

Project 71 313 01

Projectleider: A.H. Roos

Rapport 98.011

juli 1998

RESULTATEN RINGTEST 1998 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

DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO)

Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen

Postbus 230, 6700 AE Wageningen

Telefoon 0317-475400

Telefax 0317-417717

Copyright 1998, DLO-Rijks-Kwaliteitsinstituut voor land- en tuinbouwprodukten (RIKILT-DLO)
Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

VERZENDLIJST

INTERN:

directeur

auteur(s)

programmaleiders (2x)

projectleider

ing. J.J.M. Driessen

F.H.J. Krewinkel

in- en externe communicatie (2x)

bibliotheek (3x)

EXTERN:

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

Directie Wetenschap en Kennisoverdracht (prof. dr. L. van Vloten-Doting)

Directie Milieu, Kwaliteit en Gezondheid (drs. P.H. Draaisma)

Directie Landbouw (T. Kampstra, ir. A.J.M. van Leeuwen)

Directie Juridische Zaken (J. Oudshoorn)

Werkgroep BOOM

NNI Werkgroep anorganische parameters

Intron, Sittard (U. Hofstra)

Bedrijfslaboratorium voor Grond- en Gewasonderzoek, Oosterbeek (drs. A. Eijgenraam)

Centraal Bodemkundig Bureau Deventer-Breda B.V., Breda (H. van der Vleuten)

SGS EcoCare B.V. 's-Gravenpolder (G.J.M. de Clerq)

Pro Analyse B.V., Barneveld (G.Kreuning)

Griffith milieu analyse, Rhon (A. Verkerk)

Waterbedrijf Groningen, milieulaboratorium de Punt, Glimmen (A. Los)

Alcontrol Heinrici, Hoogvliet (A. Hoogendoorn)

IWACO B.V., Rotterdam (E. Korver)

BCO Centrum voor Onderzoek B.V., Breda (C. van der Heiden)

CONEX B.V., EDE (F. Schonewille)

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

Laboratorium Waterschap Friesland, Leeuwarden (R.Herweyer)
Tauw Milieu B.V., Deventer (H. Roebersen)
Biochem Laboratorium B.V., het Milieulab, Zoetermeer (J.W. Hutter)
Fugro Milieu laboratorium B.V., Maastricht (J.W.C.M. Lejeune)
C.C.L., Veghel (L. Verhoeven)
Envirolab Enviromental Laboratories B.V., Moerdijk (R.J.B.M. Ubbink)
Zuiveringschap Drente (R. Dilling)
Laboratorium Tritium (A.G.A.M. Lemmens)
ACMAA B.V. (J.T. Klein Elhorst)
IKC Landbouw
Landbouwuniversiteit Wageningen (dr. V.J.G. Houba)

ABSTRACT

Resultaten ringtest 1998 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 1998 of heavy metals and arsenic in soil and compost according to Dutch regulation BOOM (in dutch)

Report 98.011

July 1998

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

State Institute for Quality Control of Agricultural Products (RIKILT-DLO)

P.O. Box 230, 6700 AE Wageningen, the Netherlands

10 tables, 5 annexes, 28 references

In The Netherlands a great quantity of organic substances are liberated by purification processes. These substances can be partially re-used as organic fertilizers 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) sewage sludge, soil and compost are considered as organic fertilizers. Maximum residue limits for the heavy metals and arsenic in these materials are established. In BOOM, normalised methods (NEN) are prescribed for the determination of the heavy metals Cd, Cr, Cu, Hg, Pb, Ni, Zn and As.

As supervisor of the regulation BOOM RIKILT-DLO organised an interlaboratory study to check the performance of the laboratoria involved in BOOM analysis. All laboratories, with a so called BOOM accreditation, take part in the study.

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 Agricultural University in the SETOC and MARSEP programs. The data obtained by FAAS and ICP-AES are comparable, with exception of lead, nickel, chromium and zinc in soil and zinc in compost. With ICP-AES in general lower values were found, which was also the case in 1997.

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

INHOUD	<u>blz</u>
ABSTRACT	1
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 ringtest zware metalen	8
3.1.1 Opzet van de ringtest	8
3.1.2 Resultaten en conclusies ringtest zware metalen.	8
3.1.2.1 Resultaten en conclusies ringtest arseen in grond en compost	8
3.1.2.2 Resultaten en conclusies ringtest cadmium in grond en compost	10
3.1.2.3 Resultaten en conclusies ringtest chroom in grond en compost	11
3.1.2.4 Resultaten en conclusies ringtest koper in grond en compost	12
3.1.2.5 Resultaten en conclusies ringtest lood in grond en compost	12
3.1.2.6 Resultaten en conclusies ringtest nikkel in grond en compost	13
3.1.2.7 Resultaten en conclusies ringtest zink in grond en compost	14
3.1.2.8 Resultaten en conclusies ringtest kwik in grond en compost	15
4 CONCLUSIE	16
5 LITERATUUR	17
BIJLAGEN	
A Resultaten BOOM ringtest 1998 zware metalen en arseen in grond (mg/kg d.s.).	
B Resultaten BOOM ringtest 1998 zware metalen en arseen in compost (mg/kg d.s.).	
C Resultaten statistische vergelijking ICP-AES en FAAS data van zware metalen en arseen in grond.	
D Resultaten statistische vergelijking ICP-AES en FAAS data van zware metalen en arseen in compost.	
E Vergelijking van de statistische parameters gevonden bij de ringtest van 1997 en 1998 voor hetzelfde compost monster.	

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) 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 de regeling BOOM worden normen en methoden van onderzoek voorgeschreven. Het voornaamste doel van de regeling is de belasting van de bodem met zware metalen en arseen afkomstig van deze meststoffen te verminderen.

Het RIKILT-DLO heeft als Rijkstoezichthouder een ringtest georganiseerd om de performance van de analyseresultaten verkregen met de door de laboratoria toegepaste methoden te toetsen. Alle geaccrediteerde laboratoria in het kader van de BOOM regeling, participeerden in de ringtest.

De ringtest is uitgevoerd met behulp van een monster grond en compost.

In het kader van de ringtest is ieder laboratorium vrijgelaten om de analysemethoden te gebruiken welke voor het desbetreffende laboratorium gebruikelijk is.

De gemiddelden gevonden bij de ringtest komen overeen met de consensuswaarden, met uitzondering van het kwikgehalte bij compost. Er is in het algemeen, evenals bij de ringtest van 1997, een tendens aanwezig van lagere gehalten met behulp van de ICP-AES.

De $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ gevonden bij de ringtest voldoen aan de criteria van de in het concept accreditatie programma wet bodembescherming genoemde variatiecoëfficiënten, met uitzondering van het arseen-, cadmium- en kwikgehalte bij het onderzoek van het compostmonster.

Tussen de twee meetmethoden, FAAS en ICP-AES, worden significante verschillen gevonden. Het betreft de elementen chroom, lood, nikkel en zink voor het grondmonster en zink bij het compostmonster.

1 INLEIDING

In Nederland wordt jaarlijks een grote hoeveelheid organische stoffen geproduceerd die geheel of gedeeltelijk geschikt zijn om te worden hergebruikt als meststof. Dit zijn bijvoorbeeld dierlijke mest, 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 vastgestelde methoden. Het voornaamste doel van de regeling is de belasting van de bodem met zware metalen en arseen afkomstig van deze meststoffen te verminderen.

Conform de regeling *Bemonstering en analyse overige organische meststoffen* (2) fungeert het RIKILT-DLO 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-DLO een ringtest om de performance van de analyseresultaten verkregen met de door de laboratoria toegepaste methoden te toetsen.

2 MATERIAAL EN METHODEN

2.1 Monstermateriaal

De ringtest is uitgevoerd met behulp van twee monsters. Zowel voor grond als compost is gebruik gemaakt van via de Landbouw Universiteit Wageningen verkregen monsters. Het betreft een monster grond, sample 1 gecodeerd SETOC 720,1996 en een monster compost, sample 2 gecodeerd MAR-SEP 211, 1995. Dit monster is vorig jaar ook geanalyseerd bij de ringtest 1997 (28). De monsters zijn gehomogeniseerd, verpakt en geëtiketteerd door de Vakgroep Bodemkunde en Plantenvoeding van de Landbouw Universiteit Wageningen.

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 NEN 6439 (5) toegepast en voor compost NEN 5764 (6). In tabel 1 wordt een overzicht gegeven van de voorgeschreven analysemethoden voor grond en compost.

Tabel 1. *Overzicht van de in de “BOOM regeling “ voorgeschreven methoden voor grond en compost.*

Element	Methode grond	Methode compost	Techniek
Arseen	NVN 6432 (7)	NEN 5760 (15)	Hydride generatie
Cadmium	NEN 6452 (8)	NEN 5762 (16)	FAAS Cd >2,5 mg/kg ds
Cadmium	RSV nr. A0705(9)	NEN 6458 (17)	ETAAS Cd <2,5 mg/kg ds
Chroom	NEN 6448 (10)	NEN 5767 (18)	FAAS: als Cr-gehalte >15% afwijkt grenswaarde
Chroom	-	NEN 5763 (19)	FAAS: als Cr-gehalte <15% afwijkt grenswaarde
Koper	NEN 6451 (11)	NEN 5758 (20)	FAAS
Kwik	NEN 6439 (5)	NEN 5764 (6)	Koudedamp-AAS
Nikkel	NEN 6456 (12)	NEN 5765 (21)	FAAS
Lood	NEN 6453 (13)	NEN 5761 (22)	FAAS
Zink	NEN 6443 (14)	NEN 5759 (23)	FAAS

In het kader van de ringtest is ieder laboratorium vrijgelaten om de analysemethoden te gebruiken welke voor het desbetreffende laboratorium gebruikelijk is . De statistische verwerking is uitgevoerd met behulp van ISO 5725.

3 RESULTATEN EN DISCUSSIE

3.1 Resultaten BOOM ringtest zware metalen.

3.1.1 Opzet van de ringtest

Het ringonderzoek bestond uit de bepaling van de metaalgehalten en arseen die in de besluiten (1,2) worden genoemd. Alle geaccrediteerde laboratoria in het kader van de BOOM regeling, participeerden in de ringtest (n=22). De ringtest is uitgevoerd met behulp van twee monsters. De monsters zijn in duplo geanalyseerd. Het betreft een monster grond, sample 1 (SETOC 720,1996) en een monster compost, sample 2 (Marsep 211, 1995). Het compost monster is ook bij de ringtest van 1997 geanalyseerd.

3.1.2 Resultaten en conclusies ringtest zware metalen.

Bij de rapportage van de gevonden gehalten is tevens vermeld van welke ontsluiting- en meettechniek gebruik gemaakt is. De gehalten van de monsters zijn uitgedrukt in mg/kg drogestof. De statistische verwerking is met behulp van ISO 5725 uitgevoerd. Opgemerkt moet worden dat het aantal laboratoria die gebruik maken van de NEN-methoden, conform de regeling BOOM, gering is (n=6).

In bijlage A en B worden de resultaten gegeven van de ringtest. De bijlagen C en D geven een uitsplitsing naar FAAS en ICP-AES. Hierin is bekeken of er significante verschillen aanwezig zijn tussen beide meetmethoden. In bijlage E zijn de statistische parameters voor het compost monster vergeleken met de resultaten van hetzelfde compost monster uit de ringtest van 1997 (28).

De variatiecoëfficiënten van de herhaalbaarheid ($VC(r)$) en de variatiecoëfficiënten van de binnen-laboratorium reproduceerbaarheid ($VC(R_i)$) van de metingen, zijn getoetst aan de waarden vermeld in het Accreditatieprogramma “Wet Bodembescherming”, tabel 2. De variatiecoëfficiënt van de binnen-laboratorium reproduceerbaarheid kan indien onvoldoende informatie beschikbaar is op basis van duplobepalingen, 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 (27).

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

3.1.2.1 Resultaten en conclusies ringtest arseen in grond en compost.

In tabel 3 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Voor grond voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen geen systematische verschillen.

Voor compost voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ niet aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. De laboratoria 10, 11, 19 en 20 zijn bij de vergelijking niet betrokken, i.v.m. de mededeling “kleiner dan”. De laboratoria zullen i.v.m. de norm voor schone compost van 5.0 mg/kg en slib/compost van 15 mg/kg de metingen met een grotere gevoeligheid moeten uitvoeren.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen geen systematische verschillen.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compostmonster.

Tabel 3. Statistische parameters voor grond en compost.

Arseen/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	23.9	23.5	25.2
VC(r) %	5.9	6.6	3.2
VC(R _i) %	9.4	10.6	5.1
n	22	16	6
Consensuswaarde mg/kg	22.9	22.9	22.9
Arseen/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	5.3	5.5	4.8
VC(r) %	13.0	14.1	7.8
VC(R _i) %	20.8	22.6	12.5
n	18	13	5
Consensuswaarde mg/kg	4.5	4.5	4.5

3.1.2.2 Resultaten en conclusies ringtest cadmium in grond en compost.
In tabel 4 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Tabel 4. Statistische parameters voor grond en compost.

Cadmium/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	10.8	10.6	11.5
VC(r) %	3.5	4.0	2.2
VC(R _i) %	5.6	6.4	3.5
n	22	16	6
Consensuswaarde mg/kg	11.0	11.0	11.0
Cadmium/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	0.49	0.48	0.40
VC(r) %	11.6	12.5	4.3
VC(R _i) %	18.6	20.0	6.9
n	22	14	6
Consensuswaarde mg/kg	0.52	0.52	0.52

Voor grond voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen geen systematische verschillen.

Voor compost voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ niet aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 11 is niet bij de vergelijking betrokken.

Het gevonden gehalte bij de NEN-methode geeft een lager gehalte dan de consensuswaarde. De twee methoden vertonen geen systematische verschillen.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

3.1.2.3 Resultaten en conclusies ringtest chroom in grond en compost.

In tabel 5 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Tabel 5. Statistische parameters voor grond en compost.

Chroom/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	168	164	180
$VC(r)$ %	2.8	3.1	2.0
$VC(R_i)$ %	4.5	5.0	3.2
n	21	16	5
Consensuswaarde mg/kg	163	163	163
Chroom/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	31.6	31.5	31.7
$VC(r)$ %	4.6	5.0	3.3
$VC(R_i)$ %	7.4	8.0	5.3
n	21	16	6
Consensuswaarde mg/kg	29.4	29.4	29.4

Voor grond voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 9 is als "single Grubbs-outlier" verwijderd.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen **systematische** verschillen.

Voor compost voldoen de $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 11 is niet bij de vergelijking betrokken. Laboratorium 9 is als "single Grubbs-outlier" verwijderd. De twee methoden vertonen geen systematische verschillen.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

3.1.2.4 Resultaten en conclusies ringtest koper in grond en compost.

In tabel 6 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Voor grond voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 10 is als "single Grubbs-outlier" verwijderd.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen geen systematische verschillen.

Voor compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 11 is niet bij de vergelijking betrokken. Laboratorium 10 is als "single Grubbs-outlier" verwijderd.

Laboratoria 3 en 9 zijn als "cochran-outliers" verwijderd. De twee methoden vertonen geen systematische verschillen. In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

Tabel 6. Statistische parameters voor grond en compost.

Koper/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	121	121	123
VC(r) %	1.7	1.9	0.77
VC(R _i) %	2.7	3.0	1.2
n	21	16	5
Consensuswaarde mg/kg	120	120	120
Koper/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	57.1	57.5	61.5
VC(r) %	2.1	2.2	1.5
VC(R _i) %	3.4	3.5	2.4
n	19	15	5
Consensuswaarde mg/kg	56.3	56.3	56.3

3.1.2.5 Resultaten en conclusies ringtest lood in grond en compost.

In tabel 7 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Voor grond voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten. Laboratorium 11 is als "cochran-outlier" verwijderd.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen **systematische** verschillen.

Voor compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten, met uitzondering van de metingen volgens de NEN. Laboratorium 11 is niet bij de vergelijking betrokken. De twee methoden vertonen geen systematische verschillen.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

Tabel 7. Statistische parameters voor grond en compost.

Lood/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	193	188	208
VC(r) %	2.2	3.5	1.1
VC(R) _i %	3.5	5.6	1.8
n	21	16	6
Consensuswaarde mg/kg	201	201	201
Lood/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	43.4	42.7	45.5
VC(r) %	5.0	4.0	6.8
VC(R) _i %	8.0	6.4	10.9
n	21	15	6
Consensuswaarde mg/kg	47.2	47.2	47.2

3.1.2.6 Resultaten en conclusies ringtest nikkel in grond en compost.

In tabel 8 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Tabel 8. Statistische parameters voor grond en compost.

Nikkel/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	51.4	50.5	56.6
VC(r) %	2.9	3.2	2.3
VC(R) _i %	4.6	5.1	3.7
n	22	16	4
Consensuswaarde mg/kg	52.6	52.6	52.6
Nikkel/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	19.6	19.7	20.4
VC(r) %	3.8	4.1	1.8
VC(R) _i %	6.1	6.6	2.9
n	21	14	6
Consensuswaarde mg/kg	47.2	47.2	47.2

Voor grond voldoen de VC(r) en de VC(R)_i aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen **systematische** verschillen.

Voor compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten, met uitzondering van de metingen volgens de NEN. Laboratorium 11 is niet bij de vergelijking betrokken. De twee methoden vertonen geen systematische verschillen.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

3.1.2.7 Resultaten en conclusies ringtest zink in grond en compost.

In tabel 9 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Voor grond voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

De data verkregen met de ICP-AES respectievelijk conform de NEN vertonen **systematische** verschillen.

Voor compost voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten, met uitzondering van de metingen volgens de NEN. Laboratorium 5 is als "cochran-outlier" verwijderd. Laboratorium 11 is niet bij de vergelijking betrokken. De twee methoden vertonen **systematische** verschillen.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

Tabel 9. Statistische parameters voor grond en compost.

Zink/ soil	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	1002	969	1092
VC(r) %	1.4	1.5	1.2
VC(R _i) %	2.2	2.4	1.9
n	22	16	6
Consensuswaarde mg/kg	1020	1020	1020
Zink/compost	ICP + NEN	ICP	NEN
Gemiddelde mg/kg	161	159	171
VC(r) %	1.9	2.0	3.6
VC(R _i) %	3.0	3.2	5.8
n	21	16	6
Consensuswaarde mg/kg	167	167	167

3.1.2.8 Resultaten en conclusies ringtest kwik in grond en compost.
In tabel 10 worden de statistische parameters vermeld voor grond en compost.

Tabel 10. Statistische parameters voor grond en compost.

Kwik/ soll	ICP + NEN
Gemiddelde mg/kg	2.26
VC(r) %	2.4
VC(R _i) %	3.8
n	20
Consensuswaarde mg/kg	2.16
Kwik/compost	ICP + NEN
Gemiddelde mg/kg	0.12
VC(r) %	22.7
VC(R _i) %	36.3
n	17
Consensuswaarde mg/kg	0.09

Voor grond voldoen de VC(r) en de VC(R_i) aan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

Laboratorium 1 is als "cochran-outlier" en laboratorium 13 is als "single Grubbs-outlier" verwijderd.

Het gemiddelde van 0.12 mg/kg ds ligt hoger dan de consensuswaarde van 0.09 mg/kg ds.

Voor compost liggen de VC(r) en de VC(R_i) hoger dan de criteria van de in tabel 2 genoemde variatiecoëfficiënten.

De laboratoria 6, 11, 17, 19 en 21 zijn bij de vergelijking niet betrokken, i.v.m. de mededeling "kleiner dan". De laboratoria zullen i.v.m. de norm voor schone compost/compost van 0.2 -0.3 mg/kg en slib van 0.75 mg/kg de metingen met een grotere gevoeligheid moeten uitvoeren.

De reden voor het hogere kwikgehalte wordt waarschijnlijk veroorzaakt in de onder 3.1.2 van RIKILT-DLO rapport 98.008 (28) vermelde redenen. Namelijk bij de kwikmeting met behulp van de FIMS moet rekening gehouden worden met een verschil in zuurconcentratie tussen standaarden en monsters. Bij de analyse van het grondmonster treedt dit effect niet op vanwege het hoge gehalte, waardoor verdund moet worden.

In bijlage E worden de statistische parameters vermeld gevonden na analyse in 1997 en 1998 van hetzelfde compost monster.

4 CONCLUSIE

De gemiddelden gemeten bij de ringtest komen overeen met de consensuswaarden, vastgesteld in het MARSEP en SETOC programma van de Landbouw Universiteit Wageningen, met uitzondering van het kwikgehalte bij compost. Er zijn systematische verschillen aangetoond tussen de NEN-methode en de ICP-AES, het betreft het lood-, chroom-, nikkel- en zinkgehalte bij grond en zink bij het monster compost. De $VC(r)$ en de $VC(R_i)$ voor beide meetmethoden voldoen aan de criteria van de in het concept accreditatie programma wet bodembescherming genoemde variatiecoëfficiënten, met uitzondering van arseen en cadmium en kwik. Tevens werd geconstateerd dat sommige laboratoria gehalten opgeven van "kleiner dan". Een algemeen gehanteerd uitgangspunt is dat de analysemethode 1/10 van de norm moet kunnen meten. De betreffende laboratoria zullen de metingen met een grotere gevoeligheid moeten gaan uitvoeren.

Er is in het algemeen, evenals bij de ringtest van 1997, een tendens aanwezig van lagere gehalten met behulp van de ICP-AES.

De monsters verbruiken bij de ontsluiting zuur en de standaarden niet. Het onderdrukkend effect van het koningswater vindt daarom niet in gelijke mate plaats. Verdunnen met water of standaardadditie lost dit probleem op.

LITERATUUR

1. Staatsblad van het Koninkrijk der Nederlanden, 1991, 613, Besluit kwaliteit en gebruik overige organische meststoffen.
2. Staatscourant van het Koninkrijk der Nederlanden, 1992, 122, 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. NVN 5770, Monstervoorbehandeling van grond en slib voor de bepaling van elementen met tomaire-absorptiespectrometrie. Ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur in een microgolfoven, 1^e druk, februari 1993, Nederlands Normalisatie Instituut.
5. NEN 6439, Bepaling van het totaal gehalte aan kwik in slib met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie. Ontsluiting met salpeterzuur in een PTFE-destructievat bij 140 °C onder druk, 1^e druk, september 1986, Nederlands Normalisatie Instituut.
6. NEN 5764, Bepaling van het gehalte aan kwik in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie na ontsluiting met salpeterzuur in een PTFE-destructievat bij 140 °C onder druk, februari 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
7. NEN 6432, Bepaling van het gehalte aan arseen in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (hydride-generatietechniek). Ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 2^e druk , september 1993, Nederlands Normalisatie Instituut.
8. NEN 6452, Bepaling van het gehalte aan cadmium in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (vlamtechniek), 1^e druk, september 1980, Nederlands Normalisatie Instituut.
9. RIKILT analysevoorschrift, A0705, september 1994, Grond, Slib en Compost. Bepaling van het gehalte aan cadmium na destructie met koningswater, grafietoven atomaire absorptie spectro-metrie met Zeeman achtergrond correctie.
10. NEN 6448, Bepaling van het gehalte aan chroom in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (vlamtechniek), 1^e druk , november 1981, Nederlands Normalisatie Instituut.
11. NEN 6451, Bepaling van het gehalte aan koper in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (vlamtechniek), 1^e druk , september 1980, Nederlands Normalisatie Instituut.
12. NEN 6456, Bepaling van het gehalte aan nikkel in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (vlamtechniek), 1^e druk , november 1981, Nederlands Normalisatie Instituut.

13. NEN 6453, Bepaling van het gehalte aan lood in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (vlamtechniek), 1^e druk , november 1981, Nederlands Normalisatie Instituut.
14. NEN 6443, Bepaling van het gehalte aan zink in water met behulp van atomaire absorptie-spectrometrie (vlamtechniek), 1^e druk , februari 1977, Nederlands Normalisatie Instituut.
15. NEN 5760, Bepaling van het gehalte aan arseen in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (hydride-generatietechniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, mei 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
16. NEN 5762, Bepaling van het gehalte aan cadmium in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
17. NEN 6458, Bepaling van het gehalte aan cadmium in water met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (grafietoven-techniek), 1^e druk , oktober 1983, Nederlands Normalisatie Instituut.
18. NEN 5767, Bepaling van het gehalte aan chroom in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, oktober 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
19. NEN 5763, Bepaling van het gehalte aan chroom in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zwavelzuur, 1^e druk, november 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
20. NEN 5758, Bepaling van het gehalte aan koper in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
21. NEN 5765, Bepaling van het gehalte aan nikkel in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, mei 1991, Nederlands Normalisatie Instituut.
22. NEN 5761, Bepaling van het gehalte aan lood in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk, augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.
23. NEN 5759, Bepaling van het gehalte aan zink in grond met behulp van atomaire-absorptie-spectrometrie (vlam-techniek) na ontsluiting met salpeterzuur en zoutzuur, 1^e druk , augustus 1990, Nederlands Normalisatie Instituut.

24. International Sediment Exchange for Tests on Organic Contaminants (SETOC), report 1996, 723, Department of soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
25. International Manure and Refuse Sample Exchange Programme (MARSEP), report 1995, 211, Department of Soil Science and Plant Nutrition, Wageningen Agricultural University, The Netherlands.
26. Certification of Total Contents (Mass Fractions) of Cd, Co, Cu, Pb, Mn, Hg, Ni and Zn and the Aqua Regia Soluble Contents (Mass Fractions) of Cd, Cr, Pb, Mn, Ni and Zn in a Sewage Sludge Amended. Soil, CRM 143R, Report EUR 15284 EN, Commission of the European Communities, Community Bureau of Reference. BCR Information.
27. Initiele validatie van chemische en fysische onderzoeksmethoden, F0048, 1997, RIKILT-DLO.
28. A.van Polanen, J.J. van Oostrom en A.H. Roos - Resultaten ringtest 1997 zware metalen en arseen in grond en compost in het kader van de regeling "Bemonstering en analyse overige organische meststoffen" (BOOM), RIKILT-DLO rapport 98.008.

Bijlage A. Resultaten BOOM ringtest 1998 zware metalen en arseen in grond (mg/kg d.s.).

Labo- ratorium	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	30.0	29.0	11	12	170	180	120	120	2.5 ^{outl}	2.9 ^{outl}	180	190	51	53	1100	1100	a,f,g
2	20.3	21.8	11.5	10.9	180	178	111	111	1.87	1.91	184	181	49.2	49.0	1050	1028	a,g,h,j
3	16.3	17.0	10.6	10.4	159	159	118	117	2.14	2.03	190	188	50	50	914	911	a,e,f,g
4	21	22	11	11	160	150	120	120	2.2	2.2	180	180	50	47	1000	980	b,f,g
5	29.6	30.7	12.4	12.0	179	185	129	131	2.55	2.57	227	222	56.8	56.5	1140	1140	a,g,h,i
6	24.7	25.6	9.54	9.96	170.8	174.8	117.5	121.4	2.20	2.10	196.9	202.9	54.5	54.5	948.8	977.2	a,f,g
7	27.6	24.9	10.5	10.8	155	160	126	128	2.39	2.47	193	196	49.8	51.6	972	980	a,f,g
8	23.9	23.6	11.4	11.1	180	188	128	130	2.43	2.20	206	210	54.9	58.2	1092	1115	a,g,h,i,j
9	25.9	24.3	10.6	10.3	230 ^{outl}	239 ^{outl}	124	123	2.43	2.41	187	190	47	47	1132	1158	a,c,g,h
10	23	-	11.8	11.7	172.6	176.9	379 ^{outl}	373 ^{outl}	2.32	2.29	222.2	222.4	56.9	57.5	1115	1130	a,g,h
11	31	25	10.1	11.4	172	186	114	109	2.0	2.0	178 ^{outl}	204 ^{outl}	54	60	950	959	b,f,g
12	22	23	11	9.6	147	143	120	119	2.55	2.55	195	197	39	40	1000	976	b,f,g,i,j
13	20	21	8.0	7.8	161	157	119	117	4.0 ^{outl}	4.1 ^{outl}	182	183	54	52	968	971	b,f,g
14	24	23	12	12	159	163	130	133	2.4	2.4	174	181	48	48	946	965	b,f,g
15	26	25	11	11	160	170	120	120	2.1	2.2	200	200	56	55	990	1000	b,f,g,i
16	24.6	22.7	11.7	11.8	194	193	126	124	1.95	1.98	204	198	55.3	55.4	979	997	b,f,g
17	21.1	19.1	10.5	10.1	148	145	126	121	2.15	2.20	164	166	45.1	44.6	880	872	a,f,g
18	23	23	10	10	145	151	111	105	2.3	2.3	178	167	47	45	892	846	b,f,g
19	22	25	10.5	11.0	155	165	120	125	2.3	2.4	185	200	48	52	930	950	f,g
20	21	18	9.0	9.5	150	155	115	110	2.3	2.4	155	165	45	47	960	1000	b,f,g

Labo- ratorium	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink		Methode
21	26.50	27.20	12.30	12.30	188.0	195.0	133.0	133.0	2.23	2.22	218.0	219.0	57.4	58.1	1044	1045	b,f
22	26.60	27.20	12.10	12.40	181.5	182.4	122.2	122.2	2.44	2.41	222.8	223.5	55.3	56.8	996	1010	a,g,h,i,j

n	22		22		21		21		20		21		22		22		
gem.	23.9		10.8		168		121		2.26		193		51.4		1002		
r	3.9		1.1		13.1		5.8		0.15		11.8		4.1		40.1		
VC(r)	5.9		3.5		2.8		1.7		2.4		2.2		2.9		1.4		
R	9.8		3.1		42.6		19.5		0.53		52.4		14.2		223		
VC(R)	14.6		10.1		9.1		5.7		8.4		9.7		9.9		8.0		

Statistische parameters na eliminatie van outliers volgens Cohran en Grubbs. Laboratoria met de vermelding 'kleiner dan' werden buiten de statistische berekening gehouden.

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

Bijlage B. Resultaten BOOM ringtest 1998 zware metalen en arseen in compost (mg/kg d.s).

Labo- ratorium	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink		Metho- de
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	
1	8.2	6.0	0.38	0.41	33	34	51	50	0.10	0.09	37	34	18	17	140	140	a,f,g
2	3.5	4.2	0.50	0.50	15.0	13.6	44.9	46.5	0.09	0.08	36.4	41.7	17.1	17.0	173	168	a,g,h,j
3	1.89	1.46	0.51	0.45	28	28	68 ^{outl}	51 ^{outl}	0.24	0.28	42	42	21	18	157	155	a,e,f,g
4	4.6	5.0	0.51	0.52	30	33	59	58	0.074	0.087	48	47	22	21	180	170	b,f,g
5	6.81	6.96	0.516	0.505	35.7	33.6	60.0	59.4	0.187	0.177	44.8	41.1	19.3	19.4	171 ^{outl}	191 ^{outl}	a,g,h,i
6	6.81	6.58	0.58	0.65	38.9	34.0	53.5	55.5	<0.2	<0.2	47.4	44.6	21.1	21.2	151.8	151.2	a,f,g
7	8.46	9.67	0.529	0.518	25.5	23.5	65.7	63.2	0.168	0.155	44.1	43.2	19.4	18.1	152	147	a,f,g
8	3.44	4.22	0.44	0.44	34.9	34.3	62.6	63.4	0.07	0.08	46.9	45.2	22.3	22.7	160	160	a,g,h,i,j
9	4.14	4.29	0.21	0.20	59 ^{outl}	58 ^{outl}	65 ^{outl}	56 ^{outl}	0.06	0.06	44	42	20	20	180	183	a,c,g,h
10	5	-	0.19	0.24	14.8	16.6	20.6 ^{outl}	21.3 ^{outl}	0.101	0.101	49.3	49.4	23.0	22.2	174.5	172.5	a,g,h
11	14.00	<7	0.8	0.8	39	43	63	63	<0.2	0.3	48 ^{outl}	63 ^{outl}	28 ^{outl}	32 ^{outl}	177	181	b,f,g
12	3.8	3.9	0.54	0.51	23	22	55	56	0.12	0.19	47	44	14	12	146	150	b,f,g,i,j
13	4	4	0.4	0.5	32	34	66	65	0.2	0.3	48	50	22	21	179	184	b,f,g
14	5.3	4.3	0.34	0.39	29	27	61	59	0.03	0.07	36	41	18	17	150	152	b,f,g
15	6.4	8.9	0.44	0.49	30	31	59	57	0.11	0.03	40	40	23	22	160	160	b,f,g,i
16	4.82	4.38	0.70	0.51	38.9	36.3	60.0	58.9	0.089	0.103	49.3	48.9	19.8	19.3	160	156	b,f,g
17	5.44	6.13	0.41	0.38	25.7	25.0	55.8	55.3	<0.1	<0.1	39.8	35.6	19.1	18.9	179	176	a,f,g
18	5.3	4.5	0.4	0.4	31	28	48	47	0.12	0.11	39	36	17	17	142	143	b,f,g
19	5.1	<5.0	0.44	0.48	29	29	58	55	<0.1	<0.1	44	45	20	18.5	170	160	f,g
20	<5.0	<5.0	1.0	0.8	36	36	57	61	0.10	0.11	41	42	20	20	150	150	b,f,g
21	5.88	6.44	0.61	0.42	38.10	37.90	54.30	54.50	<0.1	<0.1	41.7	42.4	21.4	21.3	156	157	b,f
22	5.0	5.5	0.55	0.52	33.0	31.6	55.1	54.1	0.12	0.11	56.5	48.4	20.4	21.3	164.2	159.2	a,g,h,i,j

Labo- ratorium	Arseen	Cadmium	Chroom	Koper	Kwik	Lood	Nikkel	Zink	Metho- de
n	18	22	21	19	17	21	21	21	
gem.	5.28	0.49	31.6	57.1	0.12	43.4	19.6	161	
r	1.9	0.16	4.1	3.3	0.077	6.1	2.1	8.4	
CV (r)	13.0	11.6	4.6	2.1	22.7	5.0	3.8	1.9	
R	5.1	0.45	25.5	15.1	0.18	13.4	6.6	36.7	
CV (R)	34.3	32.6	28.8	9.5	53.5	11.0	12.1	8.1	

Statistische parameters na eliminatie van outliers volgens Cohran en Grubbs. Laboratoria met de vermelding 'kleiner dan' werden buiten de statistische berekening gehouden.

- a

=

Ontsluiting volgens NEN 6465.
- b

=

Ontsluiting volgens NVN 5770.
- c

=

Verassing voor cadmium, chroom, lood en nikkel.
- d

=

Ontsluiting met HNO₃ en HClO₄ voor arseen en zink en met HNO₃, HClO₄ en H₂SO₄ voor koper.
- e

=

Ontsluiting met HNO₃.
- f

=

Detectie met behulp van ICP-AES.
- 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 Resultaten statistische vergelijking ICP-AES en FAAS data van zware metalen en arseen in grond.

	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Lood		Nikkel		Zink	
	ICP-AES	Hydride, ea	ICP-AES	ETAAS, FAAS	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	FAAS
n	16	6	16	6	16	5	16	5	16	6	16	4	16	6
gem. (mg/kg)	23.48	25.17	10.61	11.52	163.8	180.3	120.6	123.1	187.8	208.2	50.54	56.61	968.8	1092.1
r	4.33	2.25	1.18	0.72	14.04	9.83	6.53	2.66	18.3	6.24	4.51	3.65	41.2	37.1
r (%)	18.4	8.94	11.1	6.25	8.57	5.44	5.41	2.16	9.74	3.00	8.92	6.45	4.25	3.40
CV (r)	6.59	3.20	3.97	2.24	3.06	1.95	1.94	0.770	3.48	1.07	3.19	2.30	1.52	1.21
R	9.93	9.33	3.16	1.99	42.7	12.2	19.3	21.3	43.4	52.4	14.3	3.65	161.0	164.9
R (%)	42.3	37.1	29.8	17.3	26.1	6.77	16.0	17.3	23.1	25.2	28.3	6.45	16.6	15.1
CV(R)	15.10	13.23	10.6	6.18	9.3	2.42	5.71	6.18	8.26	8.99	10.11	2.30	5.94	5.39
outliers	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	2	-	-
S kwadraat	11.37	10.26	1.18	0.474	220.2	12.95	979.1	57.5	219.2	347.3	24.8	0.222	3198	3381
standdev.	3.33		1.00		13.29		27.36		15.85		4.55		56.96	
Vrijheidsgraden	20		20		19		16		20		18		20	
t	0.949		1.90		2.43		0.614		2.68		2.39		4.52	
kritieke t	2.09		2.09		2.09		2.12		2.09		2.10		2.09	
significant verschil	geen		geen		wel		geen		wel		wel		wel	

Tabel D. Resultaten statistische vergelijking ICP-AES en FAAS data van zware metalen en arseen in compost.

	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Lood		Nikkel		Zink	
	ICP-AES	Hydride, aa	ICP-AES	ETAAS, FAAS	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	Vlam	ICP-AES	FAAS	ICP-AES	FAAS
n	13	5	14	6	16	6	15	5	15	6	14	6	16	6
gem. (mg/kg)	5.48	4.81	0.479	0.401	31.5	31.7	57.5	48.8	42.7	45.5	19.7	20.4	158.8	171.4
r	2.17	1.05	0.168	0.049	4.44	2.91	3.61	2.0	4.7	8.6	2.3	1.0	8.8	17.4
r (%)	39.6	21.8	35.1	12.2	14.1	9.2	6.3	4.1	11.0	18.9	11.6	4.9	5.5	10.2
CV (r)	14.1	7.8	12.5	4.3	5.0	3.3	2.2	1.5	4.0	6.8	4.1	1.8	2.0	3.6
R	5.58	3.71	0.244	0.42	15.2	45.1	13.9	47.3	12.5	14.9	5.0	5.9	37.4	28.6
R (%)	102	77.1	50.9	105	48.3	142	24.2	96.9	29.3	32.7	25.4	28.9	23.6	16.7
CV(R)	36.4	27.6	18.2	37.8	17.2	50.9	8.6	34.6	10.4	11.7	9.1	10.4	8.4	6.0
outliers	-	-	2	-	-	-	1	1	1	-	2	-	-	-

S kwadraat	3.67	1.69	0.006	0.023	28.29	259	23.8	285	18.4	23.6	2.91	4.39	174	84.7
standdev.	1.78		0.103		9.27		9.04		4.44		1.82		12.3	
Vrijheidsgraden	16		18		20		18		19		18		20	
t	0.720		1.56		0.034		1.86		1.31		0.76		2.13	
kritieke t	2.12		2.10		2.09		2.10		2.09		2.10		2.09	
significant verschil	geen		geen		geen		geen		geen		geen		wel	

Bijlage E. Vergelijking proficiency test voor BOOM-laboratoria voor compost in het zelfde monster in 1997 en 1998, uitgedrukt in mg/kg droge stof.

	Arseen		Cadmium		Chroom		Koper		Kwik		Lood		Nikkel		Zink	
	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98	97	98
n	20	18	19	22	22	22	21	19	19	17	21	21	22	21	20	21
gem.	4.87	5.28	0.53	0.49	30.9	31.6	59.2	57.1	0.11	0.12	44.4	43.4	19.3	19.6	161	161
r	0.76	1.9	0.26	0.16	3.8	4.1	7.9	3.3	0.022	0.077	7.1	6.1	2.3	2.1	9.4	8.4
CV(r) %	5.6	13.0	17.8	11.6	4.3	4.6	4.8	2.1	7.3	22.7	5.7	5.0	4.2	3.8	2.1	1.9
R	3.5	5.1	0.31	0.45	13.7	25.5	15.4	15.1	0.13	0.18	18.2	13.4	6.3	6.6	47.5	36.7
CV(R)%	25.7	34.3	20.9	32.6	15.9	28.8	9.3	9.5	43.4	53.5	14.7	11.0	11.6	12.1	10.5	8.1