



Amt für Umweltschutz


Kommunale Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein

Synthesebericht 2011



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, 2012

Februar 2012
Kompost_FL_Synthesebericht 2011.doc

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG UND AUFTRAG	4
2	RESULTATE	5
2.1	Inspektion Kompostierplätze	5
2.2	Kompostqualität 2011	7
2.3	Schwermetallgehalte	9
2.4	Nährstoffgehalte	11
2.5	Weitere Qualitätsparameter	13
2.6	Biotests	14
3	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNGEN	15
3.1	Schwermetallgehalte	15
3.2	Nährstoffgehalte	16
3.3	Weitere Qualitätsparameter	16
3.4	Biotests	17
3.5	Inspektion	17
4	HANDLUNGSBEDARF	18
4.1	Beurteilung Zielerreichung 2011	18
4.2	Handlungsbedarf 2012	22
4.2.1	Allgemeine Ziele und Massnahmen	22
4.2.2	Spezifische Ziele und Massnahmen für einzelne Gemeinden	23
	ANHANG	25

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 Richtlinien¹ beprobt und anhand verschiedener Untersuchungsmethoden analysiert. Im vorliegenden Synthesebericht werden die Resultate des Untersuchungsjahres 2011 zusammenfassend dargestellt.

Im Rahmen der Qualitätssicherung 2011 wurden die folgenden Beratungsaktivitäten und Dienstleistungen erbracht:

QS-Bereich	Aktivitäten
Probenahme und Qualitätsanalysen	<p>Der Kompost wurde je Kompostierplatz zweifach beprobt.</p> <p>Die Kompostproben wurden mittels Biotests auf ihre Pflanzenverträglichkeit geprüft. Dazu wurden Bohnen-, Kresse- und Salatsamen auf den jeweiligen Kompostproben angesät. Die Keimung und das Pflanzenwachstum wurden mit einer entsprechenden Ansaat auf Watte verglichen (Referenzprobe).</p> <p>An den Kompostproben wurden zusätzlich chemisch-physikalische Laboranalysen durchgeführt (Schwermetallgehalt, Nährstoffgehalt, weitere Qualitätsparameter).</p>
Kontrolle Kompostierung und Rotteführung	<p>Die laufenden Aufzeichnungen durch den Deponiewart wurden überprüft sowie das Rohmaterial, die Kompostierung und die Rotteführung beurteilt.</p>
Inspektion	<p>Die Kompostierung der Gemeinden wurde gemäss den Anforderungen des Amtes für Umweltschutz inspiziert. Es wurde ein Kontrollrapport erstellt.</p>
Datenerfassung und Auswertung	<p>Sämtliche Analyseergebnisse wurden in einer Datenbank erfasst und ausgewertet. Daraus wurden Empfehlungen zur weiteren Qualitätssteigerung der Kompostierung der Gemeinden ausgearbeitet.</p>

¹ Inspektoratskommission der Grüngut verarbeitenden Branche der Schweiz (2010): Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut

2 Resultate

2.1 Inspektion Kompostierplätze

Tabelle 1: Inspektionsergebnisse (Zusammenfassung Kontrollrapporte)

Inspektion	Mauren [19.12.2011]	Ruggell [10.01.2012]	Eschen-Gamprin [19.12.2011]	Schaan [19.01.2012]	Vaduz [10.01.2012]	Balzers [10.01.2012]
1 Standort und Einrichtung						
1.1 Einzäunung	✓	✓	teilweise	✓	✓	✓
1.2 Platzbefestigung	teilweise	✓	teilweise	•	✓	teilweise
1.3 Entwässerung	✓	✓	teilweise	teilweise	✓	✓
Bemerkungen	Platzbefestigung in Abklärung		1.1. / 1.2. in Abklärung 1.3. aktuelle Situation ungeklärt		1.3. Entwässerung optimieren; zeitweise Staunässe	Platzvergrößerung aufgrund Neuorganisation Altstoffsammelstelle
2 Allgemeines / Eingangskontrolle						
2.1 Anlieferungskontrolle	✓	✓	teilweise	✓	✓	✓
2.2 Erfassung Anlieferer	ab 1 m ³	✓	•	✓	ab 1 m ³	✓
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	✓	temporär 2. Deponiewart vor Ort	✓	teilweise	✓	✓
2.6 Aussortierung Fremdstoffe	✓	✓	✓	teilweise	✓	✓
2.7 Information Öffentlichkeit	✓	teilweise	✓	teilweise	✓	✓
2.8 Annahmepreis Grünabfälle pro m ³	10 CHF	10 CHF	gratis	15 CHF	11.80 CHF, extern 17.60 CHF	10 CHF
Bemerkungen		2.1. Materialbuchhaltung verfeinert	kein Kompostwart vor Ort		2.1. Eingangskontrolle Deponie	2.1. Videoanlage ausser Betrieb
3 Betrieb / Kompostierung						
3.1 Beauftragtes Unternehmen	Risch Grün AG	Risch Grün AG	Axpo Kompogas AG / W. Büchel AG	Risch Grün AG	Risch Grün AG	Risch Grün AG / Axpo
3.2 Ordentliche Lagerung der Grünabfälle	✓	✓	✓	✓	gute Trennung, separate Lagerung grobes Astmaterial	✓
3.3 Rotteprotokoll ist vorhanden und wird geführt	✓	✓	✓	✓	teilweise	✓
3.4 Korrekter Rotteprozess	✓	✓	•	✓	teilweise	✓
3.5 Korrektes Temperatur- und Wasserprotokoll	✓	✓	✓	✓	teilweise	✓
3.6 Häufigkeit der Temperaturkontrolle	1 x wöchentlich	1 – 2 x wöchentlich	mehrmals wöchentlich	2 x wöchentlich	sporadisch	2-3 x wöchentlich
3.7 Kompostmieten korrekt angesetzt	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.8 Kein Risiko für Reinfektion	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.9 Korrekte Mietenabdeckung	✓	✓	✓	✓	✓	✓
3.10 Korrekte Mietenbeschriftung	✓	Nachvollziehbarkeit trotz fehlender Beschriftung gewährleistet	• keine Mietenbeschriftung vorhanden, Kompostwart hat jedoch Überblick	✓	1 Charge ausgesiebter Kompost vor Ort, 1 Charge Grüngut vor Ort	• keine Mietenbeschriftung vorhanden
Bemerkungen		Gute Platzführung 3.9. neue Überdachung geplant	3.1. Wechsel Unternehmer per 01.07.2011 3.4. Ausmasse nicht nachvollziehbar; Aussiebung bei ca. 60 °C 3.8. nur eine Charge in Rotteprozess 3.9. Beschwerde fehlt		3.9. ausgesiebter Kompost i. O., Rest: teilweise Verunkrautungsrisiko	3.1. keine Separierung von grobem Astmaterial

Inspektion	Mauren [19.12.2011]	Ruggell [10.01.2012]	Eschen-Gamprin [19.12.2011]	Schaan [19.01.2012]	Vaduz [10.01.2012]	Balzers [10.01.2012]	
4	Materialfluss / Aufzeichnungsart						
4.1	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
4.2	ab 1 m ³	✓	bisher keine Abfuhr	✓	✓	ab 1 m ³	
4.3	✓	✓	bisher keine Abfuhr	✓	✓	✓	
4.4	✓	✓	bisher keine Abfuhr	✓	✓	✓	
4.5	gut	mässig	gut	mässig	mässig	gut	
4.6	Anlieferer in Prozent (P / Gde / LW / Gä / div)	70 / 10 / 0 / 20 / 0	25 / 50 / 0 / 25 / 0	k. A.	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)	70 / 10 / 10 / 10 / 0	30 / 0 / 70 / 0 / 0	25 / 0 / 50 / 25 / 0	90 / 5 / 0 / 5 / 0	20 / 0 / 50 / 20 / 0	50 / 0 / 50 / 0 / 0
4.8	Abgabepreis Kompost pro m ³	30 CHF	25 CHF, aktuell: 15 CHF	gratis	40 CHF	25 CHF; Spezialpreise	40 CHF (ab 1 m ³)
	Bemerkungen		4.4. PC-Datenbank Weiterhin Vermischung Herbst- und Frühjahrsmitte Kompostwart achtet konsequent auf gute Vermischung unterschiedlicher Grüngutqualitäten	4.2. – 4.4. offen, da seit Unternehmerwechsel 01.07.2011 keine Abfuhr		4.7. Privatabnehmer: Reifekompost; Landwirtschaft: Frischkompost	
5	Qualitätssicherung						
	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwermetalle: Grenzwerte eingehalten ▪ Salzgehalt: Anforderungen gemäss Qualitätsrichtlinie erfüllt ▪ Biotests: Gute Ergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwermetalle: Grenzwerte eingehalten ▪ Salzgehalt: Anforderungen für Einsatz im Freiland erfüllt; in einem Fall auch für gedeckten Einsatz. ▪ Biotests: Gute Ergebnisse ▪ Zusätzliche Pflanzversuche (Gemüse) vor Ort durch Kompostwart mit guten Ergebnissen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwermetalle: Grenzwerte eingehalten ▪ Salzgehalt: Anforderungen für Einsatz im Freiland erfüllt ▪ Biotests: Gute Ergebnisse ▪ Weiterbildung Kompostwart im Jahr 2012 geplant 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwermetalle: Grenzwerte eingehalten ▪ Salzgehalt: Anforderungen für Einsatz im Freiland erfüllt ▪ Biotests: Gute Ergebnisse ▪ Zusätzliche Pflanzversuche (Gemüse) vor Ort mit guten Ergebnissen 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Schwermetalle: Grenzwerte eingehalten ▪ Salzgehalt: Anforderungen gemäss Qualitätsrichtlinie erfüllt ▪ Biotests: Gute Ergebnisse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grenzwerte für Schwermetalle eingehalten ▪ Salzgehalt variabel: In einem Fall Anforderungen für Einsatz im gedeckten Pflanzenbau nicht erfüllt ▪ Sehr variable Ergebnisse in den Biotests (ungenügend bis sehr gut) 	
6	Eindruck / Plausibilität						
6.1	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	
6.2	✓	i. O.	✓	i. O.	✓	i. O.	
	Bemerkungen		vorbildliche Platzführung	Platzvergrößerung 2012 geplant		Umgebungspflege wurde verbessert, weitere Massnahmen geplant	
Mängelliste / Handlungsbedarf							
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Platzbefestigung (Massnahmen in Abklärung) 			<ul style="list-style-type: none"> ▪ korrekte Führung Rotteprotokolle 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Platzbefestigung ▪ Entwässerung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Entwässerung in Stand stellen ▪ korrekte Führung Rotteprotokolle ▪ Umgebungspflege optimieren 	

2.2 Kompostqualität 2011

Tabelle 2: Resultatübersicht zu den im Untersuchungsjahr 2011 analysierten Kompostproben

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostierplatz	Nährstoffgehalt	Schwermetallgehalt	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
11016	27.04.2011	Ruggell	- Leicht erhöhter Gesamtstickstoff- und Phosphatgehalt - Erhöhter Kaliumgehalt	- Ni: 62 %	- Salzgehalt < 10 g KCl-eq./kg TS	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11017	27.04.2011	Balzers	- Erhöhter Stickstoffgehalt - Stark erhöhter Kaliumgehalt - Leicht erhöhte Gehalte an Phosphat und Magnesium	- Ni: 51 %	- Erhöhter Salzgehalt (14.2 g KCl-eq./kg TS)	- Ungenügende bis mäßige Pflanzenverträglichkeit
11018	27.04.2011	Schaan	- Leicht erhöhter Gesamtstickstoffgehalt - Erhöhter Kaliumgehalt - Stark erhöhter Magnesiumgehalt	- Alle < 50 %	- Salzgehalt: 10 g KCl-eq./kg TS	- Gute Pflanzenverträglichkeit
11021	27.04.2011	Eschen / Gamprin	- Leicht erhöhte Gehalte an Gesamtstickstoff und Kalium - Leicht erniedrigter Kalziumgehalt	- Ni: 60 %	- Salzgehalt < 10 g KCl-eq./kg TS	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11022	28.04.2011	Vaduz	- Leicht erhöhte Gehalte an Kalzium und Kalium - Stark erhöhter Magnesiumgehalt	- Ni: 59 %	- Salzgehalt < 10 g KCl-eq./kg TS	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11068	08.08.2011	Mauren	- keine Analysen	- keine Analysen	- keine Analysen	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11072	27.09.2011	Ruggell	- Leicht erhöhter Gesamtstickstoff- und Phosphatgehalt - Erhöhter Kaliumgehalt	- Ni: 70 %	- Erhöhter Salzgehalt (11.3 g KCl-eq./kg TS)	- Sehr gute Pflanzenverträglichkeit

Probe Nr.	Probenahmedatum	Kompostierplatz	Nährstoffgehalt	Schwermetallgehalt	Weitere Qualitätsparameter	Biotests
11075	18.10.2011	Balzers	<ul style="list-style-type: none"> - Leicht erhöhte Gehalte an Phosphat, Kalium und Kalzium - Leicht erniedrigter Magnesiumgehalt 	<ul style="list-style-type: none"> - Ni: 66 % - Zn: 54% 	<ul style="list-style-type: none"> - Salzgehalt < 10 g KCl-eq./kg TS 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11076	18.10.2011	Schaan	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhter Gesamtstickstoff-, Kalium- und Kalziumgehalt - Stark erhöhter Magnesiumgehalt 	<ul style="list-style-type: none"> - Alle < 50 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhter Salzgehalt (12.0 g KCl-eq./kg TS) 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11077	18.10.2011	Mauren	<ul style="list-style-type: none"> - Stark erhöhter Gesamtstickstoffgehalt - Erhöhte Gehalte an Kalzium und Magnesium 	<ul style="list-style-type: none"> - Cd: 54 % - Ni: 75 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Salzgehalt < 10 g KCl-eq./kg TS 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11078	18.10.2011	Vaduz	<ul style="list-style-type: none"> - Leicht erhöhter Kalzium und Phosphatgehalt - Erhöhter Kaliumgehalt - Stark erhöhter Magnesiumgehalt 	<ul style="list-style-type: none"> - Cd: 50 % - Ni: 85 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Salzgehalt < 10 g KCl-eq./kg TS 	<ul style="list-style-type: none"> - Sehr gute Pflanzenverträglichkeit
11080	18.10.2011	Eschen / Gamprin	<ul style="list-style-type: none"> - Leicht erhöhter Gesamtstickstoffgehalt - Erhöhter Kaliumgehalt - Leicht erniedrigter Kalziumgehalt 	<ul style="list-style-type: none"> - Ni: 56 % 	<ul style="list-style-type: none"> - Erhöhter Salzgehalt (10.5 g KCl-eq./kg TS) - Erhöhter pH-Wert (8.7) 	<ul style="list-style-type: none"> - Gute bis sehr gute Pflanzenverträglichkeit

2.3 Schwermetallgehalte

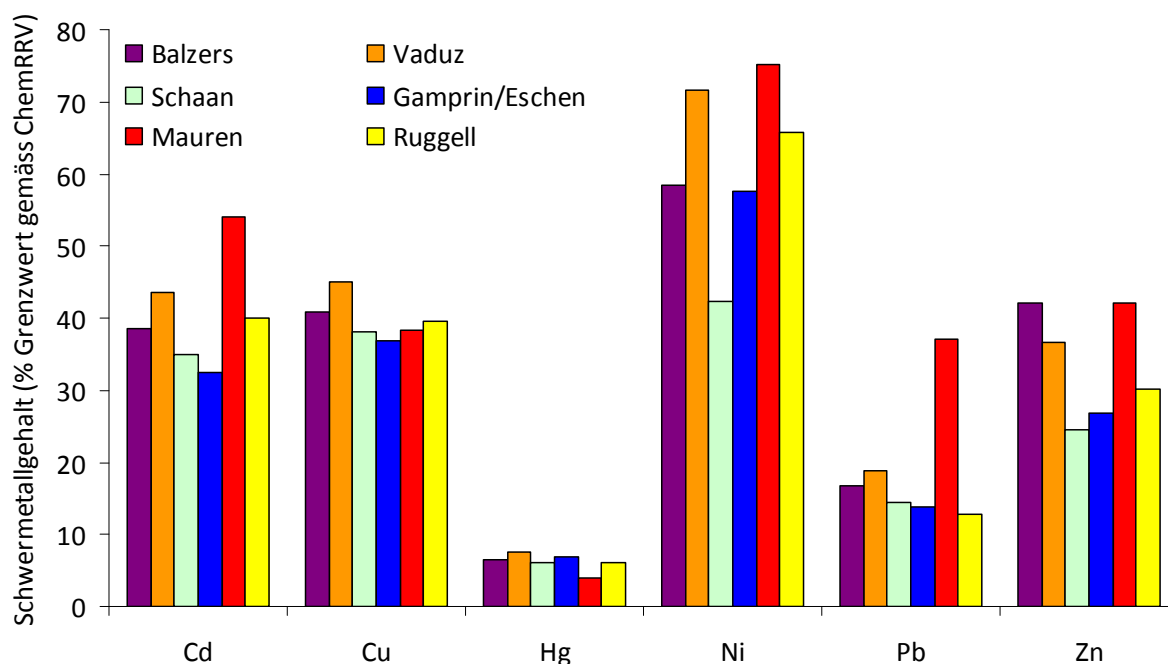


Abbildung 1: Kompostplatzvergleich der Schwermetallgehalte im Jahr 2011

Tabelle 3: Kommentare zur Entwicklung der Schwermetallgehalte zwischen 1997 und 2011

Schwermetall	Bemerkungen
Cd	<ul style="list-style-type: none"> - Der mittlere Cd-Gehalt 2011 liegt deutlich über dem der Vorjahre - Der mittlere Cd-Gehalt erreicht den höchsten Wert seit Beginn der systematischen Untersuchungen
Cu	<ul style="list-style-type: none"> - Der mittlere Cu-Gehalt 2011 liegt unter dem der Vorjahre - Die Cu-Gehalte zeigen seit 2006 einen rückläufigen Trend, nachdem sie bis 2005 angestiegen waren
Hg	<ul style="list-style-type: none"> - Der mittlere Hg-Gehalt 2011 liegt unter dem der Vorjahre - Die Hg-Gehalte gehen langfristig leicht zurück
Ni	<ul style="list-style-type: none"> - Der mittlere Ni-Gehalt 2011 liegt etwas tiefer als im Vorjahr, aber noch über 50 % des Grenzwerts gemäss ChemRRV - Die Ni-Gehalte zeigen einen langfristigen Anstieg
Pb	<ul style="list-style-type: none"> - Der mittlere Pb-Gehalt 2011 liegt auf dem Niveau des Vorjahres - Die Pb-Gehalte sind auf niedrigem Niveau stabil
Zn	<ul style="list-style-type: none"> - Der mittlere Zn-Gehalt 2011 liegt auf dem Niveau der Vorjahre - Die Zn-Gehalte bewegen sich auf einem konstanten Niveau

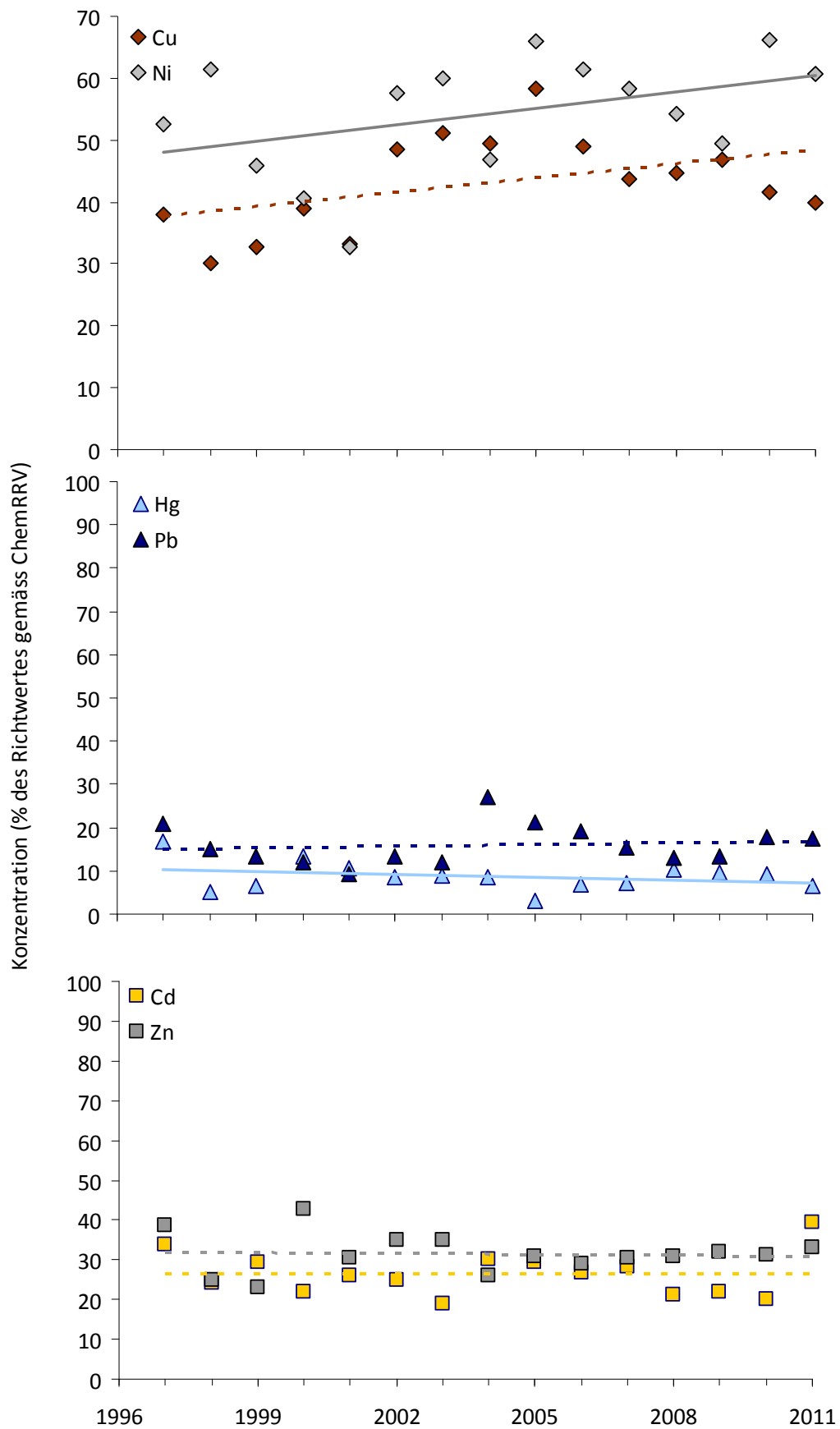


Abbildung 2: Entwicklung der Schwermetallgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2011. Für jedes Jahr ist der Mittelwert über alle Kompostierplätze dargestellt. Die statistische Analyse wurde mit den Einzelwerten durchgeführt. Durchgezogene Linie: Trend signifikant auf Signifikanzniveau $p < 0.05$, gestrichelte Linie: Trend nicht signifikant.

2.4 Nährstoffgehalte

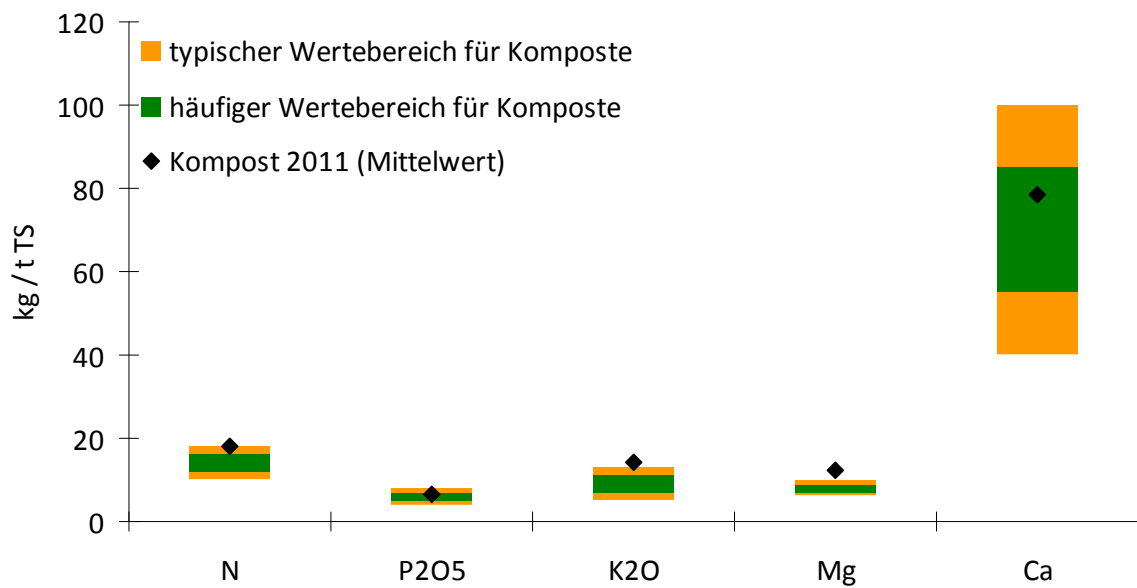


Abbildung 3: Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte 2011) im Vergleich mit gesamtschweizerischen Daten. Der Bereich der häufigen Werte (Mittelwert \pm 1 Standardabweichung) umfasst 68 % aller analysierten Proben; der Bereich der typischen Werte (Mittelwert \pm 2 Standardabweichungen) umfasst 95 % aller analysierten Proben.

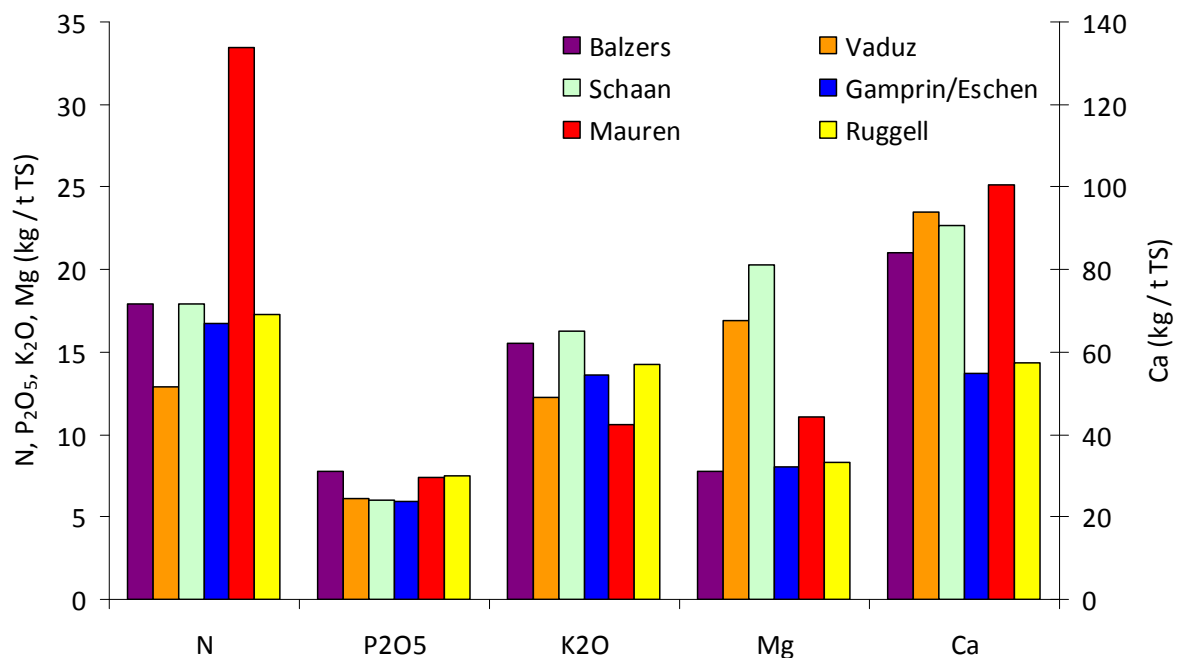


Abbildung 4: Kompostplatzvergleich der Nährstoffgehalte im Jahr 2011

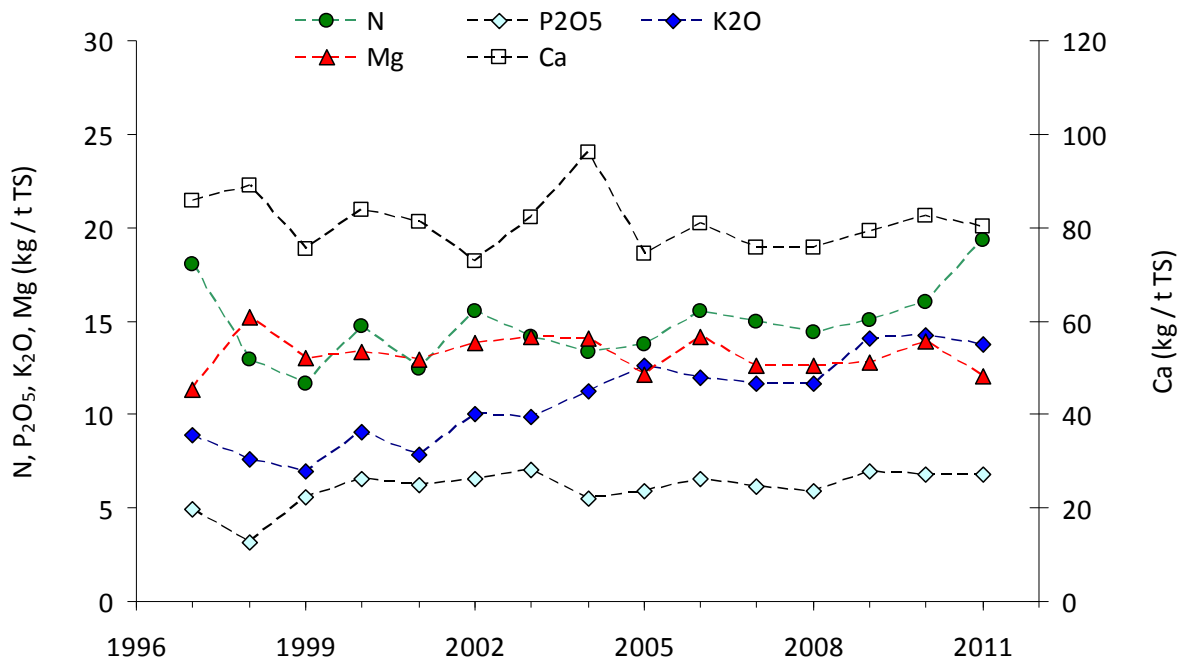


Abbildung 5: Entwicklung der Nährstoffgehalte (Jahresmittelwerte) zwischen 1997 und 2011

Die Nährstoffgehalte sind tendenziell hoch. Im Mittel aller Plätze liegen die Gehalte von Gesamtstickstoff, Phosphat und Kalzium innerhalb des typischen Bereichs für Kompost, die Gehalte von Kalium und Magnesium liegen oberhalb der typischen Gehalte (vgl. Abbildung 3).

Im langjährigen Vergleich zeigen die Nährstoffe eine mehrheitlich stabile Entwicklung (vgl. Abbildung 5). Der Kaliumgehalt weist langfristig einen steigenden Trend auf. Der vergleichsweise hohe Wert für den Gesamtstickstoffgehalt 2011 ist auf den sehr hohen Stickstoffgehalt des Komposts aus Mauren zurückzuführen (vgl. Abbildung 4), welcher das Ergebnis verzerrt. Der Gesamtstickstoffgehalt in den Komposten der übrigen Gemeinden liegt auf dem Niveau der Vorjahre.

2.5 Weitere Qualitätsparameter

Tabelle 4: Resultatübersicht der weiteren Qualitätsparameter für das Untersuchungsjahr 2011 sowie für die Jahre 1997-2011 (inkl. Optimalgehalte für Reifekompost)

Parameter	Optimalwert	2011							1997 - 2011	
		Mauren	Ruggell	Gamprin - Eschen	Schaan	Vaduz	Balzers	Mittelwert	Mittelwert	Tendenz ¹
TS-Gehalt (% FS)	50 – 60	61	46	58	62	53	55	55	51	↗
Volumengewicht (kg/m ³)	500 – 800	730	780	530	670	870	640	700	730	↔
Org. Substanz (% TS)	20 – 40	36	44	47	48	35	49	44	38	↔
Salzgehalt (g KCl-eq./kg TS)	< 10	7.2	10.5	9.1	11.0	8.4	11.1	9.8	-- ²	↗ ³
pH-Wert	6.5 – 7.5	7.8	7.6	8.1	7.7	7.8	7.9	7.8	8.1	↘
C/N-Verhältnis ⁴	ca. 15	5.4 (6.3)	12.7 (14.7)	14.0 (16.2)	13.4 (15.5)	13.4 (15.5)	13.8 (16.0)	12.7 (14.7)	14.8 (17.2)	(↘)
Extraktfärbung	< 0.2	0.26	0.34	0.33	0.47	0.17	0.39	0.33	0.33 ⁵	--
Rottegrad	V	V	V	V	V	V	V	--	--	--
Selbsterhitzungsfähigkeit (°C)	≤ 30	22	22	21	22	22	22	--	--	--

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

² Bei der Überarbeitung der Qualitätsrichtlinie im Sommer 2010 wurde die Referenzmethode zur Bestimmung des Salzgehalts geändert und die Anforderungen an den Salzgehalt neu definiert (Inspektoratskommission der Kompostier- und Vergärbranche der Schweiz (2010): Schweizerische Qualitätsrichtlinie 2010 der Branche für Kompost und Gärgut; neu wird der Messwert auf die Trockensubstanz bezogen). Die nach der neuen Methode ermittelten Messwerte sind deshalb nicht mit den bisherigen Werten vergleichbar.

³ Aufgrund der fehlenden Vergleichbarkeit mit den Messwerten der Vorjahre mussten zur Beurteilung eines zeitlichen Trends die Werte herangezogen werden, welche nach der alten Methode (Verband Kompostwerke Schweiz: VKS – Richtlinie 2001: Qualitätseigenschaften von Komposten und Gärgut aus der Grüngutbewirtschaftung) bestimmt worden sind. Diese weisen einen ansteigenden Trend auf. Für die Beurteilung der aktuellen Proben ist jedoch ausschliesslich die neue Qualitätsrichtlinie relevant.

⁴ Für die Berechnung des C/N-Verhältnisses wurde bisher der Humusfaktor 1.725 verwendet. Gemäss Qualitätsrichtlinie 2010 wird neu der Faktor 2 verwendet (Zahlen in Klammern)

⁵ Die Extraktfärbung wird erst seit 2011 bestimmt

2.6 Biotests

Tabelle 5: Bewertung der Biotests zwischen 2006 und 2010

Biotest	Bewertung ⁶						Bemerkungen
	2011	2010	2009	2008	2007	2006	
Offener Kresstest	4.7	4.4	4.5	4.4	4.5	4.0	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gute Ergebnisse ▪ Leichte Verbesserung gegenüber Vorjahr
Geschlossener Kresstest	4.4	4.2	4.8	4.8	3.8	3.3	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute bis sehr gute Ergebnisse ▪ Ergebnis vergleichbar mit Vorjahr
Salattest	4.6	4.4	2.5	2.5	2.3	3.1	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sehr gute Ergebnisse seit 2010
Bohntest	3.1	2.0	4.0	3.3	3.2	3.5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mässig bis gute Ergebnisse ▪ Verbesserung gegenüber Vorjahr
Durchschnitt	4.2	3.8	3.9	3.7	3.4	3.5	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Gute bis sehr gute Ergebnisse ▪ Bestes Ergebnis seit 2006

⁶ 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

Insgesamt kann die Kompostqualität (im Landesdurchschnitt und im Jahresmittel) als gut bezeichnet werden. Die Resultate variieren jedoch zwischen den einzelnen Kompostierplätzen, und teilweise auch saisonal innerhalb eines Kompostierplatzes.

3.1 Schwermetallgehalte

Die Schwermetallbelastung liegt im Bereich der Vorjahreswerte. Der Nickelgehalt beträgt im Mittel weiterhin über 50 % des Grenzwerts gemäss ChemRRV. Damit hat sich der Trend zu hohen Nickelgehalten auch im Jahr 2011 bestätigt. Es bestehen vermehrt Anzeichen, dass Maschinenabrieb dazu beiträgt. Weitergehende Massnahmen zur Reduktion des Nickelgehaltes sind zu prüfen.

Der rückläufige Trend beim Kupfergehalt hat sich 2011 fortgesetzt. Mittlerweile ist der Kupfergehalt seit 2006 rückläufig, nachdem im Jahr 2005 die bislang höchsten Kupfergehalte gemessen wurden.

Erstmals wurde im Jahr 2011 ein deutlicher Anstieg der Cadmiumgehalte beobachtet. Davon sind alle Plätze betroffen. Die Ursachen sind derzeit noch unbekannt. Die weitere Entwicklung ist genau zu beobachten, um allenfalls Gegenmassnahmen einleiten zu können.

Der Kompost aller Kompostierplätze hält die Grenzwerte gemäss ChemRRV ein. Die Grenzwerte der Bioverordnung des EVD für den Einsatz im Biolandbau werden im Mittel ebenfalls von allen Kompostierplätzen eingehalten. Einzelne Proben überschreiten diese Grenzwerte jedoch (Probe Nr. 11075 [Zn] und Probe Nr. 11078 [Ni]).

Fazit

Die Zielgrösse von 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV entspricht einer hohen Qualitätsvorgabe ist aber als realistisch zu beurteilen. Mit Ausnahme von Nickel ist diese Zielgrösse im Landesdurchschnitt eingehalten. Es sind weitere Anstrengungen nötig, um den Nickelgehalt in diesen Zielbereich zu senken. Dazu ist es erforderlich, die genaue Herkunft von Ni sowie die Ursachen für den Anstieg zu kennen sowie eine Ursachenabklärung für die erhöhten Cd-Gehalte vorzunehmen

3.2 Nährstoffgehalte

Die Nährstoffgehalte sind im Vergleich mit typischen Werten für Kompost eher hoch. Dabei liegen die Stickstoff-, Phosphat- und Kalziumgehalte innerhalb des typischen Bereichs für Kompost, während die Kalium- und Magnesiumgehalte darüber liegen. Eine gute bis sehr gute Nährstoffversorgung der Pflanzen ist damit gewährleistet.

Im langjährigen Trend sind die Nährstoffgehalte mehrheitlich konstant. Eine Ausnahme bildet der Kaliumgehalt, der einen zunehmenden Trend aufweist. Diese Zunahme der Kaliumgehalte ist als ungünstig zu bewerten, da sie in zu erhöhten Salzgehalten führen kann, welche sich negativ auf die Pflanzenverträglichkeit des Kompostes auswirken.

Fazit

Die hohen Nährstoffgehalte stellen eine gute Nährstoffversorgung der Pflanzen sicher. Der kontinuierliche Anstieg des Kaliumgehaltes ist bezüglich des Einflusses auf den Salzgehalt als ungünstig zu beurteilen.

3.3 Weitere Qualitätsparameter

Die übrigen Qualitätsparameter weisen mehrheitliche Werte im oder nahe des Optimalbereichs für Reifekompost auf. Eine Ausnahme bilden der Salzgehalt und die Extraktfärbung.

Nur auf drei der sechs Kompostierplätze (Mauren, Gamprin / Eschen, Vaduz) erfüllt der Salzgehalt des Komposts im Mittel die Anforderungen der neuen Qualitätsrichtlinie für den Einsatz im gedeckten Gartenbau. Auf den Kompostierplätzen Ruggell, Balzers und Schaan erfüllt der Salzgehalt im Mittel nur die Anforderungen für den Einsatz des Komposts im Freiland.

Die Extraktfärbung ist ein neu aufgenommener Qualitätsparameter, welcher ein Mass für die Humifizierung (Stabilisierung) der Umwandlungsprodukte darstellt, und somit vom Reifezustand des Komposts abhängt. Der Kompost des Kompostierplatzes Vaduz hält die Anforderungen an die Extraktfärbung für den Einsatz im gedeckten Gartenbau ein, die Komposte der übrigen Kompostierplätze halten lediglich die Anforderungen für den Einsatz im Freiland ein. Die leicht erhöhten Extraktfärbungen sind jedoch bezüglich Pflanzenverträglichkeit weniger kritisch zu beurteilen als die erhöhten Salzgehalte.

Fazit

Grundsätzlich deuten die weiteren Qualitätsparameter auf gut ausgereiften Kompost hin. Die teilweise erhöhten Salzgehalte und Extraktfärbungen zeigen jedoch, dass noch weiteres Potenzial zur Optimierung der Kompostqualität besteht. Da die hohen Salzgehalte zumindest teilweise auf den hohen Grasanteil in den Komposten zurückzuführen sind, bietet eine Erhöhung resp. Stabilisierung des Holzanteils eine Möglichkeit zur Reduktion der Salzgehalte. Bezüglich Holzanteils ist ein Optimum zwischen Reduktion des Salzgehaltes, Produktion von Siebresten und Wiederverwendung als Energieholz anzustreben. Eine andere Möglichkeit besteht in einer Optimierung der Nachrottephase (weitere Umsetzungen des ausgesiebten Komposts), wodurch die Ausreifung des Komposts gefördert wird.

3.4 Biotests

Die Pflanzenverträglichkeit der produzierten Komposte kann insgesamt als gut bis sehr gut beurteilt werden. Die Kresse- und Salattests weisen übereinstimmend auf eine hohe Pflanzenverträglichkeit hin. Ungenügende Ergebnisse wurden lediglich bei einer Probe (Nr. 11017) erzielt. Hier bestanden starke saisonale Qualitätsschwankungen. Die schlechte Pflanzenverträglichkeit dieser Probe steht wahrscheinlich im Zusammenhang mit dem erhöhten Salzgehalt, der bereits seit einigen Jahren in den im Frühling gezogenen Proben des Kompostierplatzes Balzers beobachtet wird.

Der Bohnentest lieferte wie im Vorjahr aufgrund methodischer Schwierigkeiten teilweise wenig aussagekräftige Resultate. Es ist eine Anpassung der Versuchsanordnung zu prüfen.

In Ruggell und Schaan führten die Kompostwarte – in Ergänzung zu den vorgeschriebenen Biotests durch die Kontrollstelle – eigene Pflanzversuche vor Ort durch. Auf diese Weise erhalten sie einerseits einen Eindruck von der Kompostreife und können andererseits den Abnehmern die Qualität des Produkts demonstrieren. Aus diesem Grund sind solche ergänzenden Pflanzversuche zu begrüssen. Sie könne auch für die übrigen Gemeinden als Vorbild dienen.

Fazit

Die Biotests belegen die mehrheitlich hohe Pflanzenverträglichkeit der Komposte. Mit Hilfe der Biotests lässt sich die Wirkung der Komposte auf die Pflanzen zusammenfassend beurteilen. Es zeigt sich wiederum, dass insbesondere der Salzgehalt die Pflanzenverträglichkeit beeinflusst. Wie das Beispiel der Kompostierplätze Ruggell und Schaan zeigt, kann mit Hilfe von Pflanzversuchen auch auf den Kompostierplätzen vor Ort eine Grobbeurteilung der Kompostqualität durchgeführt werden.

3.5 Inspektion

Auf zwei Plätzen haben 2011 organisatorische Veränderungen stattgefunden. Auf dem Kompostierplatz Gamprin/Eschen wurden die Unternehmerarbeiten neu vergeben. In Balzers wurde der Kompostierplatz im Zuge der Neuorganisation der Altstoffsammelstelle vergrössert.

Sämtliche Kompostierplätze haben die Inspektion 2011 bestanden. Einzelne Kompostierplätze weisen jedoch hinsichtlich der lokalen Infrastrukturen weiterhin Defizite auf.

Fazit

Die Inspektion 2011 hat insgesamt positive Ergebnisse gezeigt. In einzelnen Fällen besteht hinsichtlich der lokalen Infrastruktur der Kompostierplätze noch ein Optimierungspotenzial. Dieses wird in den Jahresberichten zuhanden der jeweiligen Gemeinden aufgezeigt und es werden Vorschläge für eine weitere Steigerung der Kompostqualität unterbreitet.

4 Handlungsbedarf

4.1 Beurteilung Zielerreichung 2011

Anlässlich der Inspektion 2011 wurden die Kompostierplätze anhand des Kontrollrapportes des Amtes für Umweltschutz inspiziert. Die Nachkontrolle der Mängelliste aus dem Vorjahr ergab folgendes Bild:

Tabelle 6: Übersicht Ziele 2011 – Erreichung

Ziel	Beurteilung
Mauren	
1. Der Kupfergehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwerts stabilisiert.	Ziel erreicht ⇒ Der mittlere Kupfergehalt liegt seit 2007 regelmäßig unter 50 % des Grenzwerts.
2. Der Nickelgehalt wird auf einen mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwerts gesenkt.	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Nickelgehalt ist auf 75 % des Grenzwerts angestiegen.
3. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2010 stabilisiert. Alle Biotests erreichen mindestens die Note 4.	Ziel mehrheitlich erreicht ⇒ Die Biotests zeigen insgesamt gute Ergebnisse. ⇒ Das schlechtere Abschneiden in den Bohnentests ist u.U. methodisch bedingt.
4. Der Salzgehalt im Kompost wird im Mittel unter dem Grenzwert für den gedeckten Pflanzenbau stabilisiert	Ziel erreicht ⇒ Der Kompost erfüllt die Anforderungen der derzeit gültigen Richtlinie für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau.
Ruggell	
1. Der Nickelgehalt wird auf einen mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwertes gesenkt	Ziel nicht erreicht ⇒ Trotz eines leichten Rückgangs liegt der Nickelgehalt noch zwischen 60 und 70 % des Grenzwertes
2. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem hohen Niveau des Jahres 2010 stabilisiert. In allen Tests wird mindestens die Note 4 erreicht.	Ziel erreicht ⇒ In allen Biotests werden sehr gute Ergebnisse erzielt
3. Der Salzgehalt im Kompost wird stabilisiert und im Mittel unter den Grenzwert für den gedeckten Pflanzenbau gesenkt.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Nach der neuen Qualitätsrichtlinie erfüllt nur eine der beiden Proben die Anforderungen für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau. Im Mittel werden die Anforderungen nicht erfüllt.

Ziel	Beurteilung
Eschen / Gamprin	
1. Intensivierung Anlieferungskontrolle	Ziel nicht erreicht ⇒ Es ist kein Deponiewart vor Ort, so dass die Anlieferungen nicht konsequent kontrolliert werden können
2. Sämtliche Schwermetalle werden auf einem Niveau von höchstens 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV stabilisiert.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Die Gehalte aller Schwermetalle ausser Nickel liegen unterhalb 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV ⇒ Der Nickelgehalt ist zurückgegangen, liegt aber noch über 50 %
3. Senkung Salzgehalt und Stabilisierung < 2'500 µS / cm	Ziel teilweise erreicht ⇒ Der Salzgehalt ist gegenüber dem Vorjahr zurückgegangen ⇒ Nur eine Probe erfüllt die Anforderungen für den Einsatz im gedeckten Gartenbau (Probe Nr. 11021) ⁷
4. Die Ergebnisse der Biotests werden auf hohem Niveau stabilisiert. Bei jedem Test ist mindestens die Note 4 zu erreichen	Ziel mehrheitlich erreicht ⇒ Kresse- und Salattests zeigen gute bis sehr gute Ergebnisse ⇒ Das schlechtere Abschneiden in den Bohnentests ist u.U. methodisch bedingt.
5. Der neue Auftragnehmer wird zielgerichtet in die Kompostierung auf dem Kompostierplatz Eschen / Gamprin eingeführt	Ziel noch nicht erreicht ⇒ Auftragsbeginn: 1. Juli 2011 ⇒ Weiterbildung anfangs 2012 vorgesehen ⇒ Erste Erfahrungen des Unternehmers in der Kompostierung werden auf dem Kompostierplatz Eschen / Gamprin gesammelt

⁷ Der Wert von 2'500 µS / cm entspricht der Anforderung für den Einsatz im gedeckten Pflanzenbau gemäss der alten Qualitätsrichtlinie (vgl. Fussnote zu Tabelle 4). Gemäss der aktuellen Qualitätsrichtlinie liegt die Anforderung bei 10 g KCl-eq. / kg TS.

Ziel	Beurteilung
Schaan	
1. Stabilisierung der Kupfer- und Nickelgehalte auf < 50 % des Grenzwertes	Ziel erreicht ⇒ Die Gehalte beider Schwermetalle liegen unterhalb 50 % des Grenzwerts gemäss ChemRRV
2. Senkung des Salzgehalts und Stabilisierung unterhalb des Grenzwertes für den gedeckten Pflanzenbau	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Salzgehalt liegt gemäss der neuen Qualitätsrichtlinie oberhalb des Grenzwertes für den gedeckten Pflanzenbau
3. Verbesserung der Platzausstattung	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Platz ist nach wie vor nur teilweise befestigt.
Vaduz	
1. Die Ordnung und Sauberkeit wird aufrechterhalten.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Die Umgebungspflege wurde verbessert ⇒ Es besteht noch weiteres Optimierungspotenzial
2. Die Infrastruktur des Kompostplatzes wird überprüft.	Ziel nicht erreicht ⇒ Es bestehen Mängel bei der Entwässerung, die zur zeitweisen Ausbildung von Staunässe führen.
3. Der Rotteprozess wird fachgerecht dokumentiert.	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Rotteprozess ist nur ansatzweise dokumentiert.
4. Stabilisierung der Kompostqualität, insbesondere hinsichtlich Schwermetall- und Salzgehalt	Ziel teilweise erreicht ⇒ Die Nickelgehalte liegen auf dem Niveau des Vorjahres, liegen aber deutlich oberhalb des Zielbereiches von 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV. ⇒ Der Salzgehalt konnte auf niedrigem Niveau stabilisiert werden.
5. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau der Vorjahre stabilisiert	Ziel erreicht ⇒ Die Biotests zeigen konstant eine sehr gute Pflanzenverträglichkeit an.

Ziel	Beurteilung
Balzers	
1. Stabilisierung der Kompostqualität hinsichtlich Salzgehalt	Ziel nicht erreicht ⇒ Der Salzgehalt ist insbesondere im Frühjahr hoch und beeinträchtigt die Kompostqualität
2. Der Nickelgehalt wird auf einem mittleren Gehalt < 50 % des Grenzwerts stabilisiert.	Ziel teilweise erreicht ⇒ Der Nickelgehalt ist nicht weiter angestiegen, liegt jedoch noch deutlich über 50 % des Grenzwertes gemäss ChemRRV
3. Die Ergebnisse der Biotests werden auf dem Niveau des Jahres 2009 bzw. vom Herbst 2010 stabilisiert.	Ziel nicht erreicht ⇒ Wiederum konnten im Herbst sehr gute Ergebnisse bei den Biotests erreicht werden. Die Qualität im Frühjahr ist jedoch weiterhin mangelhaft.

4.2 Handlungsbedarf 2012

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:

4.2.1 Allgemeine Ziele und Massnahmen

Schwermetalle

Bezüglich der Schwermetallgehalte ist insbesondere eine Senkung des Nickelgehalts anzustreben. Da Hinweise bestehen, dass Maschinenabrieb (insbesondere bei Grüngut mit einem hohen Grasanteil) eine mögliche Ursache für erhöhten Nickelgehalt darstellt, kann die Stabilisierung des Holzanteils in den Mieten zur Senkung des Nickelgehalts beitragen. Da ein Zielkonflikt zwischen der Optimierung der Kompostqualität durch Erhöhung des Holzanteils und der separaten Verwertung von grobem Astholz zur Energiegewinnung besteht, besteht nur ein geringer Spielraum zur Optimierung des Holzanteils. Allenfalls lassen sich weitere Erkenntnisse aus einer feineren Abschätzung des Holzanteils im geschredderten Grüngut gewinnen.

Der Anstieg der Cadmiumgehalte auf allen Kompostierplätzen ist genau zu beobachten. Sollte sich der Trend im nächsten Jahr bestätigen, ist eine vertiefte Ursachenforschung nötig, um geeignete Gegenmassnahmen einleiten zu können.

Bezüglich aller Schwermetalle ist eine konsequente Kontrolle des angelieferten Grünguts und die Aussortierung von Fremdstoffen weiterhin die Grundlage für die Produktion eines schadstoffarmen Komposts.

Salzgehalt

Der Salzgehalt stellt nach wie vor einen verbreiteten Qualitätsmangel dar, der die Verwendung des Komposts einschränken kann. Der Salzgehalt kann teilweise über die Grüngutqualität beeinflusst werden. Auch bezüglich des Salzgehalts wirkt sich eine Erhöhung des Holzanteils günstig aus. Des Weiteren steht der Salzgehalt im Zusammenhang mit dem Reifezustand des Komposts. Eine Optimierung der Nachrottephase kann daher zu einer Stabilisierung der Nährstoffe an der organischen Substanz führen und so zu einer Senkung des Salzgehaltes beitragen.

Nährstoffgehalt

Die Nährstoffe garantieren eine gute Nährstoffversorgung der Pflanzen. Verbreitet wird jedoch ein erhöhter Kaliumgehalt beobachtet, der sich ungünstig auf den Salzgehalt und die Pflanzenverträglichkeit auswirken kann. Eine Stabilisierung des Kaliumgehalts steht in engem Zusammenhang mit der Stabilisierung des Salzgehalts und kann ebenfalls über die Qualität des verarbeiteten Grünguts beeinflusst werden.

Pflanzenverträglichkeit

Die Pflanzenverträglichkeit ist im Allgemeinen hoch. Sie wird nur in Einzelfällen durch einen hohen Salzgehalt beeinträchtigt. Die Ergebnisse der Biotests sind auf dem gegenwärtig hohen Niveau zu stabilisieren. Dazu können auch ergänzende Pflanzversuche vor Ort beitragen, wie dies auf den Kompostierplätzen Ruggell und Schaan im Jahr 2011 bereits durchgeführt wurde.

Rotteführung

Die Rotteführung entspricht im Allgemeinen den fachlichen Anforderungen und ist mehrheitlich gut dokumentiert. Wo noch Optimierungsbedarf bezüglich der Dokumentation besteht, ist dies in den Jahresberichten zuhanden der Gemeinden vermerkt.

Kompostierplatz

Die Kompostierplätze sind gut organisiert. Bezüglich der Infrastrukturen besteht in Einzelfällen ein Optimierungspotenzial, das in den Jahresberichten zuhanden der Gemeinden erläutert ist.

Auf mehreren Plätzen besteht ein Handlungsbedarf bezüglich Platzbefestigung und Entwässerung. Aktuell ist jedoch von keinem Kompostierplatz bekannt, dass eine Mangelbehebung verfügt oder bereits in Planung ist.

4.2.2 Spezifische Ziele und Massnahmen für einzelne Gemeinden

Schwermetalle

In einzelnen Kompostproben der Gemeinden Balzers (Zn: 54 %, Probe Nr. 11075), Vaduz (Cd: 50 %, Probe Nr. 11078) und Mauren (Cd: 54%, Probe Nr. 11077) erreichten die Gehalte anderer Schwermetalle ausser Nickel 50 % oder mehr des Grenzwerts gemäss ChemRRV. Die Gehalte dieser Schwermetalle sind wieder unterhalb 50 % des Grenzwerts zu stabilisieren. Eine konsequente Auslese von Fremdstoffen kann dazu beitragen.

Salzgehalt

Der Kompost des Kompostierplatzes Balzers weist seit mehreren Jahren saisonale Qualitätsschwankungen bezüglich des Salzgehalts auf. Diese sind zu beheben und der Salzgehalt ist ganzjährig unter 10 g KCl-eq./kg TS zu stabilisieren. Zur Erreichung einer konstanten Kompostqualität wird vorgeschlagen, auf einen gleichmässigen Holzanteil in den Mieten zu achten, z. B. durch Beimischung von Häckselgut aus dem Herbst zu Häckselgut aus dem Frühjahr. Des Weiteren ist bei der Platzbewirtschaftung eine Kontamination der Mieten (z. B. durch Schneeabraum oder andere diffuse Schadstoffquellen) zu vermeiden.

Nährstoffgehalt

Bezüglich des Nährstoffgehalts werden keine spezifischen Massnahmen formuliert.

Pflanzenverträglichkeit

Die saisonalen Schwankungen in der Pflanzenverträglichkeit des Komposts aus Balzers sind zu reduzieren. Die Ergebnisse der Biotests sollen auch im Frühjahr das Niveau erreichen, welches im Herbst jeweils beobachtet wird. Dazu kann die Stabilisierung der Salzgehalte, wie oben beschrieben, beitragen.

Rotteführung

Auf den Kompostierplätzen Gamprin / Eschen und Vaduz ist die korrekte Rotteführung aufgrund mangelhafter oder unvollständiger Dokumentation nicht nachvollziehbar. Die Rotteprotokolle sind gemäss der Vorgaben im Komposthandbuch (Amt für Umweltschutz, 2011: Grüngutkompostierung in den Gemeinden Liechtensteins) zu führen und müssen der Kontrollstelle anlässlich der Inspektion vorgelegt werden können.

Kompostierplatz

Auf dem Kompostierplatz Vaduz besteht ein Optimierungspotenzial bezüglich Platzentwässerung und Umgebungspflege. Entsprechende Unterhaltsarbeiten sind für 2012 geplant.

Anhang

- Mengebilanz 2011
- Mehrjahresvergleich 1997 – 2011

Mengenbilanz 2011

Gestützt auf die Abschätzungen der Mengenbilanzen 2011 der einzelnen Kompostierplätze kann die Kompostierung im Fürstentum Liechtenstein folgendermassen charakterisiert werden:

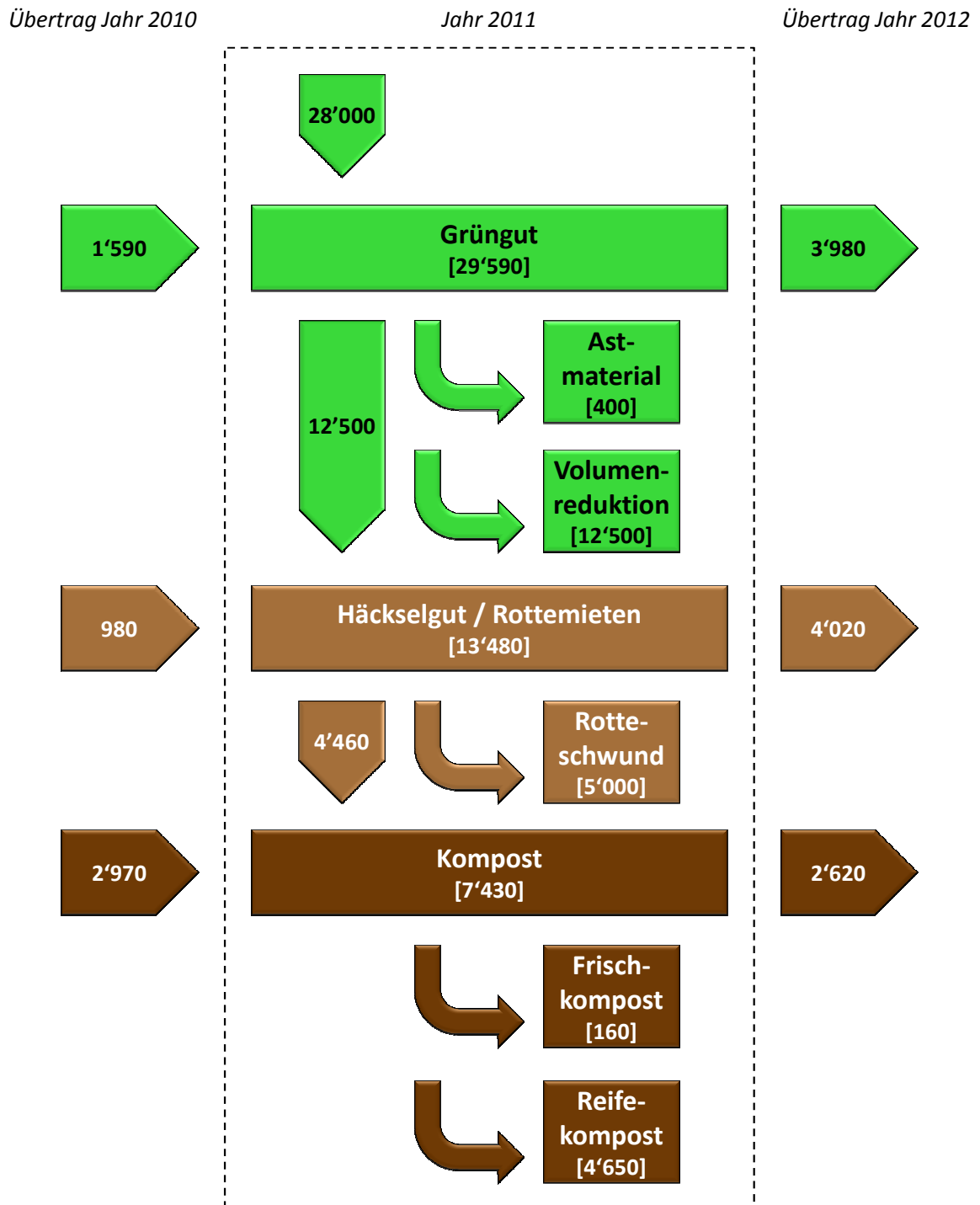


Abbildung 6: Grafische Darstellung der Kompost-Mengenbilanz 2011 (Angaben in m³). Aufgrund fehlender resp. ungenauer Mengenangaben wurden verschiedene Kennzahlen gestützt auf Vorjahreswerte abgeschätzt.

