgehalt (2'840 µSi)	- Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit
09026	28.05.2009	Eschen-Gamrpin	- Erhöhte NS-Gehalte (N tot, Kalium) - Ammonium: 1.09 kg/t TS	- i.O.	- Erhöhter Salzgehalt (2'970 µSi)	- Mässige Pflanzenverträglichkeit
09028	30.06.2009	Mauren	- Erhöhte NS-Gehalte (Kalium, Magnesium, Calcium)	- i.O.	- Erhöhter Salzgehalt (2'920 µSi)	- Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit
09029	30.06.2009	Schaan	- Erhöhte NS-Gehalte (Kalium, Magnesium, Calcium)	- i.O.	- Hoher Salzgehalt (4'770 µSi) - tiefes C/N- Verhältnis (13.7)	- Mässige Pflanzenverträglichkeit
09030	30.06.2009	Ruggell	- Erhöhte NS-Gehalte (Kalium, Magnesium) - Ammonium: 1.11 kg/t TS	- i.O.	- Erhöhter Salzgehalt (2'940 µSi) - Trockensubstanzanteil niedrig (40.4 %)	- Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit
09034	29.09.2009	Balzers	- Erhöhte NS-Gehalte (N tot, Kalium) - Ammonium: 1.13 kg/t TS	- i.O.	- Erhöhter Salzgehalt (3'370 µSi) - Tiefes C/N- Verhältnis (12.9)	- Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit
09035	29.09.2009	Schaan	- Erhöhte NS-Gehalte (Phosphat, Kalium, Magnesium, Calcium)	- Cu 50.0 % - Ni 58.9 %	- Hoher Salzgehalt (5'980 µSi) - Tiefes C/N- Verhältnis (13.0)	- Mässige Pflanzenverträglichkeit
09036	29.09.2009	Vaduz	- Erhöhte NS-Gehalte (Kalium, Magnesium) - Ammonium: 1.50 kg/t TS	- Cu 55.5 % - Ni 63.1 %	- Erhöhter Salzgehalt (3'700 µSi) - Hohes C/N- Verhältnis (17.2)	- Mässige Pflanzenverträglichkeit
09037	29.09.2009	Mauren	- Erhöhte NS-Gehalte (Ma-	- Ni 52.0 %	- erhöhter Salzgehalt (2'560 µSi)	- Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostplatz	Nährstoffgehalt	Schwermetallgehalt	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
			<ul style="list-style-type: none"> gnesium), niedriger N tot-Gehalt - Ammonium: 1.05 kg/t TS 		<ul style="list-style-type: none"> - hohes C/N- Verhältnis (18.5) - hohe Selbsterhitzungsfähigkeit (34 °C) - Rottegrad IV 	
09038	29.09.2009	Eschen-Gamrpin	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhte NS-Gehalte (Phosphat, Kalium, Magnesium) - Ammonium: 1.05 kg/t TS 	<ul style="list-style-type: none"> - Cu 63.1 % - Ni 56.6 % 	<ul style="list-style-type: none"> - erhöhter Salzgehalt (3'330 µSi) 	<ul style="list-style-type: none"> - Mässig bis gute Pflanzenverträglichkeit
09039	29.09.2009	Ruggell	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhte NS-Gehalte N tot, (Kalium - Ammonium: 1.12 kg/t TS 	<ul style="list-style-type: none"> - Ni 68.6 % 	<ul style="list-style-type: none"> - tiefes C/N- Verhältnis (13.7) - erhöhter Salzgehalt (2'510 µSi) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gute Pflanzenverträglichkeit

2.3 Schwermetallgehalte

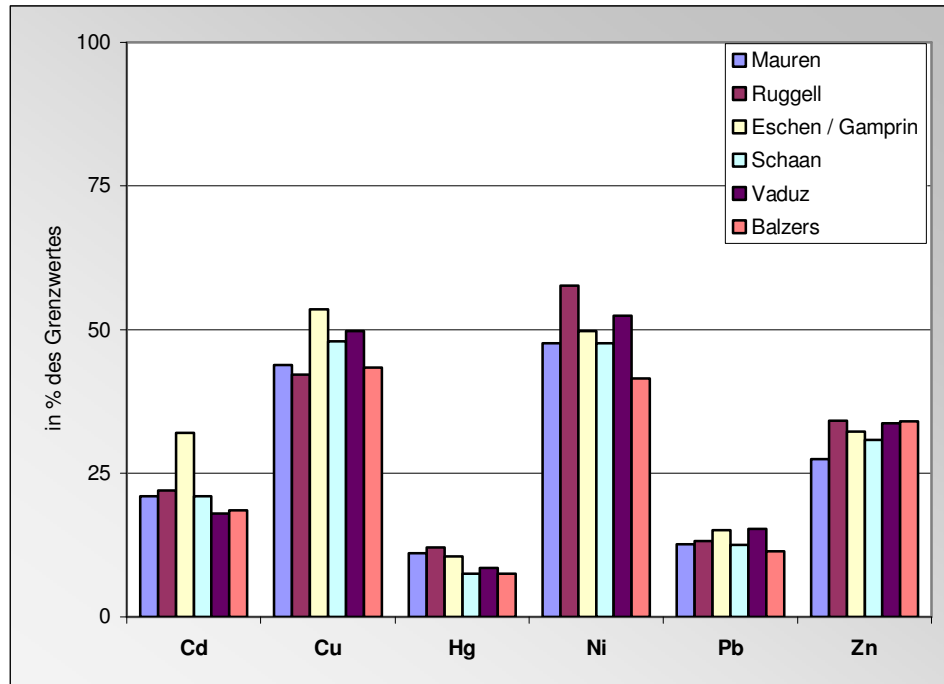


Abbildung 1: Kompostplatzvergleich der Schwermetallgehalte im Jahr 2009

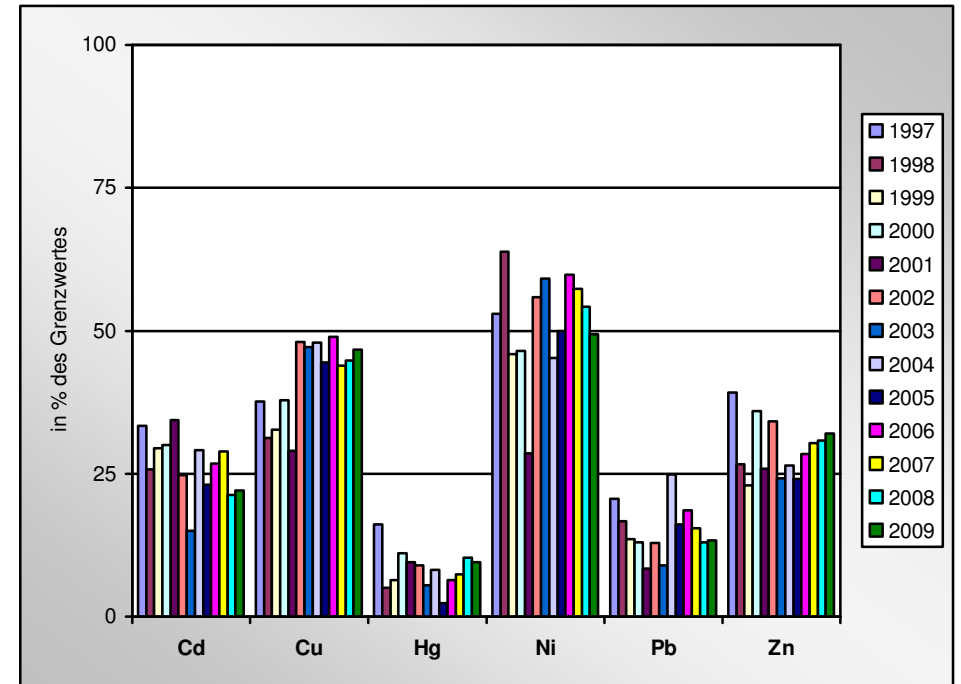


Abbildung 2: Entwicklung der Schwermetallgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2009

Tabelle 3: Schwermetallgehalte im Jahr 2009 und deren Entwicklung zwischen 1997 und 2009

Schwermetall	Mittelwert (% RW)			Tendenz ¹	Bemerkungen
	2009	2008	1997 – 2009		
Cd	22.1	21.3	27.1	(↘)	- Der Cadmiumgehalt liegt über dem Vorjahreswert, aber unter dem langjährigen Mittelwert. - Im langjährigen Vergleich ist eine tendenzielle Abnahme feststellbar ($p < 0.1$).
Cu	46.7	44.8	44.1	↗	- Der Kupfergehalt liegt über dem Vorjahreswert und über dem langjährigen Mittelwert. - Es ist eine zunehmende Tendenz feststellbar ($p < 0.05$).
Hg	9.5	10.3	8.8	⇒	- Der Quecksilbergehalt bewegt sich seit Jahren im Bereich um bzw. unter 10 % des Grenzwertes gem. ChemRRV.
Ni	49.4	54.2	53.8	⇒	- Der Nickelhalt liegt sowohl unter dem Vorjahreswert als auch unter dem langjährigen Mittelwert. - Es ist keine tendenzielle Entwicklung der Nickelgehalte feststellbar.
Pb	13.3	13.0	15.5	⇒	- Der Bleigehalt liegt im Bereich des Vorjahreswertes.
Zn	32.0	30.8	31.5	⇒	- Der Zinkgehalt liegt im Bereich des langjährigen Mittelwertes.

Tabelle 4: Nährstoffgehalte im Jahr 2009 und deren Entwicklung zwischen 1997 und 2009

Nährstoff	Mittelwert (kg / t TS)			Tendenz	Bemerkungen
	2009	2008	1997 – 2009		
N _{tot}	15.1	14.4	14.3	⇒	- Die Nährstoffgehalte liegen meist im oberen Optimalbereich für Reifekompost. - Die Kalium- und Magnesiumgehalte überschreiten die Optimalwerte für Reifekompost.
P ₂ O ₅	6.9	5.9	5.7	↗	
K ₂ O	14.1	11.6	8.4	↗	
Mg	12.8	12.6	12.8	⇒	
Ca	79.3	75.5	80.6	⇒	

¹ Die varianzanalytische Auswertung zeigt für eine steigende resp. sinkende Tendenz einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Probejahr und dem entsprechenden Schwermetallgehalt/Nährstoffgehalt. Die Richtung der Tendenz entspricht dabei einer linearen Abhängigkeit. Signifikanzniveau: $p < 0.05$ für ↗ resp. ↘, $p > 0.1$ für (↗) resp. (↘)

2.4 Nährstoffgehalte

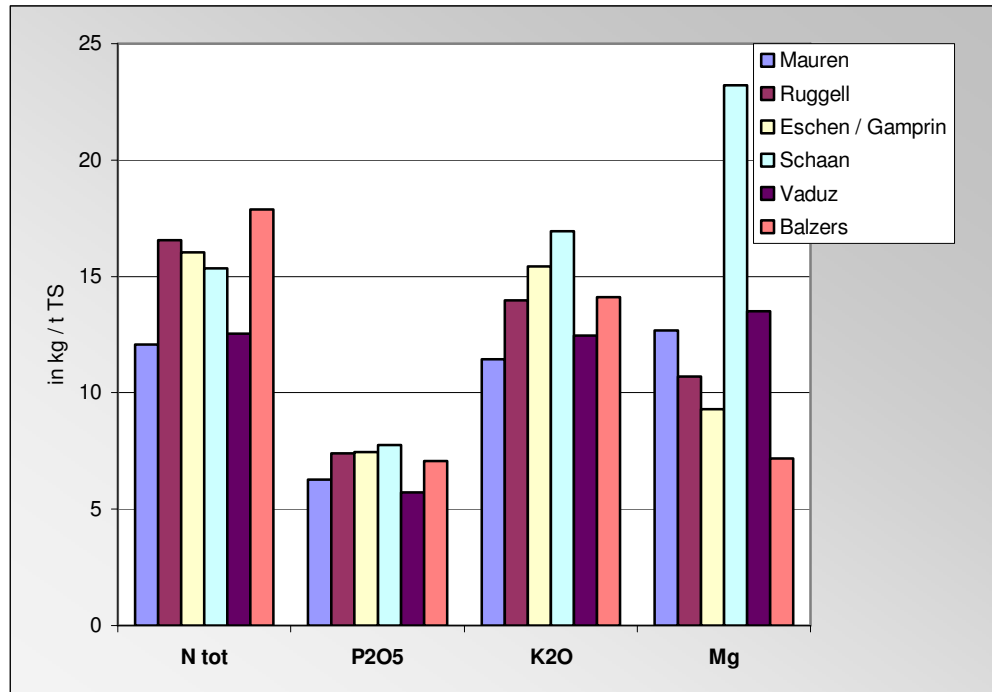


Abbildung 3: Kompostplatzvergleich der Nährstoffgehalte im Jahr 2009

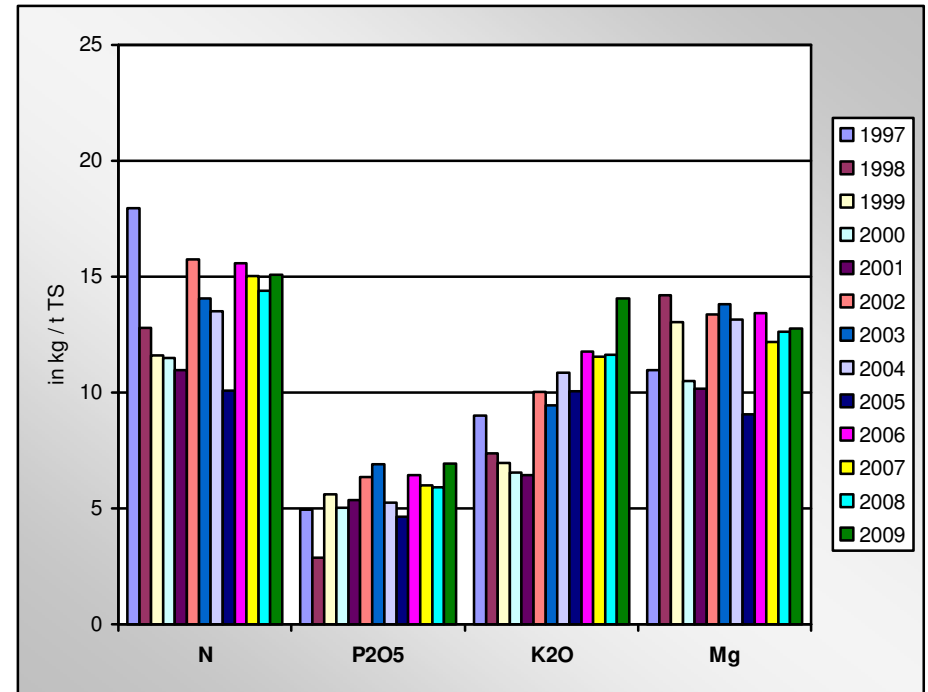


Abbildung 4: Entwicklung der Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2009

2.5 Weitere Qualitätsparameter

Tabelle 5: Resultatübersicht der weiteren Qualitätsparameter für das Untersuchungsjahr 2009 sowie für die Jahre 1997-2009 (inkl. Optimalgehalte für Reifekompost)

Parameter	Optimalgehalt	2009							1997 - 2009	
		Mauren	Ruggell	Eschen-Gamprin	Schaan	Vaduz	Balzers	Mittelwert	Mittelwert	Tendenz ¹
TS-Gehalt (% FS)	50 – 60	56.8	42.1	53.3	59.0	56.5	50.6	53.0	49.6	⇒
Volumengewicht (kg/m ³)	500 – 800	740	700	660	795	735	625	709	728	⇒
Org. Substanz (% TS)	20 – 40	35.5	43.2	42.5	35.4	36.9	43.0	39.4	36.5	⇒
Salzgehalt (µSi)	< 2'500	2'740	2'725	3'150	5'375	3'270	3'085	3'391	2'898	↗
pH-Wert	6.5 – 7.5	8.1	8.0	8.1	7.8	7.9	8.1	8.0	8.1	⇒
C/N-Verhältnis	ca.15	17.1	15.2	15.4	13.4	17.1	14.0	15.4	15.2	⇒
Rottegrad	V	IV / V	V	V	V	V	V	--	--	--
Selbsterhitzungsfähigkeit (°C)	≤ 30	30	23	23	24	22	22	--	--	--

¹ Die varianzanalytische Auswertung zeigt für eine steigende resp. sinkende Tendenz einen statistisch signifikanten Zusammenhang zwischen dem Probejahr und dem entsprechenden Qualitätsparameter. Die Richtung der Tendenz entspricht dabei einer linearen Abhängigkeit, vgl. Seite 9.

2.6 Biotests

Tabelle 6: Bewertung der Biotests zwischen 2006 und 2009

Biotest	Bewertung ²				Bemerkungen
	2009	2008	2007	2006	
Offener Kresstest	4.5	4.4	4.5	4.0	<ul style="list-style-type: none"> · Ergebnis 2009: sehr gut · Verbesserung seit 2006, konstante Bewertung seit 2007
Geschlossener Kresstest	4.8	4.8	3.8	3.3	<ul style="list-style-type: none"> · Ergebnis 2009: sehr gut · Verbesserung seit 2006, Bewertung 2009 identisch mit Bewertung 2008
Salattest	2.5	2.5	2.3	3.1	<ul style="list-style-type: none"> · Ergebnis 2009: genügend · Verschlechterung seit 2006
Bohntest	4.0	3.3	3.2	3.5	<ul style="list-style-type: none"> · Ergebnis 2009: gut · Verbesserung seit 2006, jedoch keine eindeutige Tendenz
Durchschnitt	3.9	3.7	3.4	3.5	<ul style="list-style-type: none"> · Ergebnis 2009: gut · Leichte Verbesserung seit 2006, jedoch keine eindeutige Tendenz

² 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

Die Kompostqualität kann im Landesdurchschnitt als zufrieden stellend bis gut bewertet werden. Die einzelnen Analysenresultate variieren sehr stark zwischen den Kompostplätzen, weshalb auch die Kompostqualität nicht homogen vorliegt.

3.1 Schwermetallgehalte

Die Schwermetallbelastung ist mit den Vorjahreswerten vergleichbar. Im langjährigen Vergleich der Schwermetallgehalte von Quecksilber, Nickel- Blei und Zink liegen konstante Werte – innerhalb der natürlichen Variation – vor. Die Cadmiumgehalte zeigen eine abnehmende Tendenz, während die Kupferwerte weiter ansteigen.

Die in den letzten Jahren festgestellte tendenzielle Zunahme der Nickelgehalte muss anhand der aktuellen Analysenergebnisse korrigiert werden. Der mittlere Nickelgehalt nimmt seit 4 Jahren kontinuierlich ab, was zu dieser Neubeurteilung führt.

Im Gegensatz dazu wurden erneut höhere Kupfergehalte festgestellt. Die Entwicklung der Kupfergehalte weist seit 1997 eine statistisch signifikante Zunahme auf. Wie bereits im Vorjahr, liegen erneut 75 % der Kupferwerte über 40 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV. Der Landesmittelwert liegt mit 46.7 % über dem Vorjahreswert (44.8 %). Drei Kompostproben weisen einen Kupfergehalt von mindestens 50 %-Marke des Grenzwertes auf (50.0 %, Probe Nr. 09035, Schaan; 55.5 %, Probe Nr. 09036, Vaduz; 63.1 %, Probe Nr. 09038, Eschen-Gamprin).

Mit Ausnahme des Kompostierplatzes der Gemeinde Balzers sind sämtliche Kompostierplätze von erhöhten Kupfer- und/oder Nickelgehalten betroffen. Die Datenreihe 1997 bis 2009 zeigt, dass sich die Kupfer- und Nickelgehalt konstant um die 50 % Marke des Grenzwertes gemäss ChemRRV bewegen.

Fazit

Die Zielgrösse von 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV entspricht einer hohen Qualitätsvorgabe ist aber als realistisch zu beurteilen. Die Auswertung der langjährigen Datenreihen zeigen, dass insbesondere bezüglich der Entwicklung der Kupfergehalte eine detaillierte Ursachenabklärung notwendig ist.

3.2 Nährstoffgehalte

Die Nährstoffgehalte gewährleisten im Durchschnitt eine gute Nährstoffversorgung der Pflanzen. Die Gehalte bewegen sich mehrheitlich im oberen Optimalbereich für Reifekompost.

Die Nährstoffgehalte haben im Vergleich zu den Vorjahreswerten insgesamt leicht zugenommen (insbesondere Kalium und Phosphat).

Fazit

Die Nährstoffgehalte bestätigen die Tatsache, dass sich die Kompostqualität (mehrheitlich) in einem für Reifekompost günstigen Bereich bewegt.

3.3 Weitere Qualitätsparameter

Die physikalischen Eigenschaften (weitere Qualitätsparameter) liegen mehrheitlich in einem günstigen Bereich für Reifekompost.

Der Salzgehalt stellt auch im Untersuchungsjahr 2009 eine Ausnahme dar. Alle Kompostproben weisen einen Salzgehalt über dem Richtwert für den gedeckten Einsatz im Garten- und Gemüsebau (2'500 µSi) auf. Der Salzgehalt von zwei Proben überschreitet zudem den Richtwert für den Freilandeinsatz (4'000 µSi; Probe Nr. 09029: 4'770 µSi, Probe Nr. 09035: 5'980 µSi, beide Schaan). Im Vergleich der langjährigen Datenreihe ist eine statistisch signifikant zunehmende Tendenz feststellbar.

Fazit

Aufgrund dieser ersten Erkenntnisse sind nebst einer detaillierten Ursachenabklärung auch die Möglichkeiten für eine intensivere Überwachung der Salzgehalte zu prüfen.

3.4 Biotests

Die Biotests bestätigen die insgesamt zufriedenstellende Kompostqualität und deren mehrheitlich gute Pflanzenverträglichkeit. Die Auswertung der Biotests zeigt, dass die Beurteilung anhand des Salattests zu generell tiefen Ergebnissen führt. Im Mittel aller Biotests ergibt sich jedoch ein gutes Gesamtbild.

Die Durchführung von Biotests kann den Deponiewarten vor Ort einen Eindruck der Kompostreife sowie der Pflanzenverträglichkeit geben. Je nach Ausgestaltung der Versuchsanordnung können die Ergebnisse sogar in die Überwachung des Rotteprozesses sowie in die Steuerung der Rotteführung einfließen.

Fazit

Anhand der Biotests könnte auf den Kompostierplätzen vor Ort eine Grobbeurteilung der Kompostqualität durchgeführt werden.

3.5 Inspektion

Sämtliche Kompostierplätze haben die Inspektion 2009 bestanden. Die Auswertung der Inspektionsergebnisse 2009 hat gezeigt, dass mehrere Kompostierplätze hinsichtlich der lokalen Infrastrukturen Defizite aufweisen. Diese werden jedoch momentan nicht behoben, da auf diesen Plätzen mittel- bis langfristige Veränderungen bezüglich der Lokalisation der Kompostierung absehbar resp. in Planung sind (Mauren, Eschen-Gamprin, Balzers).

Fazit

Trotz insgesamt positiven Inspektionsergebnissen wurden sämtlichen Gemeinden umfassende Vorschläge für eine Stabilisierung resp. Steigerung der Kompostqualität unterbreitet.

4 Handlungsbedarf

4.1 Beurteilung Zielerreichung 2009

Anlässlich der Inspektion 2009 wurden die Kompostierplätze erneut anhand des Kontrollrapportes des Amtes für Umweltschutz inspiziert. Die Nachkontrolle der Mängelliste aus dem Vorjahr ergab folgendes Bild:

Tabelle 7: Übersicht Ziele 2009 – Erreichung

Ziel	Beurteilung
Mauren	
1. Die Schwermetallgehalte werden auf einem Niveau unterhalb der 50 %-Marke des Grenzwertes gem. ChemRRV stabilisiert.	⇒ Das Ziel wurde mit Ausnahme des Nickelgehaltes in Probe Nr. 09037 erreicht.
2. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µSi	⇒ Im Vergleich zu den Vorjahresergebnissen ist eine Verbesserung feststellbar.
Ruggell	
1. Sämtliche Schwermetalle erreichen Werte unterhalb 50 % des Grenzwertes. Dies gilt insbesondere für Nickel.	⇒ Das Ziel wurde nicht erreicht.
Eschen / Gamprin	
1. Reduktion Fremdstoffbesatz bei Anlieferung und Grüngutlagerung	⇒ Der Fremdstoffbesatz konnte reduziert werden. Trotzdem besteht ein Handlungsbedarf zur Intensivierung der Anlieferungskontrolle.
2. Sämtliche Schwermetalle werden auf einem Niveau von höchstens 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV stabilisiert.	⇒ Die Kupfer- und Nickelgehalte stellen eine kritische Grösse zur Erreichung dieses Qualitätszieles dar.
3. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µSi	⇒ Der mittlere Salzgehalt liegt über dem Vorjahreswert und dem Richtwert für den gedeckten Einsatz im Garten- und Gemüsebau. ⇒ Die langjährige Entwicklung weist nach wie vor auf eine zunehmende Tendenz hin.
Schaan	
1. Sämtliche Schwermetallgehalte werden auf einem Niveau unterhalb der 50 %-Marke des Grenzwertes gem. ChemRRV stabilisiert.	⇒ Die Qualitätsziele wurden für die Schwermetallgehalte erreicht (Cu: 47.9 %, Ni: 47.6 %)
2. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µSi	
Vaduz	
1. Der Kompostierplatz hinterlässt einen ordentlichen Eindruck.	⇒ Die Ordnung auf dem Kompostierplatz wurde verbessert. ⇒ Regelmässige Umgebungspflege (2 x jährlich)

Ziel	Beurteilung
2. Die Schwermetallgehalte werden auf einem Niveau von höchstens 50 % der Grenzwerte gemäss ChemRRV stabilisiert. Dies gilt insbesondere für Nickel.	<p>⇒ Das Qualitätsziel wurde nicht erreicht.</p> <p>⇒ Nickel und Kupfer weisen eine zunehmende Tendenz auf.</p>
3. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µSi	<p>⇒ Das Qualitätsziel wurde nicht erreicht.</p> <p>⇒ Der Salzgehalt ist gegenüber den Vorjahreswerten stark erhöht.</p>
4. Die Bevölkerung ist über den Kompostierplatz sowie die Kompostierung informiert.	⇒ Der Kompostierplatz wurde neu beschildert.
Balzers	
1. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µSi	<p>⇒ Das Qualitätsziel wurde nicht erreicht.</p> <p>⇒ Die Inspektion des Kompostierplatzes hat gezeigt, dass die Schneeräumung erneut unsachgemäss ausgeführt wurde.</p>
2. Sämtliche Schwermetalle erreichen Werte unterhalb 50 % des Grenzwertes. Dies gilt insbesondere für Nickel.	⇒ Das Ziel wurde erreicht.

4.2 Handlungsbedarf 2010

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 8: Handlungsbedarf 2010

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
Mauren	
1. Grüngutanlieferung wird gemäss Vorgehensplan 2009 weitergeführt	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ konsequente Anlieferungskontrolle durch Deponiewart ⇒ Fremdstoffauslese bei Bedarf ⇒ Einsatz eines Deponiestellvertreters bei hohen Anlieferungsmengen oder bei Arbeitsspitzen
2. Der Kupfergehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle ⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart ⇒ Weiterführung der Überwachung des Kupfergehaltes
3. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert, resp. verbessert (Salattest).	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen) ⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart
4. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes
Ruggell	
1. Der hohe Qualitätsstandard bezüglich der Kompostierung wird beibehalten.	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Konsequente Weiterführung der Anlieferungskontrolle sowie der detaillierten Überwachung des Rotteprozesses ⇒ Weiterführung der bisherigen Massnahmen zur Förderung optimaler Rottebedingungen (Lockerung, Umsetzung)
2. Der Nickelgehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle ⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart ⇒ Weiterführung der Überwachung des Nickelgehaltes
3. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes
4. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert, im Fall	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedin-

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
der Salattests verbessert.	<ul style="list-style-type: none"> gungen) ⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart
Eschen / Gamprin	
1. Intensivierung Anlieferungskontrolle	⇒ Erhöhung Frequenz der Stichprobenkontrollen durch Deponiewart oder Deponiewart-Stellvertreter
2. Fachgerecht Abdeckung und Beschriftung des Reifekompostes	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Mieten fachgerecht abdecken ⇒ Mieten beschriften ⇒ Rotteprotokolle konsequent führen und an Kontrollstelle weiterleiten
3. Sämtliche Schwermetalle werden auf einem Niveau von höchstens 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Intensivierung der Anlieferungskontrolle (vgl. Pkt. 1) und Fremdstoffauslese ⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart / Kompostierplatz-Betreiberin
4. Stabilisierung Salzgehalt < 2'500 µSi	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Überwachung der Schwermetall- und Salzgehalte ⇒ Weiterleitung sämtlicher Analysen durch Drittlabors an die Kontrollstelle
5. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert (Kresstests) resp. verbessert (Salat- und Bohnentest).	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen) ⇒ Weiterleitung allfälliger Analysen zur Pflanzenverträglichkeit (Durchführung durch Kompostierplatz-Betreiberin oder Drittlabors) an Kontrollstelle
Schaan	
1. Fremdstoffe werden direkt bei der Grüngutanlieferung aus dem Kompostierungsprozess entfernt.	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der konsequenten Fremdstoffauslese ⇒ Erhöhung der Stichprobenkontrollen durch Deponiewart
2. Die Kupfer- und Nickelgehalte werden auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert.	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle (vgl. Ziel 1) ⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart
3. Der Salzgehalt wird auf einen mittleren Gehalt < 2'500 µSi reduziert	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Überwachung der Kupfer- und Nickelgehalte ⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes
4. Die Ergebnisse der Biotests werden stabilisiert (geschlossener Kresstest, Bohnentest) resp. verbessert (offener Kresstest, Salattest).	<ul style="list-style-type: none"> ⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen) ⇒ Durchführung und Dokumentation von Pflanzversu-

Ziel	Massnahme / Handlungsbedarf
	chung und Biotests vor Ort durch den Deponiewart
Vaduz	
1. Die Ordnung und Sauberkeit wird aufrecht erhalten.	⇒ Regelmässige Umgebungspflege (2 x jährlich)
2. Die Infrastruktur des Kompostplatzes wird überprüft.	⇒ Prüfung Platzverhältnisse ⇒ Umsetzung Massnahmen zur Optimierung der Entwässerung (Verhinderung Stauwasserbildung)
3. Der Rotteprozess wird fachgerecht dokumentiert.	⇒ Durchführung regelmässiger Temperaturkontrollen ⇒ Führung Rotteprotokoll
4. Stabilisierung der Kompostqualität, insbesondere hinsichtlich Schwermetall- und Salzgehalt	⇒ Verhindern von Kompost(platz)verschmutzungen ⇒ Optimierung / Intensivierung Anlieferungskontrolle ⇒ Weiterführung der Überwachung der Schwermetall- und Salzgehalte
5. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert.	⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen) ⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart
Balzers	
1. Der Deponiewart erhält eine fachtechnische Grundausbildung bezüglich Kompostierung	⇒ Teilnahme an einer Aus- resp. Weiterbildungsveranstaltung
2. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	⇒ Reorganisation der Schneeräumung (vgl. Jahresbericht 2008) ⇒ Weiterführung der Überwachung des Salzgehaltes
3. Der Kupfergehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes stabilisiert.	⇒ Weiterführung der konsequenten Anlieferungskontrolle ⇒ Dokumentation allfälliger Problemstoffe / Schadstoffquellen durch Deponiewart ⇒ Weiterführung der Überwachung des Kupfergehaltes
4. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 stabilisiert.	⇒ Weiterführung der Qualitätsbeurteilung anhand der Biotests (standardisierte Methode unter Laborbedingungen) ⇒ Durchführung und Dokumentation von Biotests vor Ort durch den Deponiewart

5 Anhang

- **Mengenbilanz 2009**
- **Mehrjahresvergleich 1997 – 2009**

6 Mengenzilanz 2009

Gestützt auf die Abschätzungen der Mengenzilanzen 2009 der einzelnen Kompostierplätze kann die Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein folgendermassen charakterisiert werden:

Kenngrossen	Menge [m³]
Grüngut (Anlieferung)	27'700
Häckselgut	13'900
Rotteschwund	5'800
Reifekompost (ausgesiebt)	5'000
Siebresten	300 – max. 600
Separierung grobes Astmaterial	500 – max. 1'000
Übertrag 2009	1'500 – max. 2'300
Diverse Verluste	

