

Projectnr.: 71.313.01

Resultaten ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in grond en compost in het kader van de regeling "Bemonstering en analyse overige organische meststoffen" (BOOM).

Projectleider: J.J.M. Driessen

Rapport 2001. 026

Oktober 2001

Resultaten ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in grond en compost in het kader van de regeling "Bemonstering en analyse overige organische meststoffen" (BOOM).

A. van Polanen, J.J. van Oostrom en A.H. Roos

Afdeling: Kwaliteitsbewaking

Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT)
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Telefoon 0317-475400
Telefax 0317-417717

VERZENDLIJST

INTERN:

directeur

auteur(s)

programmaleiders (4x)

in- en externe communicatie (2x)

bibliotheek (3x)

EXTERN:

Dienst Landbouwkundig Onderzoek (ir. K.J. van Ast)

Directie Wetenschap en Kennisoverdracht (dr. C.H.M. Julicher)

Directie Landbouw (T. Kampstra, ir. P. Bonnier, ir. A.M. Burger, ir. M.J.C. de Bode)

Directie Juridische Zaken (mr. R.M.A. Guldenmond)

Werkgroep BOOM

Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek (H. Hartemink)

SGS Laboratory Services, 's-Gravenpolder (W. Kok)

Analytico Milieu B.V., Barneveld (G. Kreuning)

Alcontrol Biochem Laboratoria, Hoogvliet (M. Groenewegen)

IWACO B.V., Rotterdam (H. Rosbender)

CONEX B.V., EDE (R. van Tilburg)

Grond, Gewas- en Milieulaboratorium "Zeeuws-Vlaanderen", Graauw (J.C. Heijens)

Laboratorium Wetterskip Fryslân, Leeuwarden (R. Herweyer)

Tauw b.v., Deventer (R.W.J.M. Hoomans-Kortink)

C.C.L. Nutricontrol, Veghel (H. Lamers)

Envirolab Milieulaboratorium, Moerdijk (E.P.M. van Amelsvoort)

ACMAA B.V., Hengelo (J.T. Klein Elhorst)

Waterschap Hunze en Aa's (R. Dilling)

Wageningen Universiteit (D. van Dijk)

ABSTRACT

Resultaten ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in grond en compost in het kader van de Regeling "Bemonstering en analyse overige organische meststoffen" (BOOM).

Results of an interlaboratory study in 2001 of heavy metals and arsenic in soil and compost according to Dutch regulation BOOM (in Dutch).

Report 2001.026

october 2001

A. van Polanen, J.J. van Oostrom and A.H. Roos

State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT)
P.O. Box 230, 6700 AE Wageningen, the Netherlands

10 tables, 4 annexes, 20 references

In The Netherlands a great quantity of domestic, agricultural and industrial organic wastes are liberated. After purification or composting processes these substances can be partly re-used as organic fertilisers on the condition that this does not lead to contamination of the environment. In the so called Dutch regulation "Besluit kwaliteit en gebruik Overige Organische Meststoffen" (BOOM) (1) sewage sludge, soil and compost are considered as organic fertilisers. Maximum residue limits for the heavy metals cadmium, chromium, copper, mercury, lead, nickel, zinc and arsenic in these materials are established. In BOOM, normalised methods (NEN) are prescribed for the determination of these elements.

RIKILT organised as supervisor of the regulation BOOM an interlaboratory study to check the performance of the laboratories involved in BOOM analysis. All laboratories, with a so called BOOM accreditation, took part in the study. The laboratories were left free to choose their own method of analysis. Results show that there is no discrepancy between these methods and the normalised methods (NEN). Results are in general within accepted coefficients of variation.

In the study samples of the Wageningen University are used. The mean of the heavy metals content of the study shows a good similarity between the data obtained by the Department of Soil Science and Plant Nutrition of the Wageningen University in the SETOC (15) and MARSEP (16) programs.

Keywords: RIKILT, heavy metals, compost, soil, interlaboratory study.

	blz.
ABSTRACT	1
INHOUD	3
SAMENVATTING	5
1 INLEIDING	7
2 MATERIAAL EN METHODEN	7
2.1 Monstermateriaal	7
2.2 Analysemethoden	7
3 RESULTATEN EN DISCUSSIE	8
3.1 Resultaten BOOM ringonderzoek zware metalen	8
3.1.1 <i>Opzet van het ringonderzoek</i>	8
3.1.2 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek zware metalen</i>	8
3.1.2.1 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek arseen in grond en compost</i>	9
3.1.2.2 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek cadmium in grond en compost</i>	9
3.1.2.3 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek chroom in grond en compost</i>	10
3.1.2.4 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek koper in grond en compost</i>	10
3.1.2.5 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek kwik in grond en compost</i>	11
3.1.2.6 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek nikkel in grond en compost</i>	11
3.1.2.7 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek lood in grond en compost</i>	12
3.1.2.8 <i>Resultaten en conclusies ringonderzoek zink in grond en compost</i>	12
4 CONCLUSIE	13
LITERATUUR	14
BIJLAGEN	
A Resultaten BOOM ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in grond (mg/kg d.s.).	
B Resultaten BOOM ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in compost (mg/kg d.s.).	
C Z-scores behaald in BOOM ringonderzoek 2001 in grond en compost.	
D Vergelijking profiency onderzoek voor BOOM-laboratoria in grond in hetzelfde monster in 2000 en 2001, gemiddelden in (mg/kg d.s.).	

SAMENVATTING

In Nederland komt bij diverse (zuiverings)processen jaarlijks een grote hoeveelheid organische stof vrij die geheel of gedeeltelijk geschikt is om te worden gebruikt als meststof. In het Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen (BOOM) (1) worden zuiveringsslib, compost en zwarte grond als overige organische meststoffen aangemerkt. Deze meststoffen bevatten naast nutriënten en organische stof ook zware metalen en arseen. In het kader van BOOM worden normen en methoden van onderzoek voorgeschreven (2). Het voornaamste doel van het besluit is de belasting van de bodem met zware metalen en arseen afkomstig van deze meststoffen te verminderen.

Het RIKILT heeft als Rijkstoezichthouder een ringonderzoek georganiseerd om de performance van de door de geregistreerde BOOM-laboratoria toegepaste methoden te toetsen.

Het ringonderzoek is uitgevoerd met behulp van een monster grond en een monster compost afkomstig van de Wageningen Universiteit.

In het kader van het ringonderzoek is ieder laboratorium vrijgelaten om de analysemethode te gebruiken welke voor het desbetreffende laboratorium gebruikelijk is. Het is gebleken dat er geen of nauwelijks verschil is in de resultaten met de voorgeschreven NEN methode. De gehalten gevonden bij het ringonderzoek komen overeen met de consensuswaarden gevonden in de SETOC (15) en MARSEP (16) programma's van de Department of Soil Science and Plant Nutrition van de Wageningen Universiteit.

Er is een goede overeenstemming in gehalten gevonden bij de analyse van hetzelfde monster grond in 2000. De statistische verwerking is uitgevoerd met behulp van ISO 5725 (18). De VC(r) en de VC(R_i) gevonden bij het ringonderzoek voldoen aan de criteria van de in het accreditatie programma 'wet bodembescherming' (19) genoemde variatiecoëfficiënten.

Door één laboratorium (11) zijn de analyses voor kwik en arseen niet uitgevoerd. Dit laboratorium heeft nieuwe apparatuur aangeschaft en de kwik- en arseenbepaling nog niet gevalideerd. De validatie moet binnen drie maanden uitgevoerd zijn. Door de Rijkstoezichthouder zal dit gecontroleerd worden.

1 INLEIDING

In Nederland wordt jaarlijks een grote hoeveelheid organische afvalstoffen geproduceerd die na behandeling geheel of gedeeltelijk geschikt zijn om te worden gebruikt als meststof. Dit zijn bijvoorbeeld vloeibaar en steekvast zuiveringsslib, compost en zwarte grond. Deze stoffen komen bij diverse processen vrij (landbouw, industrie of huishouden).

In het Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen (1) worden als overige organische meststoffen aangemerkt, zuiveringsslib, compost en zwarte grond. De genoemde meststoffen kunnen naast nutriënten en organische stof ook zware metalen en arseen bevatten. In het kader van deze regeling worden in genoemd besluit normen en methoden van onderzoek voorgeschreven. De laboratoria moeten de analyses uitvoeren volgens in de Regeling Bemonstering en analyse overige organische meststoffen (2) vastgestelde methoden. Het voornaamste doel van het besluit is de belasting van de bodem met zware metalen en arseen afkomstig van deze meststoffen te verminderen.

Conform de bovengenoemde regeling fungeert het RIKILT als Rijkstoezichthouder en moeten de laboratoria waar analyses op overige organische meststoffen worden uitgevoerd, erkend zijn door de Raad voor Accreditatie. Tevens dienen de onderzoekslaboratoria zich te laten registreren bij de Rijkstoezichthouder. Voortvloeiend uit deze taak organiseerde RIKILT een ringonderzoek om de performance van de door de laboratoria toegepaste methoden te toetsen.

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Monstermateriaal

Het ringonderzoek is uitgevoerd met behulp van twee monsters. Zowel voor grond als compost is gebruik gemaakt van via de Wageningen Universiteit verkregen materiaal. Het betreft een monster grond, SETOC 733, gecodeerd sample 1 en een monster compost, MARSEP 222, gecodeerd sample 2. Het grondmonster is ook geanalyseerd bij het ringonderzoek 2000 (17). De monsters zijn gehomogeniseerd, verpakt en geëtiketteerd door de Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding van de Wageningen Universiteit.

2.2 Analysemethoden

In de regeling Bemonstering en analyse overige organische meststoffen (2) wordt als destructiemethode voorgeschreven NEN 6465 (3). Voor kwik wordt in het geval van grond (O)NEN 5764 (5) toegepast en voor compost NEN 6439 (4). In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de in de Regeling voorgeschreven analysemethoden voor grond en compost.

Tabel 1. Voorgeschreven methoden voor grond en compost.

Element	Methode grond	Methode compost	Techniek
Arseen	NEN 5760 (6)	NEN 5760 (6)	Hydride generatie
Cadmium	NEN 5762 (7)	NEN 5762 (7)	Vlam-AAS Cd > 2,5 mg/kg d.s.
Cadmium	RSV nr. A070-5(20)	NEN 6458 (8)	Grafietoven-AAS Cd < 2,5 mg/kg d.s.
Chroom	NEN 5767 (9)	NEN 5767 (9)	Vlam-AAS : als Cr-gehalte > 15 % afwijkt grenswaarde
Chroom	NEN 5763 (10)	NEN 5763 (10)	Vlam-AAS : als Cr-gehalte < 15 % afwijkt grenswaarde
Koper	NEN 5758 (11)	NEN 5758 (11)	Vlam-AAS
Kwik	(O)NEN 5764 (5)	(O)NEN 5764 (5)	Koudedamp-AAS
Nikkel	NEN 5765 (12)	NEN 5765 (12)	Vlam-AAS
Lood	NEN 5761 (13)	NEN 5761 (13)	Vlam-AAS
Zink	NEN 5759 (14)	NEN 5759 (14)	Vlam-AAS

In het kader van het ringonderzoek is ieder laboratorium vrijgelaten om een analysemethode te gebruiken welke voor het desbetreffende laboratorium gebruikelijk is. Uit eerdere ringonderzoeken (RIKILT rapport 98.005, 98.011, 99.010 en 2000.006) is gebleken dat er geen of nauwelijks verschil is in de resultaten met de voorgeschreven NEN methoden. De statistische verwerking is uitgevoerd met behulp van ISO 5725 (18).

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Resultaten BOOM ringonderzoek zware metalen.

3.1.1 Opzet van het ringonderzoek

Het ringonderzoek bestond uit de bepaling van de metaalgehalten en arseen die in het besluit (1) respectievelijk de regeling (2) worden genoemd. In het ringonderzoek is door alle geregistreerde BOOM laboratoria (n=13) en het RIKILT als Rijkstoezichthouder geparticipeerd. Door één laboratorium (11) zijn de analyses voor kwik en arseen niet uitgevoerd. Dit laboratorium heeft nieuwe apparatuur aangeschaft en de kwik- en arseenbepaling nog niet gevalideerd. De validatie moet binnen drie maanden uitgevoerd zijn. Door de Rijkstoezichthouder zal dit gecontroleerd worden. Het ringonderzoek is uitgevoerd met behulp van twee monsters. De monsters zijn in duplo geanalyseerd. Het betreft een monster grond, sample 1 (SETOC 733) en een monster compost, sample 2 (MARSEP 222). Het monster grond is ook bij het ringonderzoek van 2000 geanalyseerd.

3.1.2 Resultaten en conclusies ringonderzoek zware metalen.

Bij de rapportage van de gevonden gehalten is tevens vermeld van welke ontsluitings- en meettechniek gebruik gemaakt is. De gehalten van de monsters zijn uitgedrukt in mg/kg drogestof (d.s.). De statistische verwerking is met behulp van ISO 5725 (18) uitgevoerd. In bijlagen A en B worden de resultaten gegeven van het ringonderzoek, bijlage C bevat de Z-scores van de deelnemers. In bijlage D zijn de statistische parameters voor het monster grond vergeleken met de resultaten van hetzelfde grondmonster uit het ringonderzoek van 2000 (17). De variatiecoëfficiënten van de herhaalbaarheid (VC(r)) en de variatiecoëfficiënten van de binnenlaboratorium reproduceerbaarheid (VC(R)) van de metingen, zijn getoetst aan de waarden vermeld in het Accreditatieprogramma "Wet Bodembescherming" (19), tabel 2. De

variatiecoëfficiënt van de binnen-laboratorium reproduceerbaarheid kan indien onvoldoende informatie beschikbaar is op basis van duplo bepalingen, geschat worden met de empirische formule (volgens Kragten), namelijk de variatiecoëfficiënt van de binnen-laboratorium reproduceerbaarheid ($VC(R_i)$) is 1.6 maal de variatiecoëfficiënt van de herhaalbaarheid.

Tabel 2 Variatiecoëfficiënten van de herhaalbaarheid ($VC(r)$) en de van de variatiecoëfficiënten binnen-laboratorium reproduceerbaarheid $VC(R_i)$ volgens het Accreditatieprogramma "Wet Bodembescherming".

Element	$VC(r)$ (%)	$VC(R_i)$ (%)
As	< 6	< 11
Cd	< 6	< 11
Cr	< 6	< 11
Cu	< 6	< 11
Hg	< 8	< 16
Ni	< 6	< 11
Pb	< 7	< 11
Zn	< 6	< 11

3.1.2.1 Resultaten en conclusies ringonderzoek arseen in grond en compost.

In tabel 3 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. In bijlage D worden de statistische parameters vermeld, gevonden na analyse in 2000 en 2001 van hetzelfde grondmonster.

Tabel 3. Statistische parameters voor grond en compost.

Arseen	Grond	Compost
N	13*	13*
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	31.0	10.6
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	31.9	11.2
r (mg/kg d.s.)	2.4	1.5
R (mg/kg d.s.)	11.8	7.3
$VC(r)$ (%)	2.8	5.1
$VC(R_i)$ (%)	4.5	8.2
$VC(R)$ (%)	13.6	24.7
Outliers	-	-

* één laboratorium heeft de bepaling niet uitgevoerd.

3.1.2.2 Resultaten en conclusies ringonderzoek cadmium in grond en compost.

In tabel 4 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

Tabel 4. Statistische parameters voor grond en compost.

Cadmium	Grond	Compost
N	14	14
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	5.0	2.5
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	5.1	2.6
r (mg/kg d.s.)	0.40	0.26
R (mg/kg d.s.)	2.0	1.1
VC(r) (%)	2.8	3.7
VC(R _i) (%)	4.5	5.9
VC(R) (%)	14.6	15.1
Outliers	-	-

3.1.2.3 Resultaten en conclusies ringonderzoek chroom in grond en compost.

In tabel 5 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

Tabel 5. Statistische parameters voor grond en compost.

Chroom	Grond	Compost
N	14	14
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	63.7	49.5
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	66.6	44.2
r (mg/kg d.s.)	6.8	5.5
R (mg/kg d.s.)	28.9	16.6
VC(r) (%)	3.8	4.0
VC(R _i) (%)	6.1	6.4
VC(R) (%)	16.2	12.0
Outliers	-	-

3.1.2.4 Resultaten en conclusies ringonderzoek koper in grond en compost.

In tabel 6 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Voor compost is laboratorium 8 is als "Cochran-outlier" verwijderd.

Tabel 6. Statistische parameters voor grond en compost.

Koper	Grond	Compost
N	14	13
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	84.9	428
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	82.6	405
r (mg/kg d.s.)	6.4	15.0
R (mg/kg d.s.)	19.1	74.9
VC(r) (%)	2.7	1.2
VC(R _i) (%)	4.3	2.0
VC(R) (%)	8.0	6.2
Outliers	-	1

3.1.2.5 Resultaten en conclusies ringonderzoek kwik in grond en compost.

In tabel 7 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 11 heeft de kwikbepaling in grond en compost niet uitgevoerd.

Tabel 7. Statistische parameters voor grond en compost.

Kwik	Grond	Compost
N	13*	13*
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	1.40	2.39
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	1.41	2.43
r (mg/kg d.s.)	0.24	0.46
R (mg/kg d.s.)	0.71	1.1
VC(r) (%)	6.1	6.9
VC(R _i) (%)	9.8	11.0
VC(R) (%)	18.2	15.9
Outliers	-	-

* één laboratorium heeft de bepaling niet uitgevoerd.

3.1.2.6 Resultaten en conclusies ringonderzoek nikkel in grond en compost.

In tabel 8 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

Tabel 8. Statistische parameters voor grond en compost.

Nikkel	Grond	Compost
N	14	14
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	40.8	32.3
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	40.7	30.1
r (mg/kg d.s.)	2.7	4.6
R (mg/kg d.s.)	12.5	10.1
VC(r) (%)	2.3	5.1
VC(R _i) (%)	3.7	8.1
VC(R) (%)	10.9	11.2
Outliers	-	-

3.1.2.7 Resultaten en conclusies ringonderzoek lood in grond en compost.

In tabel 9 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Voor grond is laboratorium 8 is als "single Grubbstest-outlier" verwijderd.

Tabel 9. Statistische parameters voor grond en compost.

Lood	Grond	Compost
N	13	14
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	128	275
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	133	283
r (mg/kg d.s.)	18.6	29.5
R (mg/kg d.s.)	31	74
VC(r) (%)	5.2	3.8
VC(R _i) (%)	8.3	6.1
VC(R) (%)	8.6	9.7
Outliers	1	-

3.1.2.8 Resultaten en conclusies ringonderzoek zink in grond en compost.

In tabel 10 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost. Voor zowel grond als compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Voor zowel grond als compost is laboratorium 8 als "single Grubbstest-outlier" verwijderd. Voor compost zijn de laboratoria 8 en 11 zijn als "Cochran-outlier" verwijderd.

Tabel 10. Statistische parameters voor grond en compost.

Zink	Grond	Compost
N	13	12
Gemiddelde (mg/kg d.s.)	594	1254
Consensus waarde (mg/kg d.s.)	597	1292
r (mg/kg d.s.)	34.3	41.9
R (mg/kg d.s.)	96	215
VC(r) (%)	2.1	1.2
VC(R) (%)	3.3	1.9
VC(R) (%)	5.8	6.1
Outliers	1	2

4 CONCLUSIE

De gemiddelden gemeten bij het ringonderzoek komen overeen met de consensuswaarden, vastgesteld in het MARSEP (16) en SETOC (15) programma van de Wageningen Universiteit. Er is een goede overeenstemming in gehalten gevonden bij de analyse van het monster grond in 2000 en 2001. De VC(r) en de VC(R) gevonden bij het ringonderzoek voldoen aan de criteria van de in het accreditatie programma wet bodembescherming (19) genoemde variatiecoëfficiënten. Door één laboratorium (11) zijn de analyses voor kwik en arseen niet uitgevoerd. Dit laboratorium heeft nieuwe apparatuur aangeschaft en de kwik- en arseenbepaling nog niet gevalideerd. De validatie moet binnen drie maanden uitgevoerd zijn. Door de Rijkstoezichthouder zal dit gecontroleerd worden.

LITERATUUR

1. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 1998, 86, Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen.
2. Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden, 1998, 99, Regeling bemonstering en analyse overige organische meststoffen.
3. NEN 6465, Monstervoorbehandeling van slib, slibhoudend water, luchtstof en grond voor de bepaling van elementen met atomaire-absorptiespectrometrie. Ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 2^e druk, november 1992, Nederlands Normalisatie Instituut.
4. NEN 6439, Bepaling van het totaal gehalte aan kwik in slib met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie. Ontsluiting met salpeterzuur in een PTFE-destructievat bij 140 °C onder druk, 1^e druk, september 1986, Nederlands Normalisatie Instituut.
5. NEN 5764, Bepaling van het gehalte aan kwik in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie na ontsluiting met salpeterzuur in een PTFE-destructievat bij 140 °C onder druk, februari 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
6. NEN 5760, Bepaling van het gehalte aan arseen in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (hydride-generatietechniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, mei 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
7. NEN 5762, Bepaling van het gehalte aan cadmium in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
8. NEN 6458, Bepaling van het gehalte aan cadmium in water met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (grafietoven-techniek), 1^e druk, oktober 1983, Nederlands Normalisatie Instituut.
9. NEN 5767, Bepaling van het gehalte aan chroom in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, oktober 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
10. NEN 5763, Bepaling van het gehalte aan chroom in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zwavelzuur, 1^e druk, november 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
11. NEN 5758, Bepaling van het gehalte aan koper in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.

12. NEN 5765, Bepaling van het gehalte aan nikkel in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, mei 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
13. NEN 5761, Bepaling van het gehalte aan lood in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
14. NEN 5759, Bepaling van het gehalte aan zink in grond met behulp van atomaire-absorptiespectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
15. International Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants (SETOC), report 1996, 720, Department of soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
16. International Manure and Refuse Sample Exchange Programme (MARSEP), report 1995, 221, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
17. A. van Polanen, J.J. van Oostrom en A.H. Roos - Resultaten ringonderzoek 2000 zware metalen en arseen in grond en compost in het kader van de regeling "Bemonstering en analyse overige organische meststoffen" (BOOM), RIKILT rapport 2000.006.
18. ISO 5725, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results, First edition 1994-12-15
19. Wet bodembescherming, wet van 3 juli 1986, Stb. 1994, 374
20. RIKILT analysevoorschrift, A0705, september 1994, Grond, Slib en Compost. Bepaling van het gehalte aan cadmium na destructie met koningswater, grafietoven atomaire absorptiespectrometrie met Zeeman achtergrond correctie.

Bijlage A Resultaten BOOM ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in grond (mg/kg d.s.)

GROND	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink		Methode
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
Laboratorium	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	24	25	3.9	3.9	69	71	84	86	1.2	1.2	110	110	39	39	600	600	a,f,g
2	34	32	6.4	6.4	77	79	94	90	1.7	1.5	150	140	48	47	630	620	b,f,g
3	37.76	38.589	5.305	5.228	71.94	70.36	94.95	92.70	1.76	1.75	132.7	129.3	44.23	43.16	635.9	639.1	b,f,g,h
4	26	27	4.7	5.1	55	53	77	77	1.36	1.37	137	127	38	39	539	538	b,f,g,i,j
5	31	32	5.3	5.3	66	63	82	84	1.3	1.3	125	132	38	39	592	602	b,f,g
6	28.0	29.9	4.74	4.98	43.2	46.5	76.7	80.6	1.45	1.58	127	120	41.3	42	583	611	b,f,g
7	36.00	35.09	5.464	5.614	67.74	67.21	85.92	85.75	1.594	1.494	131.5	134.7	42.07	42.52	595.7	600.7	a,f,g,i
8	26.3	26.7	3.65	3.85	56.8	54.3	75	73	1.0	0.79	87.7outl.	91.5outl.	30.8	30.8	380outl.	395.3outl.	b,f,g
9	32.9	32.7	4.38	4.55	63.3	62.8	82.6	83.1	1.18	1.31	117	122	39.9	40.9	567	581	b,f,g
10	27.5	27.5	4.4	4.7	50.0	53.5	85.5	83.0	1.67	1.45	125.0	145.0	40	43	625.0	595.0	b,f,g
11	niet bep.	niet bep.	5.74	5.52	81.0	84.4	99	94	niet bep.	niet bep.	129.4	140.0	42.5	44.1	636	634	f
12	30	31	5.0	5.1	61	62	79	84	1.6	1.6	110	110	37	37	530	550	b,f,g
13	31.8	29.3	4.86	4.69	65.6	56.7	84.9	78.6	1.13	1.03	139	122	40.5	37.8	570	538	b,f
14	36.40	36.64	5.97	5.71	63.95	68.18	91.62	92.73	1.56	1.63	131.5	130.4	48.02	48.79	599.8	618.9	b,g,i

IN	13	14	14	14	14	14	14	13	13	13	13	13	14	14	13	13	
Gem.	31.0	5.0	63.7	63.7	84.9	84.9	84.9	1.4	1.4	128	128	40.8	40.8	594	594		
r	2.4	0.40	6.8	6.8	6.4	6.4	6.4	0.24	0.24	18.6	18.6	2.7	2.7	34.3	34.3		
VC(r)	2.8	2.8	3.8	3.8	2.7	2.7	2.7	6.1	6.1	5.2	5.2	2.3	2.3	2.1	2.1		
R	11.8	2.1	28.9	28.9	19.1	19.1	19.1	0.71	0.71	30.8	30.8	12.5	12.5	95.6	95.6		
VC(R)	13.6	14.6	16.2	16.2	8.0	8.0	8.0	18.2	18.2	8.6	8.6	10.9	10.9	5.8	5.8		

Statistische parameters na eliminatie van outliers volgens Cochran en/of Grubbs.

- a = Ontsluiting volgens NEN 6465.
- b = Ontsluiting volgens NVN 5770.
- c = Verassing voor cadmium, chroom, lood en nikkel.
- d = Ontsluiting met HNO₃ en HClO₄ en H₂SO₄ voor koper.
- e = Ontsluiting met HNO₃.
- f = Detectie met behulp van ICP.
- g = Detectie met behulp van koude damp techniek voor kwik.
- h = Detectie met behulp van FAAS.
- i = Detectie met behulp van Grafietoven AAS voor arseen en/of cadmium.
- j = Detectie met behulp van Hydride generatietechniek.

Bijlage B Resultaten BOOM ringonderzoek 2001 zware metalen en arseen in compost (mg/kg d.s.).

COMPOST Laboratorium	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink		Methode
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	6.6	7.2	1.9	1.9	46	46	400	400	2.2	2.2	240	240	29	29	1200	1200	a,f,g
2	13	14	3.2	3.1	58	60	440	450	2.6	2.5	300	310	34	37	1300	1300	b,f,g
3	11.459	11.011	2.208	2.175	52.56	50.58	449.2	440.9	2.7	3.1	282.9	284.9	33.9	33.35	1372	1377	b,f,g,h,i
4	5.9	5.5	2.5	2.5	47	47	375	377	2.34	2.4	271	278	29	30	1106	1125	b,f,g,i,j
5	11	11	2.6	2.6	45	47	433	433	1.9	1.8	275	270	28	29	1320	1310	b,f,g
6	9.97	8.99	2.34	2.34	49.4	45.6	456	446	2.54	2.52	280	258	36.2	34.5	1370	1330	b,f,g
7	11.07	11.09	2.663	2.625	51.3	49.66	430.6	430.9	2.6	2.374	285.6	284.4	31.9	32.69	1259	1244	a,f,g,i
8	10	9.1	2.19	1.88	37.4	44.3	403.8outl.	364outl.	2.04	1.66	230	194.7	23.2	27.2	971outl.	800outl.	b,f,g
9	12.9	11.8	2.17	2.18	46.1	46.4	402	394	1.86	2.04	249	259	29.9	30.2	1165	1169	b,f,g
10	8.4	7.2	2.25	2.4	39.5	43	415	430	2.51	2.86	270	290	32.5	34.5	1200	1250	b,f,g
11	niet bep.	niet bep.	2.85	2.87	58.4	61.9	457	464	niet bep.	Niet bep.	296	315	33.3	35.8	1296outl.	1200outl.	?f
12	12	13	2.8	2.9	54	56	420	430	2.5	2.9	280	290	34	33	1300	1300	b,f,g
13	12.2	12.1	2.94	3	51.8	50.9	411	409	2.1	2.16	290	275	34.3	31.2	1209	1228	b,f
14	14	14.65	2.65	2.96	49.33	51.11	469	463.8	2.79	2.86	297.9	301.7	40.63	35.78	1243	1229	b,g,i

N	13	14	14	14	13	14	14	12	14	14	14	14	14	14	12	12
Gem.	10.6	2.5	49.5	428	2.4	275	32.3	1254	2.4	275	32.3	1254	2.4	275	32.3	1254
r	1.5	0.26	5.5	15.0	0.46	29.5	4.6	41.9	0.46	29.5	4.6	41.9	0.46	29.5	4.6	41.9
VC(r)	5.1	3.7	4.0	1.2	6.9	3.8	5.1	1.2	6.9	3.8	5.1	1.2	6.9	3.8	5.1	1.2
R	7.3	1.1	16.6	74.9	1.1	74.3	10.1	215	1.1	74.3	10.1	215	1.1	74.3	10.1	215
VC(R)	24.7	15.1	12.0	6.3	15.9	9.7	11.2	6.1	15.9	9.7	11.2	6.1	15.9	9.7	11.2	6.1

Statistische parameters na eliminatie van outliers volgens Cochran en Grubbs.

- a = Ontsluiting volgens NEN 6465.
- b = Ontsluiting volgens NVN 5770.
- c = Verassing voor cadmium, chroom, lood en nikkel.
- d = Ontsluiting met HNO₃ en HClO₄ en H₂SO₄ voor koper.
- e = Ontsluiting met HNO₃.
- f = Detectie met behulp van ICP.
- g = Detectie met behulp van koude damp techniek voor kwik.
- h = Detectie met behulp van FAAS.
- i = Detectie met behulp van Grafietoven AAS voor arseen en/of cadmium.
- j = Detectie met behulp van Hydride generatietechniek.

Bijlage C. Z-scores behaald in BOOM ringonderzoek 2001 in grond en compost.

Z-scores	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink	
	Grond	Compost	Grond	Compost	Grond	Compost	Grond	Compost	Grond	Compost	Grond	Compost	Grond	Compost	Grond	Compost
Laboratorium																
1	-1.56	-1.44	-1.55	-1.66	0.62	-0.60	0.02	-0.88	-0.82	-0.50	-1.05	-1.34	-0.42	-0.91	0.34	-0.23
2	0.49	1.14	1.92	1.66	1.41	1.63	1.06	0.71	0.78	0.44	1.36	1.15	1.52	0.91	0.73	0.59
3	1.74	0.25	0.35	-0.89	0.73	0.36	1.34	0.72	1.40	1.37	0.40	0.34	0.65	0.39	0.93	1.20
4	-1.08	-1.91	-0.16	-0.07	-0.95	-0.42	-1.18	-1.72	-0.16	-0.04	0.47	-0.02	-0.53	-0.77	-0.64	-0.92
5	0.13	0.16	0.39	0.20	0.08	-0.60	-0.28	0.29	-0.42	-1.44	0.22	-0.09	-0.53	-1.05	0.29	0.72
6	-0.49	-0.43	-0.22	-0.49	-1.86	-0.34	-0.93	0.93	0.44	0.38	-0.12	-0.23	0.19	0.87	0.29	1.00
7	1.10	0.19	0.73	0.32	0.37	0.17	0.14	0.21	0.56	0.27	0.54	0.39	0.33	0.01	0.31	0.20
8	-1.08	-0.40	-1.76	-1.30	-0.80	-1.48	-1.63	-1.45	-2.03	-1.44	-2.45	-2.40	-2.29	-1.98	-3.04	-2.80
9	0.44	0.69	-0.77	-0.93	-0.06	-0.55	-0.30	-0.95	-0.64	-1.17	-0.40	-0.80	-0.10	-0.62	-0.08	-0.50
10	-0.84	-1.09	-0.65	-0.53	-1.18	-1.41	-0.09	-0.08	0.62	0.80	0.67	0.19	0.15	0.35	0.50	-0.02
11			0.85	0.89	1.87	1.83	1.74	1.26			0.65	1.17	0.56	0.64	0.89	0.17
12	-0.11	0.75	0.05	0.87	-0.22	0.95	-0.51	0.01	0.78	0.84	-1.05	0.39	-0.88	0.35	-0.62	0.59
13	-0.10	0.61	-0.33	1.19	-0.25	0.32	-0.47	-0.52	-1.29	-0.69	0.36	0.29	-0.39	0.14	-0.39	-0.07
14	1.34	1.46	1.14	0.75	0.23	0.13	1.09	1.47	0.76	1.17	0.39	0.95	1.73	1.67	0.49	0.07

Bijlage D. Vergelijking profiency onderzoek voor BOOM-laboratoria in hetzelfde grondmonster in 2000 en 2001, gemiddelden uitgedrukt in mg/kg droge stof.

	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink	
	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001	2000	2001
N	14	13	13	14	14	14	14	14	14	13	13	14	13	14	14	13
gem.	31.9	31.0	4.9	5.0	63.7	63.7	84.0	84.9	1.39	1.40	126	128	39.8	40.8	582	594
r	2.3	2.4	0.21	0.40	4.6	6.8	2.9	6.4	0.15	0.24	11.6	18.6	2.0	2.7	35.1	34.3
CV(r) %	2.6	2.8	1.6	2.8	2.6	3.8	1.2	2.7	3.9	6.1	3.3	5.2	1.8	2.3	2.2	2.1
R	10.8	11.8	1.2	2.1	25.0	28.9	18.3	19.1	0.60	0.71	43.3	30.8	11.6	12.5	203	95.6
CV(R) %	12.1	13.6	8.6	14.6	14.0	16.2	7.8	8.0	15.4	18.2	12.2	8.6	10.4	10.9	12.5	5.8