

**Zware metalen in dierlijke
mest in 2017**



Zware metalen in dierlijke mest in 2017

11202236-002

Titel

Zware metalen in dierlijke mest in 2017

Project

11202236-002

Kenmerk

11202236-002-BGS-0001

Pagina's

23

Samenvatting

Het gebruik van dierlijke mest is een belangrijke bron van metalen zoals koper en zink in landbouwgronden. In 2008 zijn de gehalten aan zware metalen (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn en As) in mest voor het laatst gemeten (Römkens & Rietra, 2008). Gezien de veranderingen in zowel wetgeving op het gebied van diervoeding als in bedrijfsvoering beogen we met deze studie een update van de getallen uit de studie van 2008 te geven.

Doel van deze studie is het rapporteren van actuele gehalten aan zware metalen in varkens-, rundvee- en vleeskuikenmest per diersoort en per regio. Naast de metalen die in 2008 zijn geanalyseerd, met uitzondering van Hg, zijn de metalen Ba, Co, Mo, Sb, Se, V en U geanalyseerd. In Tabel S.1 staan voor de verschillende metalen het gemiddelde en de mediaan van de drie verschillende mesttypen voor de regio's samen weergegeven.

De verschillen tussen de mesttypen, regio's en tussen 2017 en 2008 (voor zover mogelijk) zijn statistisch getoetst door middel van een t-test ($P=0,95$) op de gemiddelden. In Tabel S.2 staan deze resultaten samengevat.

Tabel S.1 Gemiddelde en mediaan (in mg/kg droge stof) van de metalen voor de verschillende mesttypen.

	Rundveemest		Varkensmest		Vleeskuikenmest	
	Gemid.	Mediaan	Gemid.	Mediaan	Gemid.	Mediaan
Arseen	0,59	0,41	0,67	0,5	0,27	0,21
Barium	26,7	21,5	31,0	29,9	22,4	16,0
Cadmium	0,20	0,15	0,28	0,28	0,13	0,12
Kobalt	3,06	2,62	2,57	2,27	0,83	0,72
Chroom	23,4	18,9	18,4	13,7	6,03	5,26
Koper	131	112	476	325	110	81,0
Molybdeen	5,86	5,77	5,74	5,70	3,58	3,06
Nikkel	15,4	13,5	14,4	12,8	5,98	4,88
Lood	4,26	3,97	9,81	3,28	1,12	0,60
Antimoon	0,12	0,10	0,16	0,12	0,05	0,03
Seleen	0,91	0,72	1,92	2,05	0,73	0,70
Uranium	0,16	0,11	0,52	0,32	0,30	0,20
Vanadium	1,99	1,43	3,14	3,14	1,48	1,21
Zink	312	184	1010	992	405	366

Titel
Zware metalen in dierlijke mest in 2017

Project 11202236-002 **Kenmerk** 11202236-002-BGS-0001 **Pagina's** 23

Tabel S.2 Per element een vergelijking tussen 2017 en 2008 (voor zover mogelijk), de regio's met significant lagere of hogere meetwaarden en een onderlinge vergelijking tussen de mesttypen. + = toename 2017 t.o.v. 2008, - = afname 2017 t.o.v. 2008, = = 2017 gelijk t.o.v. 2008, N = noord, O = oost, Z = zuid, W = west.

		Rundvee	Varken	Kuiken	Vergelijking mesttypen
As	2008-2017	-	-	-	varken = rund > kuiken
	laag	O/Z	N	O	
	hoog	N	O/W	Z	
Cd	2008-2017	-	-	-	varken > rund > kuiken
	laag	W	-	O/W	
	hoog	N	-	Z	
Cr	2008-2017	+*	+*	=	rund > varken > kuiken
	laag	N	-	-	
	hoog	W	-	-	
Cu	2008-2017	-	=	=	varken > rund = kuiken
	laag	O	N/Z	-	
	hoog	N	W	-	
Ni	2008-2017	+*	+*	+*	varken = rund > kuiken
	laag	-	-	-	
	hoog	-	-	-	
Pb	2008-2017	-	-	-	varken = rund > kuiken
	laag	O	-	-	
	hoog	N	-	-	
Zn	2008-2017	=	=	+	varken > rund = kuiken
	laag	O/W/Z	N	-	
	hoog	N	O/W	-	
Ba	laag	Z	N	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N/O/W	W/O	-	
Co	laag	-	-	-	varken = rund > kuiken
	hoog	-	-	-	
Mo	laag	-	N	-	varken = rund > kuiken
	hoog	-	W	-	
Sb	laag	O	-	-	varken = rund > kuiken
	hoog	N	-	-	
Se	laag	O/W/Z	-	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N	-	-	
V	laag	O/Z	-	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N	-	-	
U	laag	O/W/Z	W	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N	Z	-	

* mogelijk veroorzaakt door RVS maalapparatuur.

Titel

Zware metalen in dierlijke mest in 2017

Project

11202236-002

Kenmerk

11202236-002-BGS-0001

Pagina's




23

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Varkensmest bevat voor veel elementen de hoogste gehalten en vleeskuikenmest de laagste. In rundveemest zijn de gehalten voor een aantal elementen vergelijkbaar met varkensmest en voor een aantal met vleeskuikenmest.
- Tussen 2008 en 2017 is sprake van een daling in de arseen-, cadmium- en loodgehalten. Voor cadmium en lood is dit een verdere daling ten opzichte van 1996. Nikkel en chroom laten een stijging zien, maar deze wordt mogelijk veroorzaakt door contact met RVS tijdens de bemonstering en opwerking. Koper en zink lieten in 2008 een (sterke) stijging zien ten opzichte van 1998. Deze stijging zet in 2017 niet verder door; er is sprake van gelijkblijvende of dalende gehalten;
- De rundveemest uit regio Noord bevat voor meerdere elementen hogere gehalten, terwijl de varkensmest uit deze regio voor een aantal elementen lagere gehalten bevat. De regio's Oost en West leveren mest van vergelijkbare samenstelling.

Trefwoorden

Mest, zware metalen, bodem, koper, zink

Versie	Datum	Auteur	Paraaf	Review	Paraaf	Goedkeuring	Paraaf
	Okt. 2018	Janneke Klein		Bas van der Grift		Hilde Passier	
		Gerlinde Roskam					

Status

definitief

Inhoud

1 Inleiding	1
2 Methode	3
2.1 Monsterselectie	3
2.2 Labanalyses	3
2.3 Toetsing van verschillen	4
2.4 Landelijk achtergrondgehalte en interventiewaarde grond	4
3 Resultaten	7
3.1 Koper	8
3.2 Zink	8
3.3 Cadmium	9
3.4 Chroom	10
3.5 Nikkel	11
3.6 Lood	12
3.7 Arseen	12
3.8 Barium	13
3.9 Kobalt	14
3.10 Molybdeen	14
3.11 Antimoon	15
3.12 Seleen	15
3.13 Vanadium	16
3.14 Uranium	16
4 Discussie en conclusies	17
4.1 Vergelijking tussen rundvee- varkens- en vleeskuikenmest	18
4.2 Vergelijking gemeten gehalten in 2017 met 2008	18
4.3 Vergelijking tussen de regio's	18
5 Literatuur	19
 Bijlage(n)	
A Figuren vergelijking 2017 – 2008	A-1

1 Inleiding

Het gebruik van dierlijke mest is een belangrijke bron van metalen zoals koper en zink in landbouwgronden. In 2008 zijn de gehalten aan zware metalen (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn en As) in mest voor het laatst gemeten (Römkens & Rietra, 2008). Gezien de veranderende wetgeving op het gebied van diervoeding en veranderingen in bedrijfsvoering beogen we met deze studie een update van de getallen uit de studie van 2008 te geven.

Doel van deze studie is het rapporteren van actuele gehalten aan zware metalen in varkens-, rundvee- en vleeskuikenmest per diersoort en per regio. Naast de metalen die in 2008 zijn geanalyseerd, met uitzondering van Hg, zijn ook de metalen Ba, Co, Mo, Sb, Se, V en U geanalyseerd.

Deze actuele gegevens kunnen gebruikt worden om, daar waar dat aan de orde is, de huidige gehalten die in modellen gehanteerd worden te actualiseren en om ook voor de metalen die nog niet in de huidige modellen zitten, de vrachten die via dierlijke mest op de bodem komen te kwantificeren.

2 Methode

2.1 Monstersselectie

Eurofins Agro heeft uit de reguliere monsterstroom die zij ontvangen 105 mestmonsters willekeurig geselecteerd uit de periode 29 augustus tot en met 5 december 2017.

Bij de keuze van de monsters is een verdeling over de regio's noord, oost, zuid en west gemaakt en is er onderscheid gemaakt tussen drie verschillende typen mest (rundveedrijfmest, varkensmest en vleeskuikenmest). De aantallen monsters staan in onderstaande Tabel 2.1.

Er wordt vanuit gegaan dat deze monsters representatief zijn voor alle mest in Nederland.

Tabel 2.1 Aantal monsters per type mest en per regio.

Type mest	Regio	Aantal monsters
Rundveedrijfmest	Noord	10
	Oost	10
	Zuid	9
	West	10
	Totaal	39
Varkensmest	Noord	10
	Oost	11
	Zuid	13
	West	10
	Totaal	44
Vleeskuikenmest	Noord	5
	Oost	6
	Zuid	3
	West	6
	Totaal	20
Totaal		103

2.2 Labanalyses

Bij binnenkomst zijn de mestmonsters gedurende een weekend in een stoof bij 105°C gedroogd. Het gedroogde materiaal is gemalen in een rotormolen (Retsch), gehomogeniseerd en vervolgens ingewogen voor een Aqua Regia destructie (volgens ISO 11466:1995). Het extract is met ICP-OES (Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectroscopy, SPECTRO, ARCOS) geanalyseerd op P, Ca, Mg, Na, S, K en Zn. De overige elementen zijn bepaald met ICP-MS (Inductively Coupled Plasma - Mass Spectrometry, Thermo Scientific iCAP-Q). Het signaal van seleen wordt verstoord door de aanwezigheid van gadolinium en dysprosium; hiervoor is een correctie uitgevoerd.

De gemeten concentraties in de extracten zijn gecorrigeerd voor de gemiddelde concentratie in een achttal blanco extracten. Wanneer een deel van de meetresultaten van de blanco onder de rapportagegrens lag, zijn deze als 0,5 maal de rapportagegrens meegenomen in de blanco correctie. Als alle metingen onder de rapportagegrens lagen, is er niet gecorrigeerd voor de blanco.

De rapportagegrens is weergegeven in Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Rapportagegrens.

	Rapportagegrens (mg/kg d.s.)
Arseen	0.031
Barium	0.0092
Cadmium	0.0057
Kobalt	0.0061
Chroom	0.038
Koper	0.027
Molybdeen	0.0061
Nikkel	0.02
Lood	0.016
Antimoon	0.023
Seleen	0.33
Uranium	0.00015
Vanadium	0.053
Zink	18

2.3 Toetsing van verschillen

De verschillen zijn statistisch getoetst door middel van een t-test ($P=0,95$) op de gemiddelden en uitgaande van ongelijke standaard deviaties. Er is geen toets uitgevoerd om te controleren of de data (log) normaal verdeeld is (noodzakelijk voor een t-toets), maar de toets is zowel op de meetwaarden als op het logaritme van de meetwaarden uitgevoerd. Bij toetsing op de logaritmische waarden hebben hoge uitschieters minder invloed op het toetsresultaat. Wanneer bij de vijf hoogste waarden een factor twee verschil tussen opeenvolgende waarden bestaat, worden deze als uitschieters in de tekst benoemd. Ze worden wel meegenomen in de statistische toetsen. Meetwaarden onder de rapportagegrens zijn als 0,7x de rapportagegrens meegenomen in de statistische toetsen.

2.4 Landelijk achtergrondgehalte en interventiewaarde grond

Om een gevoel te krijgen hoe de gemeten gehalten in mest zich verhouden tot de gehalten in de bodem, is in Tabel 2.3 voor elk metaal het landelijk achtergrondgehalte en de interventiewaarde voor grond opgenomen. Mest kan niet beschouwd worden als nieuwe grond die wordt aangebracht op een bestaande bodem; zo zal een groot deel in relatief korte tijd worden afgebroken, kan een deel van de opgebrachte metalen worden opgenomen door het gewas en is er mogelijk een verschil in mobiliteit. Maar wanneer mest een gehalte aan metalen bevat dat ver onder de achtergrondwaarde ligt, is het aannemelijker dat mestgiften niet tot normoverschrijding zullen leiden dan wanneer het gehalte de interventiewaarde voor grond nadert. De achtergrondwaarde is overigens een landelijk afgeleide waarde; het is het 90-percentiel van een set onbelaste bodemonsters. De landelijke achtergrondwaarde houdt geen rekening met verschillen tussen bodemsoorten (klei, veen, zand).

Tabel 2.3 Landelijk achtergrondgehalte en interventiewaarde grond voor de verschillende metalen (afkomstig van website RIVM <https://rvs.rivm.nl/zoeksysteem/>).

	Landelijk achtergrondgehalte (mg/kg)	Interventiewaarde grond (mg/kg)
Arseen	20	76
Barium	190	920
Cadmium	0,6	4,3
Kobalt	15	190
Chroom	55	180
Koper	40	190
Molybdeen	0,5	190
Nikkel	35	100
Lood	50	530
Antimoon	4	22
Seleen	0,7	100
Vanadium	80	250
Uranium	2,9	
Zink	140	720

3 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt elk metaal apart beschreven in een paragraaf, waarbij de verschillen tussen mesttypen en regio's naar voren komen en een vergelijking wordt gemaakt met de resultaten van 2008 (Römkens en Rietra, 2008) en 1996 (Driessen en Roos, 1996).

In Tabel 3.1 staan voor de verschillende metalen het gemiddelde en de mediaan van de drie verschillende mesttypen voor de regio's samen weergegeven. In elke paragraaf staat van het betreffende metaal een grafiek met de mediaan, gemiddelde, minimum en maximum in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

In Tabel 3.2 staat een overzicht van mediane gehalten As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb en Zn voor de verschillende mesttypen in 1996, 2008 en 2017. In Bijlage A staat voor deze metalen in grafiekvorm een vergelijking tussen 2008 en 2017 weergegeven. De metalen Ba, Co, Mo, Sb, Se V en U zijn in 2008 niet gemeten; hiervoor kon geen vergelijking gemaakt worden tussen beide jaren.

Tabel 3.1 Gemiddelde en mediaan (in mg/kg droge stof) van de metalen voor de verschillende mesttypen.

	Rundveemest		Varkensmest		Vleeskuikenmest	
	Gemid.	Mediaan	Gemid.	Mediaan	Gemid.	Mediaan
Arseen	0,59	0,41	0,67	0,5	0,27	0,21
Barium	26,7	21,5	31,0	29,9	22,4	16,0
Cadmium	0,20	0,15	0,28	0,28	0,13	0,12
Kobalt	3,06	2,62	2,57	2,27	0,83	0,72
Chroom	23,4	18,9	18,4	13,7	6,03	5,26
Koper	131	112	476	325	110	81,0
Molybdeen	5,86	5,77	5,74	5,70	3,58	3,06
Nikkel	15,4	13,5	14,4	12,8	5,98	4,88
Lood	4,26	3,97	9,81	3,28	1,12	0,60
Antimoon	0,12	0,10	0,16	0,12	0,05	0,03
Seleen	0,91	0,72	1,92	2,05	0,73	0,70
Uranium	0,16	0,11	0,52	0,32	0,30	0,20
Vanadium	1,99	1,43	3,14	3,14	1,48	1,21
Zink	312	184	1010	992	405	366

Tabel 3.2 Overzicht van mediane gehalten (mg/kg) As, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb en Zn voor de verschillende mesttypen in 1996, 2008 en 2017 (1996: Driessen en Roos, 1996; 2008: Römkens en Rietra, 2008; 2017: dit onderzoek).

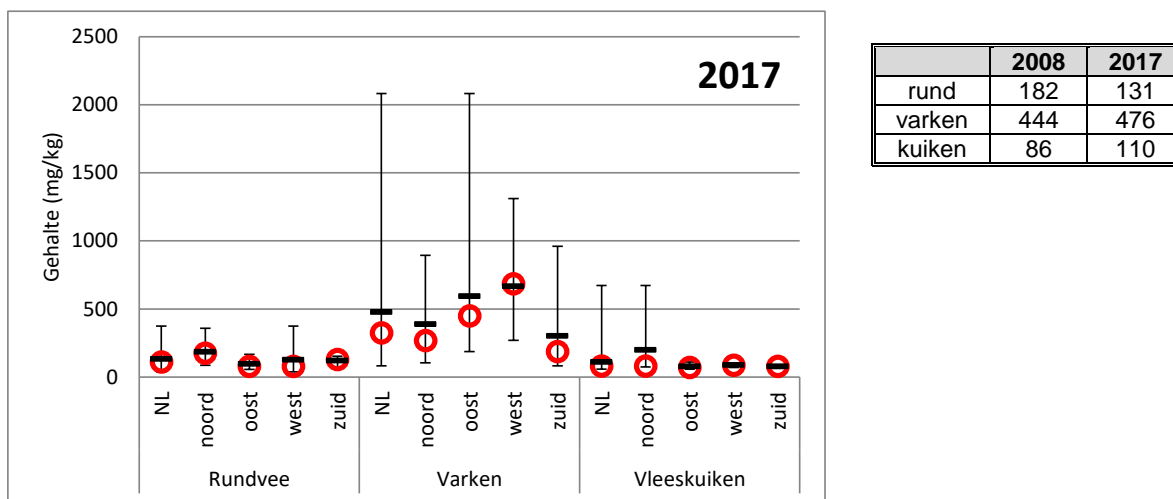
in mg/kg	Rundveemest			Varkensmest			Vleeskuikenmest		
	1996	2008	2017	1996	2008	2017	1996	2008	2017
Arseen	0,3-0,5	1,6	0,4	0,6-0,9	1,85	0,5	0,4-0,6	<1,1	0,2
Cadmium	0,19-0,24	0,25	0,15	0,30-0,62	0,35	0,28	0,18-0,19	<0,21	0,12
Chroom	6,2-8,4	<6,4	18,9	14-19	8,1	13,7	5,7-8,1	3,9	5,3
Koper	42	135	112,2	397	404	325,4	138	78	81,0
Nikkel	19-17	4,5	13,5	21-24	9,2	12,8	8,4-16	3,3	4,9
Lood	8,0-18,0	<4,8	4,0	14-22	<5,6	3,3	10-18	<6,3	0,6
Zink	156	198	184	564	952	992	307-386	266	366

3.1 Koper

Het kopergehalte in varkensmest is met een mediaan van 325 mg/kg bijna driemaal zo hoog als in rundvee- en vleeskuikenmest (mediaan van respectievelijk 112 en 81 mg/kg, zie figuur 3.1). De t-toets wijst uit dat het gemiddelde kopergehalte in varkensmest daarmee significant hoger is dan in de beide andere mestsoorten. De spreiding in de gemeten gehalten is in varkensmest ook veel groter dan in de andere twee mesttypen.

Er is een significant verschil in het Cu-gehalte in rundveemest tussen de regio's Oost en Noord. De Cu-gehalten in varkensmest zijn in regio West significant hoger dan in regio Noord en Zuid; toetsing op het logaritme van de meetwaarden toont daarnaast een verschil aan tussen de gehalten in de regio's Zuid en Oost. De verschillen in samenstelling van de vleeskuikenmest tussen de verschillende regio's zijn niet significant.

Voor vleeskuiken- en varkensmest zijn de gemeten kopergehalten in 2017 vergelijkbaar met de in 2008 gemeten gehalten, in rundveemest is sprake van een significante afname (zie Tabel 3.2 en Bijlage A). In 2008 werd door Römken en Rietra een toename van het kopergehalte in rundveemest (mediane waarde van 42 naar 135 mg/kg), een gelijkblijvend gehalte in varkensmest en een afname in vleeskuikenmest (mediaan van 38 naar 78 mg/kg) tussen 1996 en 2008 geconstateerd.



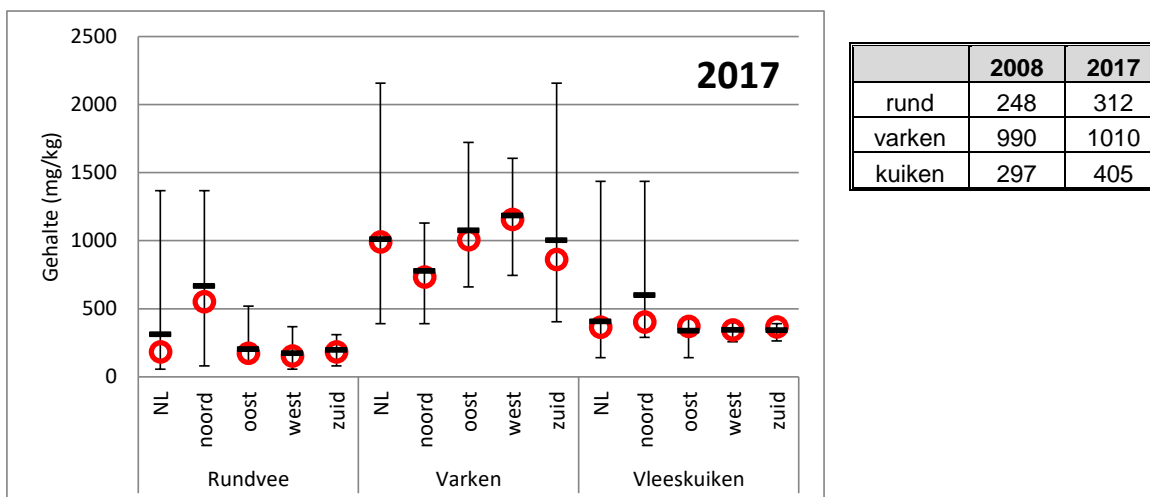
Figuur 3.1 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het kopergehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.2 Zink

In Figuur 3.2 is te zien dat het zinkgehalte met een gemiddelde en mediaan rond de 1000 mg/kg in varkensmest ruim twee keer zo hoog is als in rundvee- en vleeskuikenmest en daarmee ook significant afwijkt.

Als de regio's onderling bekeken worden, valt bij de rundvee- en varkensmest regio Noord op, met hogere zinkgehalten in rundveemest en lagere gehalten in varkensmest dan in de andere regio's (grotendeels significant, alleen niet voor varkensmest tussen noord en zuid). De spreiding in de gemeten gehalten is in varkensmest over het algemeen veel groter dan in de andere twee mesttypen. Uitzondering hierop is regio Noord, waar bij de rundvee- en vleeskuikenmest ook een grote spreiding aan gehalten is gemeten.

Het zinkgehalte in 2017 is grotendeels vergelijkbaar met hetgeen in 2008 is gemeten voor de drie mesttypen. Alleen na toetsing op de logaritmen komt een stijging in de vleeskuikenmest naar voren. Het gemeten **maximum**gehalte in vleeskuikenmest, en in beperktere mate voor rundveemest, is wel beduidend hoger in 2017 dan in 2008. Tussen 1996 en 2008 was sprake van een sterke toename in varkensmest en een lichte toename in rundveemest.



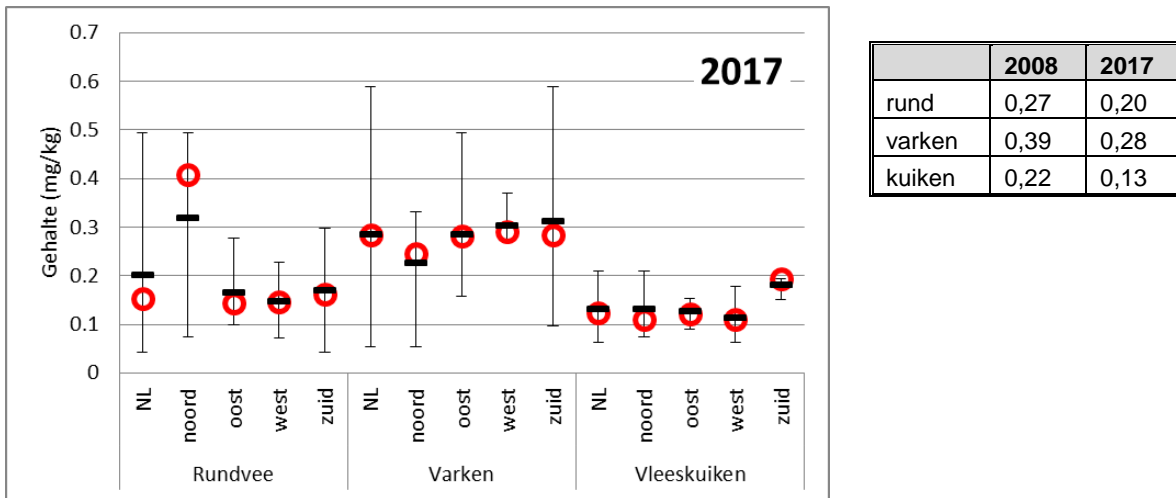
Figuur 3.2 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het zinkgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.3 Cadmium

Gemiddeld over de regio's is in Figuur 3.3 te zien dat het cadmiumgehalte het hoogste is in varkensmest, daarna in rundveemest en het laagste in vleeskuikenmest. Deze verschillen zijn significant ($P=0,95$).

De meetwaarden in rundveemest zijn significant hoger in de regio Noord, maar wanneer de logaritmische waarden worden vergeleken (waarbij de hoge uitschieters het resultaat minder beïnvloeden), is alleen het verschil tussen regio noord en regio west significant. De spreiding in de gemeten gehalten is het grootste in de varkensmest; eventuele significante verschillen vallen daardoor weg. In regio Zuid zijn de gehalten in vleeskuikenmest significant hoger dan de gehalten in de regio's Oost en West.

Voor alle drie de typen mest is het gemiddelde cadmiumgehalte in 2017 significant lager dan in 2008; de gehalten in 2008 waren vergelijkbaar met de gehalten in 1996.



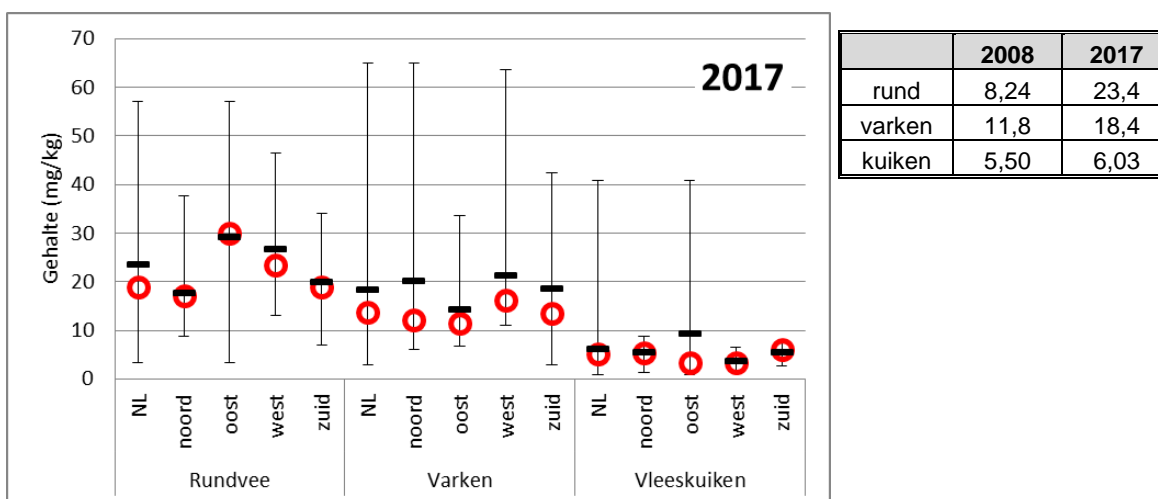
Figuur 3.3 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het cadmiumgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.4 Chroom

De chroomgehalten in rundvee- en varkensmest zijn hoger dan in vleeskuikenmest (zie figuur 3.4). Bij uitvoering van de t-toets op het logaritme van de meetwaarden is ook het verschil tussen rundvee- en varkensmest significant. Zowel in de rundvee- als varkensmest is de spreiding in de gemeten gehalten groot in vergelijking met de vleeskuikenmest.

Voor alle mestsoorten geldt dat de verschillen tussen de regio's niet significant zijn, met uitzondering van het verschil tussen regio Noord en West in rundveemest (logaritmische waarden).

Tussen 1996 en 2008 werd een afname in chroomgehalte waargenomen voor alle drie de mestsoorten (Römkens en Rietra, 2008). In 2017 is in rundvee- en varkensmest sprake van een significante toename. Het valt echter niet uit te sluiten dat de verschillen tussen de jaren veroorzaakt worden door verschillen in de bemonstering en opwerking. In 2017 zijn de monsters in een maalapparaat met RVS onderdelen gemalen; dit heeft mogelijk tot een verhoging van de Cr-gehalten geleid.

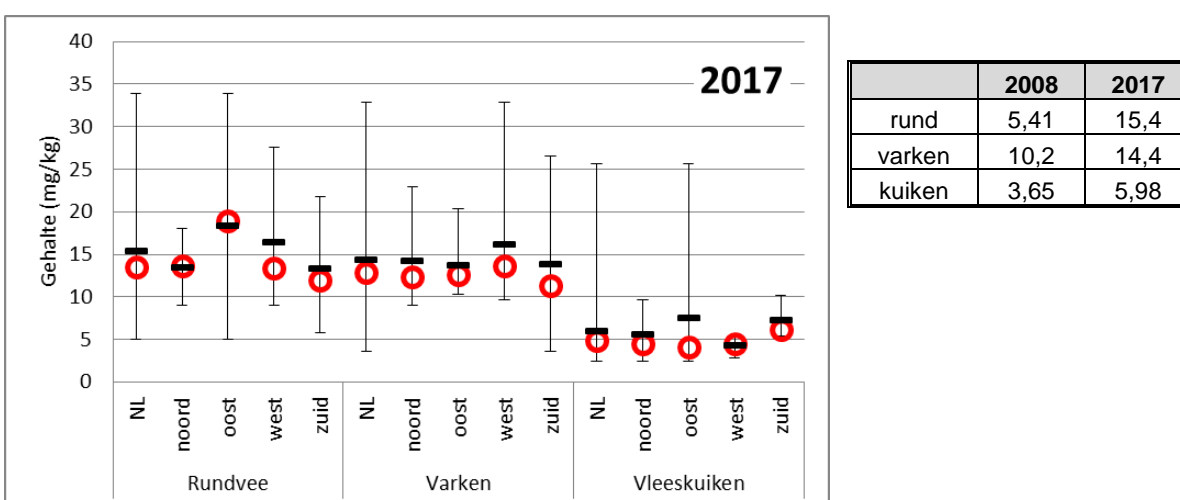


Figuur 3.4 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het chroomgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.5 Nikkel

In Figuur 3.5 is te zien dat het nikkelgehalte vergelijkbaar is in rundvee- en varkensmest en (significant) lager in vleeskuikenmest. De spreiding in de meetwaarden is groot. De verschillen tussen de regio's zijn klein en niet significant.

Bij alle drie de mesttypen zijn de mediaan en het gemiddelde in 2017 hoger zijn dan in 2008; voor de vleeskuikenmest is dit verschil alleen op de logaritmische waarden significant. Bij rundveemest is de toename het grootste. Tussen 1996 en 2008 werd een afname in nikkelgehalte geconstateerd. Er bestaat een sterke correlatie tussen de nikkel- en de chroomgehalten, die de verdenking op zich laat dat ook de nikkelgehalten mogelijk beïnvloed worden door de RVS-maalapparatuur.



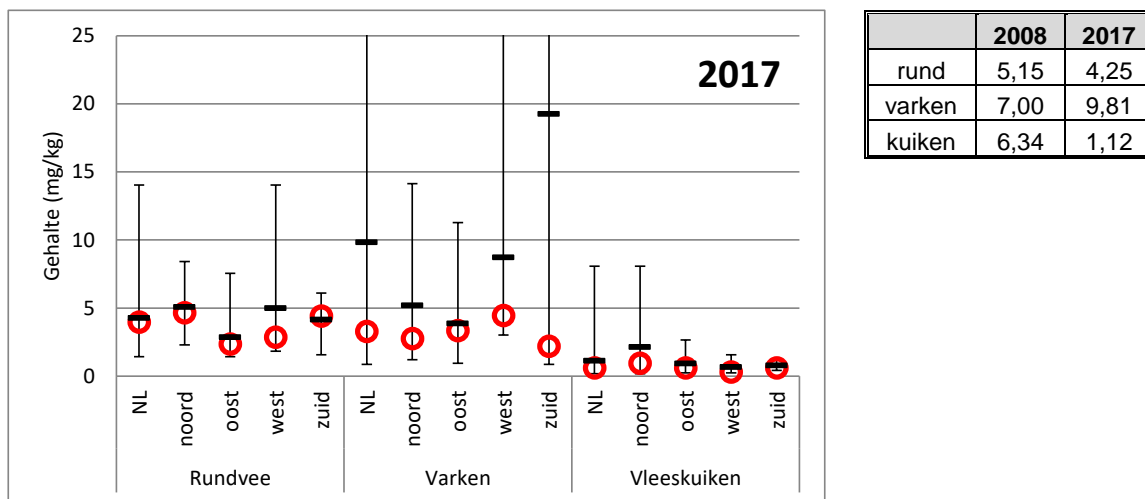
Figuur 3.5 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het nikkelgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.6 Lood

Het loodgehalte is vergelijkbaar in rundvee- en varkensmest en (op de logaritmische waarden) significant lager in vleeskuikenmest (Figuur 3.6). De varkensmest vertoont de grootste spreiding; de hoogste uitschieters (46,3 mg/kg in regio West en 215 mg/kg in regio Zuid) zijn niet weergegeven in de figuur. In dit laatste monster zijn ook de arseen- en vanadiumgehalten hoog.

Er is een significant verschil in de gehalten in rundveemest tussen regio Noord en Oost. Voor de overige mesttypen zijn de verschillen tussen de regio's niet significant.

Door de hoge uitschieters ligt het gemiddelde in de varkensmest in 2017 hoger dan in 2008, maar de t-toets toont aan dat er sprake is van een significante daling voor alle drie de mesttypen (voor varkensmest alleen op de logaritmische waarden). De gehalten die in 2008 zijn bepaald vertoonden al een daling ten opzichte van 1996.



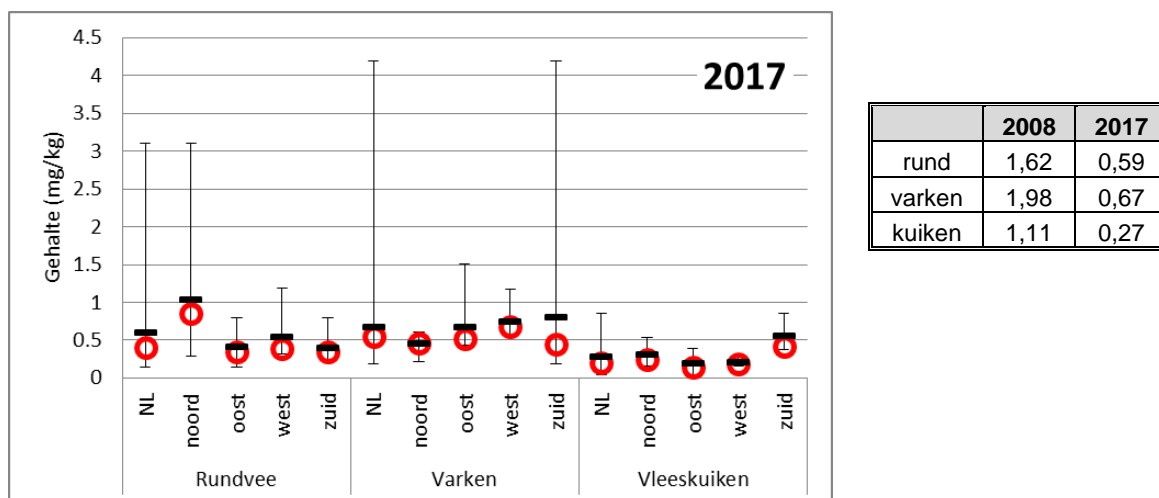
Figuur 3.6 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het loodgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. Let op: de y-as is afgekapt op 25 mg/kg; het maximum is 215 mg/kg voor varkensmest-Zuid en 46,3 mg/kg voor varkensmest-West. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.7 Arseen

In figuur 3.7 is te zien dat het arseengehalte in varkensmest vergelijkbaar is met dat in rundveemest; de gehalten in kuikenmest zijn significant lager. Er zijn twee hoge uitschieters: een waarde van 3,1 mg/kg in rundveemest in regio Noord en een waarde van 4,2 mg/kg in varkensmest in regio Zuid (in combinatie met hoge lood- en vanadiumgehalten).

Het arseengehalte in rundveemest is significant hoger in regio Noord dan in de regio's Zuid en Oost. In varkensmest zijn de gehalten in regio Noord juist lager dan in de regio's West en Oost. De laagste mediaan voor arseen in varkensmest treffen we aan in regio Zuid, maar door de hoge uitschieter is het verschil met regio Oost en West niet significant. De gehalten in vleeskuikenmest zijn het hoogste in regio Zuid, maar dit verschil is alleen met regio Oost significant.

Bij alle drie de mesttypen is het arseengehalte afgenomen in 2017 ten opzichte van 2008. Tussen 1996 en 2008 was er een toename te zien in arseengehalte; het arseengehalte in 2017 ligt in dezelfde orde grootte als het gehalte in 1996.

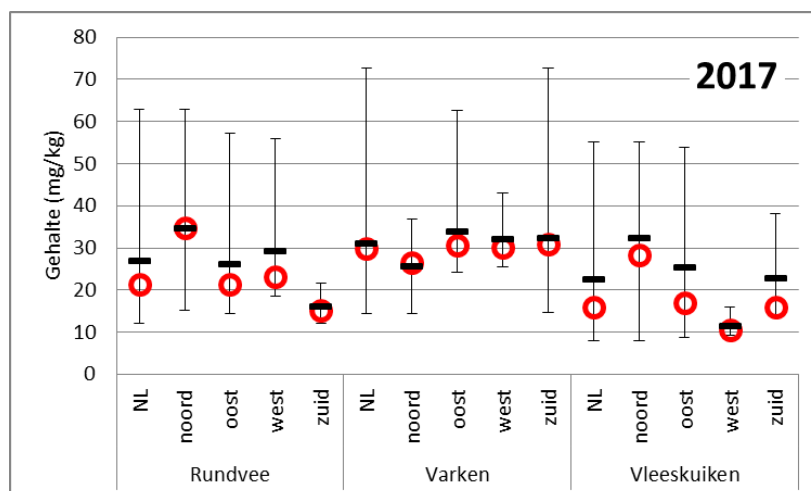


Figuur 3.7 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het arseengehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's. In de tabel de gemiddelde waarden in 2008 en 2017 voor de drie mesttypen.

3.8 Barium

Er is geen verschil in bariumgehalte tussen rundvee- en kuikenmest. De gehalten in varkensmest zijn hoger dan in rundvee- en kuikenmest (voor rundvee-varken alleen logaritmisch significant). De spreiding in de gehalten is over het algemeen groot.

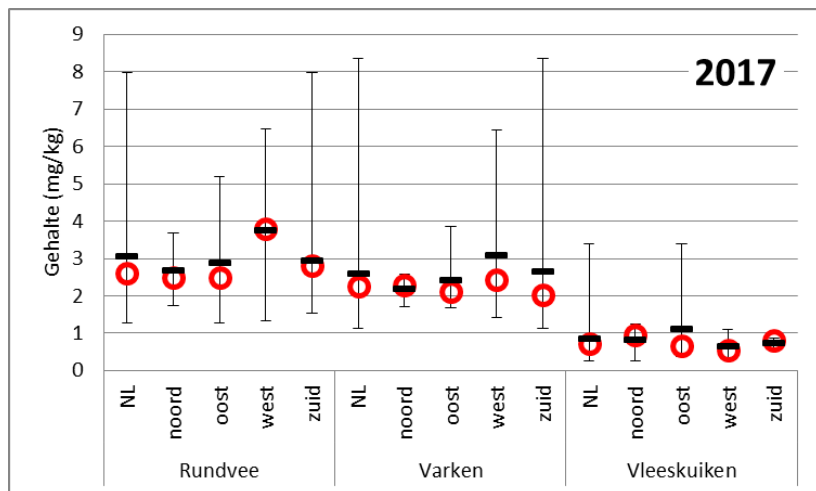
Bij de rundveemest komen significant lagere gehalten voor in regio Zuid dan in de andere regio's. De gehalten in varkensmest zijn lager in regio Noord (alleen significant met regio West en Oost). Voor kuikenmest vallen de verschillen tussen de regio's in het niet bij de spreiding; de mediaan is wel bijna een factor drie hoger in regio Noord dan in regio West.



Figuur 3.8 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het bariumgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

3.9 Kobalt

Het gehalte aan kobalt is in rundvee- en varkensmest hoger dan in vleeskuikenmest (Figuur 3.9). De spreiding in de gehalten is met name in regio West en Zuid groot. Er zijn geen significante verschillen tussen de regio's.

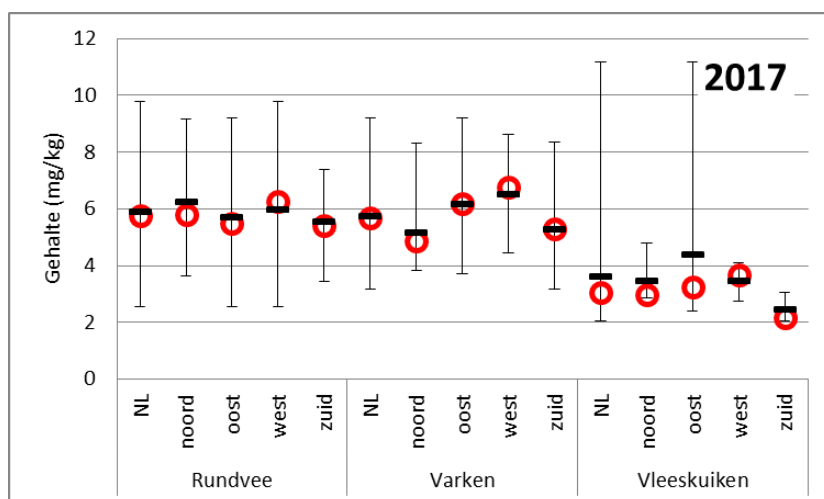


Figuur 3.9 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het kobaltgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

3.10 Molybdeen

Het molybdeengehalte is in rundvee- en varkensmest vergelijkbaar en hoger dan in vleeskuikenmest (Figuur 3.10). De spreiding is met name voor rundvee- en varkensmest groot.

De verschillen tussen de regio's vallen grotendeels in het niet bij de spreiding; alleen de logaritmische waarden van molybdeen in varkensmest laten een verschil zien tussen regio West en Noord.

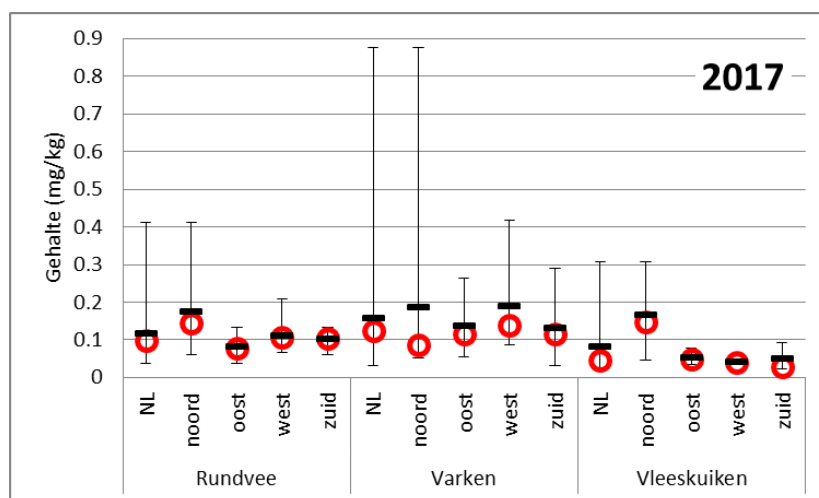


Figuur 3.10 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het molybdeengehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

3.11 Antimoon

Figuur 3.11 laat zien dat de gemeten antimoongehalten in rundvee- en varkensmest vergelijkbaar zijn en dat vleeskuikenmest significant lagere gehalten bevat. De meetwaarden in vleeskuikenmest liggen in 9 van de 20 monsters onder de rapportagegrens (zie Tabel 2.2). Varkensmest laat de grootste spreiding tussen de gehalten zien, met een uitschieter van 0,88 mg/kg in regio Noord.

De verschillen tussen de regio's zijn beperkt; alleen het antimoongehalte in rundveemest in regio Noord is significant hoger dan in regio Oost.

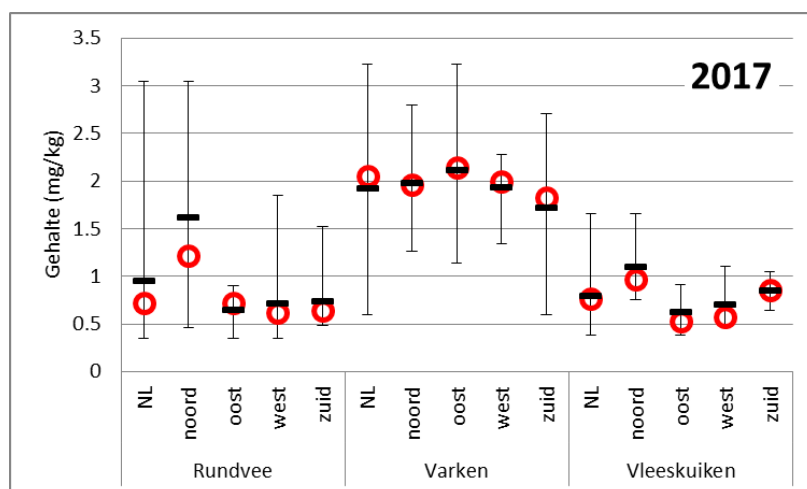


Figuur 3.11 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het antimoongehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

3.12 Seleen

In Figuur 3.12 is te zien dat het seleengehalte in varkensmest hoger is dan in rundvee- en vleeskuikenmest. In rundvee- en vleeskuikenmest zijn de gehalten vergelijkbaar.

De gehalten in rundveemest zijn significant hoger in regio Noord dan in de andere regio's. Varkens- en vleeskuikenmest vertonen geen verschillen tussen de regio's.

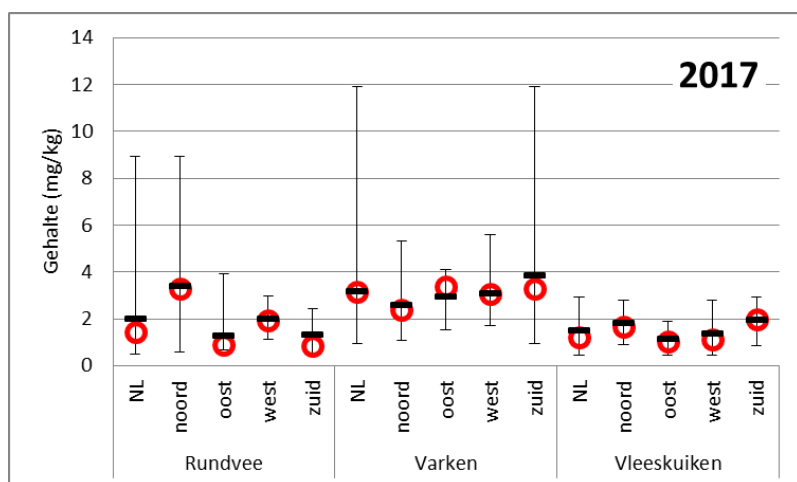


Figuur 3.12 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het seleengehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

3.13 Vanadium

Het vanadiumgehalte is het hoogste in varkensmest; er is geen verschil tussen de gehalten in rundvee- en vleeskuikenmest (Figuur 3.13). We treffen incidentele hoge waarden aan in rundveemest in regio Noord (8,94 mg/kg) en varkensmest in regio Zuid (11,9 mg/kg, in combinatie met hoog lood en arseen).

Bij de rundveemest valt regio Noord op met relatief hoge vanadiumgehalten (significant verschillend ten opzichte van de regio's Zuid en Oost). De regio's Oost en West verschillen significant na toetsing op de logaritmen van de meetwaarden. Er zijn geen verschillen tussen de regio's voor varkens- en vleeskuikenmest.

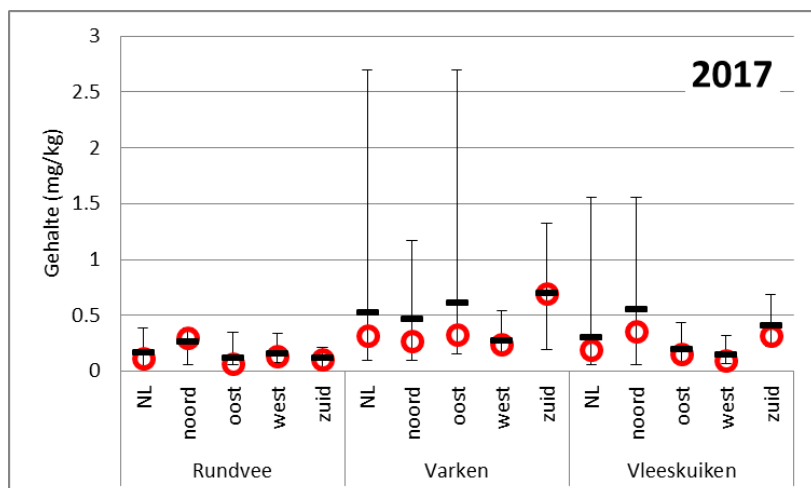


Figuur 3.13 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het vanadiumgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

3.14 Uranium

De hoogste uraniumgehalten (met een forse spreiding) worden gemeten in varkensmest (Figuur 3.14).

De uraniumgehalten in rundveemest zijn in regio Noord significant hoger dan in de andere regio's. In varkensmest is er alleen een significant verschil tussen de regio's Zuid en West, waarbij de gehalten in Zuid hoger zijn. De verschillen tussen de regio's in de vleeskuikenmest zijn niet significant.



Figuur 3.14 Mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum voor het uraniumgehalte (mg/kg) in de verschillende mesttypen en verschillende regio's.

4 Discussie en conclusies

In 2017 zijn de gehalten aan Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Zn, As, Ba, Co, Mo, Sb, Se, V en U in mestmonsters geanalyseerd. Dit rapport geeft een overzicht van deze gemeten gehalten in varkens-, rundvee- en vleeskuikenmest per diersoort en per regio. Daarnaast is er een vergelijking met de gemeten gehalten in 2008 en 1996 gemaakt. De resultaten staan samengevat in Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Per element een vergelijking tussen 2017 en 2008 (voor zover mogelijk), de regio's met significant lagere of hogere meetwaarden en een onderlinge vergelijking tussen de mesttypen. + = toename 2017 t.o.v. 2008, - = afname 2017 t.o.v. 2008, = = 2017 gelijk t.o.v. 2008, N = noord, O = oost, Z = zuid, W = west.

		Rundvee	Varken	Kuiken	Vergelijking mesttypen
As	2008-2017	-	-	-	varken = rund > kuiken
	laag	O/Z	N	O	
	hoog	N	O/W	Z	
Cd	2008-2017	-	-	-	varken > rund > kuiken
	laag	W	-	O/W	
	hoog	N	-	Z	
Cr	2008-2017	+*	+*	=	rund > varken > kuiken
	laag	N	-	-	
	hoog	W	-	-	
Cu	2008-2017	-	=	=	varken > rund = kuiken
	laag	O	N/Z	-	
	hoog	N	W	-	
Ni	2008-2017	+*	+*	+*	varken = rund > kuiken
	laag	-	-	-	
	hoog	-	-	-	
Pb	2008-2017	-	-	-	varken = rund > kuiken
	laag	O	-	-	
	hoog	N	-	-	
Zn	2008-2017	=	=	+	varken > rund = kuiken
	laag	O/W/Z	N	-	
	hoog	N	O/W	-	
Ba	laag	Z	N	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N/O/W	W/O	-	
Co	laag	-	-	-	varken = rund > kuiken
	hoog	-	-	-	
Mo	laag	-	N	-	varken = rund > kuiken
	hoog	-	W	-	
Sb	laag	O	-	-	varken = rund > kuiken
	hoog	N	-	-	
Se	laag	O/W/Z	-	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N	-	-	
V	laag	O/Z	-	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N	-	-	
U	laag	O/W/Z	W	-	varken > rund = kuiken
	hoog	N	Z	-	

* mogelijk veroorzaakt door RVS maalapparatuur.

4.1 Vergelijking tussen rundvee- varkens- en vleeskuikenmest

Bij nagenoeg alle metalen komen de hoogste gehalten in varkensmest voor en de laagste gehalten in vleeskuikenmest. De metalen cadmium, koper, zink, seleen, vanadium, uranium en zink hebben duidelijk de hoogste waarden in varkensmest. Barium is net iets hoger in varkensmest dan in de andere typen mest, maar het verschil is minder groot dan bij de hiervoor genoemde metalen. Voor de overige elementen geldt dat het gehalte in rundveemest vergelijkbaar is met de gehalten in varkensmest, met uitzondering van chroom. Dit element treffen we in hogere gehalten in rundveemest aan. De lagere gehalten in vleeskuikenmest zijn begrijpelijk gezien de samenstelling van de mest. Vleeskuikenmest bestaat voor een aanzienlijk deel uit zaagsel.

Geconcludeerd wordt dat in het algemeen varkensmest de hoogste gehalten aan metalen bevat en vleeskuikenmest de laagste gehalten. Ditzelfde beeld was ook in 2008 te zien.

4.2 Vergelijking gemeten gehalten in 2017 met 2008

De volgende conclusies kunnen getrokken worden:

- Tussen 2008 en 2017 is sprake van een daling van de arseen-, cadmium- en lood gehalten. Voor cadmium en lood is dit een verdere daling ten opzichte van 1996. Voor arseen geldt dat er tussen 1996 en 2008 een toename te zien was; het arseengehalte in 2017 ligt in dezelfde orde grootte als het gehalte in 1996.
- Het kopergehalte is tussen 2008 en 2017 gedaald in rundveemest en gelijk gebleven in varkens- en vleeskuikenmest. Tussen 1998 en 2008 was sprake van een stijging in rundveemest en een daling in vleeskuikenmest.
- Het zinkgehalte is gelijk gebleven in rundvee- en varkensmest en gestegen in vleeskuikenmest (naar het niveau van 1998). In 2008 was sprake van een sterke stijging van zink in varkensmest en een lichte toename in rundveemest. Deze toenames zijn dus niet verder doorgezet.
- De data van 2017 laten een toename in de chroom- en nikkelgehalten zien ten opzichte van 2008. Voor deze twee metalen vond tussen 1996 en 2008 juist een afname plaats. De huidige toename kan veroorzaakt zijn door verschillen in bemonstering en analyse; in 2017 is RVS maalapparatuur gebruikt en dit heeft mogelijk tot een verhoging van de Cr-gehalten geleid.

4.3 Vergelijking tussen de regio's

Rundveemest uit regio Noord bevat vaak hogere gehalten aan metalen dan die uit de overige regio's. Chroom is daarbij een uitzondering; dit element komt juist in lagere gehalten in rundveemest uit regio Noord voor. De varkensmest uit regio Noord bevat juist van diverse elementen lagere gehalten. Er zijn nauwelijks significante verschillen in de vleeskuikenmest uit de diverse regio's. Dit wordt mogelijk mede veroorzaakt door het beperkte aantal monsters (3 tot 6 monsters vleeskuikenmest per regio, tegen 9 tot 13 monsters varkens- en rundveemest). Voor geen enkel element of mesttype bestaat er een significant verschil in samenstelling tussen regio Oost en regio West. In 2008 werd geconcludeerd dat de verschillen tussen de regio's klein zijn.

5 Literatuur

Driessen, J.J.M., Roos, A.H., 1996. Zware metalen, organische microverontreinigingen en nutriënten in dierlijke mest, compost, zuiveringsslib, grond en kunstmeststoffen. Rapport 96.14, RIKILT-DLO, Wageningen.

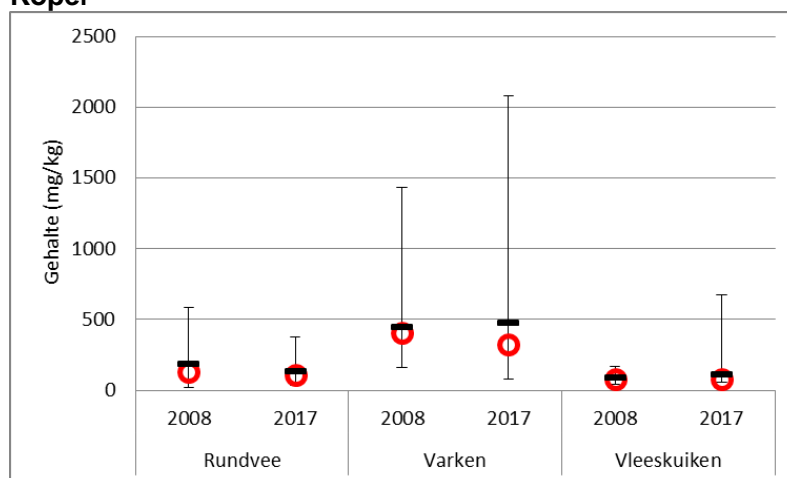
Römkens, P.F.A.M., Rietra, R.P.J.J., 2008. Zware metalen in dierlijke mest in 2008. Gehalten aan Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn, As, N en P in runder-, varkens- en kippenmest. Alterra-rapport 1729.

Website RIVM: <https://rvs.rivm.nl/zoeksysteem/>

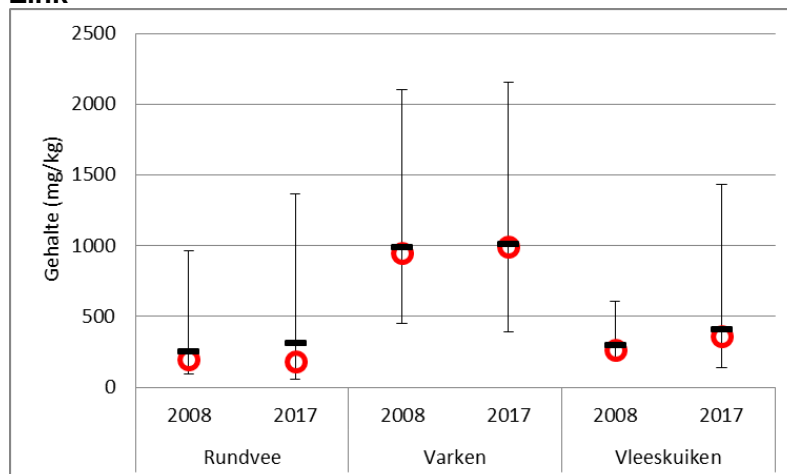
A Figuren vergelijking 2017 – 2008

In de onderstaande grafieken staat voor koper, zink, cadmium, chroom, nikkel, lood en arseen de vergelijking tussen 2008 en 2017 weergegeven voor de verschillende mesttypen. In de grafieken is weergegeven: mediaan (rode rondje), gemiddelde (zwarte streepje), minimum en maximum.

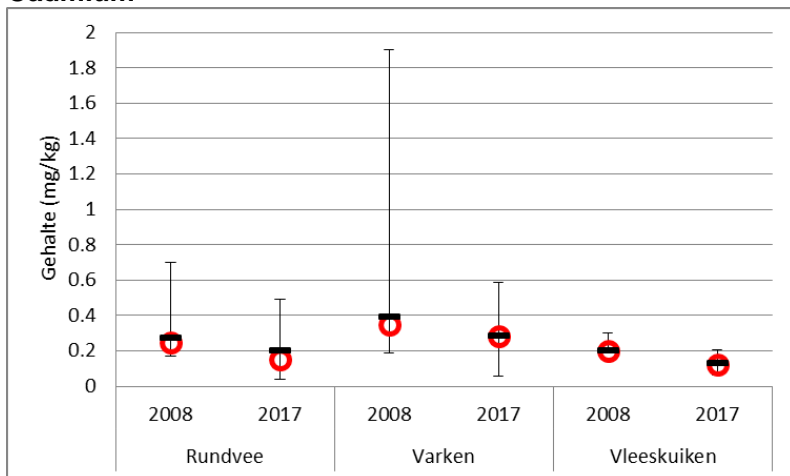
Koper



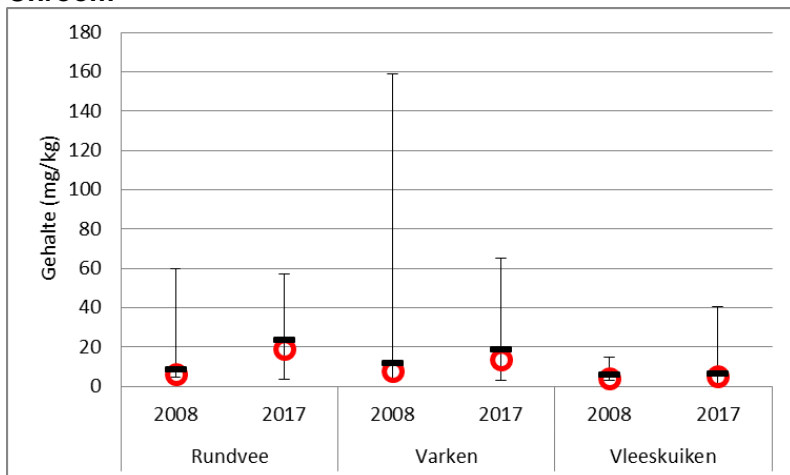
Zink



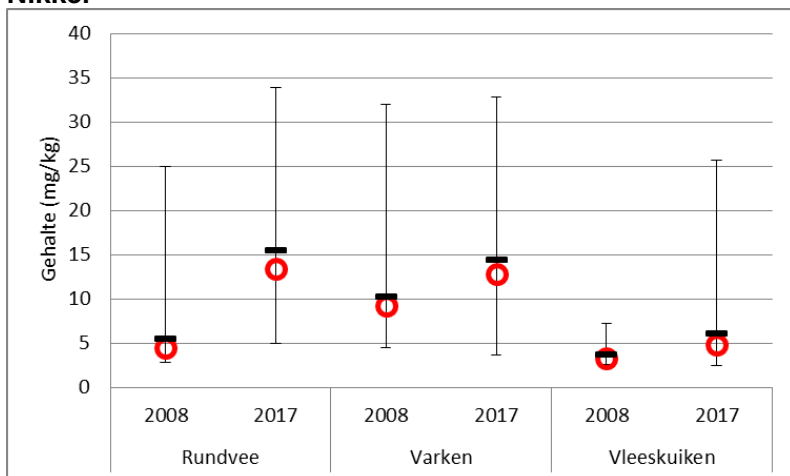
Cadmium

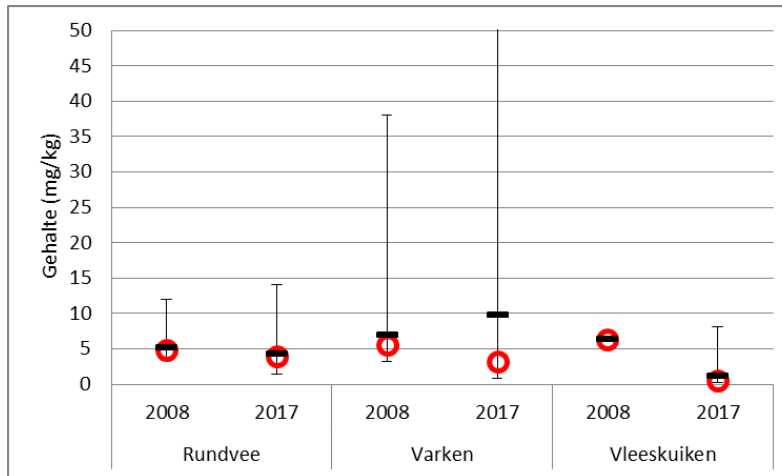


Chroom



Nikkel



Lood

Let op: de y-as is afgekapt op 50 mg/kg; het maximum bij de varkensmest in 2017 loopt tot 215 mg/kg.

Arseen