

Afdeling Zware Metalen 1982-09-16  
VERSLAG 82.74 pr.nr. 404.0520

Onderwerp: Overdracht van cadmium,  
lood, kwik en arseen bij melkkoeien  
gevoederd met oplosbare verbindingen  
of met haven- of rioolslib (IVVO-  
RIKILT "proefplan B")

Dit verslag is tevens verschenen als rapport 148 van het  
Instituut voor Veevoedingsonderzoek (IVVO) te Lelystad.  
Adres: Runderweg 2, 8219 PK LELYSTAD.

Verzendlijst: directeur, direktie V.K.A., sektorhoofd (3x), afdeling  
Zware Metalen (7x), afd. Normalisatie (Humme), afd.  
Projektbeheer, afd. Contaminanten, afd. Additieven,  
afd. Diergeneesmiddelen, Leden LAC-Werkgroep Zware  
Metalen, Leden LAC-Stuurgroep Vee, Vlees en Eieren,  
Leden LAC-Stuurgroep Zuivelverontreiniging.



Projekt: Onderzoek naar de overdracht van zware metalen en spoorelementen van diervoeders naar dierlijke produkten

Onderwerp: Overdracht van cadmium, lood, kwik en arseen bij melkkoeien gevoerd met oplosbare verbindingen of met haven- of rioolslib (IVVO-RIKILT "proefplan B")

---

Doel:

Het ministerie van Landbouw en Visserij en met name de LAC-Stuurgroep "Vee, Vlees en Eieren" en de LAC-Stuurgroep "Zuivelverontreiniging" alsmede de LAC-Werkgroep "Zware Metalen" te informeren omtrent de mate van overdracht van cadmium, lood, kwik en arseen bij op stal gehuisveste melkkoeien vanuit het voer naar het dierlijke produkt.

Samenvatting:

In dit verslag wordt het effect bij op stal gehuisveste melkkoeien van toediening van zware metalen via het voer op het gehalte van deze metalen in een aantal dierlijke produkten nagegaan. Cadmium, lood, kwik en arseen werden in de vorm van oplosbare verbindingen of zoals ze voorkomen in haven- en rioolslib via het voeder toegediend. Het niveau van toediening lag voor de oplosbare verbindingen van lood, kwik en arseen op de wettelijk geldende veevoedertolerantie, dat wil zeggen op 10 resp. 0,1 en 2 mg/kg terwijl cadmium op het niveau van arseen werd gedoseerd. Havenslib en rioolslib werden in een dusdanige hoeveelheid in het voer verwerkt, dat het gehalte van lood in de rantsoenen op het niveau van de veevoedertolerantie kwam te liggen. De gehalten voor cadmium, kwik en arseen lagen derhalve vast en liggen met uitzondering van kwik in havenslib lager dan de gehalten voor de oplosbare verbindingen. De toedieningsperiode bedroeg voor alle groepen 24 maanden.

De onderzochte dierlijke produkten zijn melk, bloed, vlees, lever, nier, hart, zwezerik, milt, hersenen en bot. De gehalten in melk, vlees, lever en nier zijn vergeleken met (voorlopige) tolerantiegrenzen T en aktiegrenzen A, opgesteld door de LAC, alsmede met grenswaarden die bij het Ministerie van Landbouw en Visserij en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiene in discussie zijn.

#### Conclusies.

Cadmium en lood liggen in melk ruimschoots onder de grenswaarden van 0,005 resp. 0,05 mg/kg. Er wordt niet of nauwelijks overdracht gevonden voor cadmium, lood, kwik en arseen vanuit het voeder naar de melk. Een uitzondering vormt kwik bij toediening in de vorm van haven- of rioolslib. De gehalten liggen dan 5 resp. 2 maal boven de detektiegrens van 0,0005 mg/kg.

Er worden geen of nauwelijks verhoogde gehalten van cadmium, lood, kwik en arseen in bloed gevonden. Dit geldt ook, met uitzondering van arseen, voor vlees. Bij toediening van arseen in oplosbare vorm wordt de aktiegrens van 0,03 mg/kg bereikt.

Cadmium, lood, kwik en arseen geven een duidelijke overdracht vanuit voer naar levers en nieren te zien. In het bijzonder geldt dit voor cadmium bij toediening in oplosbare vorm.

Het gehalte van cadmium in levers en nieren overschrijdt, bij toediening op een niveau van 1,6 mg/kg in oplosbare vorm, de grenswaarden van respectievelijk 1 en 2 mg/kg. Voor de levers wordt gemiddeld 1,5 en voor de nieren 6,1 mg/kg gevonden. Dit geldt ook voor één van de twee onderzochte nieren van de groep die havenslib kreeg toegediend. Hier lag het gehalte op 1,7 mg/kg, terwijl het gehalte in het rantsoen 0,5 mg/kg was. Het gehalte van lood in nieren overschrijdt, bij toediening van dit element in oplosbare vorm, de grenswaarde van 1 mg/kg. Gemiddeld werd een gehalte van 1,2 mg/kg gevonden.

Het kwikgehalte in één der twee nieren uit de havenslib-groep overschrijdt de aktiegrens van 0,1 mg/kg. Het gehalte in het rantsoen lag hier echter bijna een faktor 2 boven het in de Produktschapsverordening opgegeven gehalte van maximaal 0,1 mg/kg. Het arseengehalte in één nier overschrijdt de aktiegrens van 0,15 mg/kg, bij toediening van dit element in oplosbare vorm. Het gevonden gehalte bedroeg 0,17 mg/kg.

Voor cadmium, lood en kwik wordt geen of nauwelijks en voor arseen enige overdracht gevonden van voer naar hart, zwezerik en hersenen. Worden de aktiegrenzen voor vlees gehanteerd, dit in verband met consumptie van zwezerik en hersenen, dan treden geen overschrijdingen op. Opgemerkt zij, dat de consumptie van deze produkten gering is. Cadmium, lood en arseen geven overdracht vanuit het voer naar milt te zien. Soms ligt het gehalte hoger dan in de lever (Pb en As) en in de nieren (As). Bij bot geldt dit alleen voor lood, waarbij het gehalte op ca. 7 mg/kg ligt, onafhankelijk van de vorm van toediening. Het gehalte in bot voor de controlegroep lag op 2,6 mg/kg.

---

Verantwoordelijk: drs N.G. van der Veen, ir K. Vreman (IVVO)

Samenstellers: drs N.G. van der Veen en ir K. Vreman

Medewerkers: mw E.H.J. Berghmans-van Megen, mw A.M.G. Betteray-Kortekaas, mw A.C.M. Driessen, mw A.W. Hoff, mw J.P.C. Hovens, J.C. Moraal, P. van de Spreng, J.J.M.H. Teeuwen

Projectleider: drs N.G. van der Veen

## 1. Inleiding.

In verband met het streven van de overheid om normen te ontwerpen voor cadmium, lood, kwik en eventueel ook arseen in produkten van landbouwhuisdieren als melk, vlees en eetbare organen worden gegevens gevraagd over de overdracht van deze elementen uit het voer naar de genoemde dierlijke produkten.

De verreweg belangrijkste besmettingsbron voor cadmium, lood, kwik en arseen in dierlijke produkten is het door de landbouwhuisdieren opgenomen voeder.

Voor lood, kwik en arseen zijn door het Produktschap voor Veevoeder reeds maximum gehalten in diervoeders voorgeschreven (Tabel 1).

De mate van overdracht van zulke elementen uit het voer naar het dierlijke produkt is van vele factoren afhankelijk. De belangrijkste factoren zijn in tabel 2 samengevat.

Om de overdrachtsgegevens zo goed mogelijk voor problemen in de praktijk te kunnen gebruiken, dienen de op te zetten proeven uitgevoerd te worden met in de praktijk voorkomende gecontamineerde voeders, zowel grondstoffen voor mengvoeders als op veehouderijbedrijven aanwezige of aangekochte ruwvoeders.

Voor de Nederlandse situatie zijn zulke proeven reeds uitgevoerd met slachtvarkens (1) en melkkoeien (2).

In de proef met slachtvarkens worden de effecten van verschillende cadmiumgehalten in verschillende voederfosfaten voor mengvoeders onderzocht, terwijl in de proef met melkkoeien bedrijven in uiterwaarden worden vergeleken met een binnendijs bedrijf voor wat betreft de gehalten aan acht spoorelementen in grond, gras en weefsels van koeien. Bij de onderzochte slachtvarkens bleven de cadmiumgehalten in het vlees laag en de gehalten in lever en vooral in nier stegen naarmate de cadmiumgehalten in het voer toenamen.

Bij de onderzochte koeien bleek dat de gehalten van de onderzochte spoorelementen (o.a. cadmium, kwik en arseen) in de keten grond-gras-koe niet hoger werden.

Teneinde de kwantitatieve gegevens bij landbouwhuisdieren verder aan te vullen werd besloten nieuwe overdrachtsproeven op te zetten met melkkoeien op een grasrantsoen, melkkoeien op een stalrantsoen (krachtvoer en hooi of kuilvoer), vleesstieren op een stalrantsoen en vleeslammeren op een gras- en stalrantsoen.

Dit verslag behandelt het overdrachtsonderzoek met melkkoeien op een stalrantsoen. De overig genoemde overdrachtsproeven zijn reeds afgerond (3,4,5).

Een probleem bij de opzet van genoemde proeven werd gevormd door de aard van de verbindingen, waarin het te onderzoeken element voorkomt. In de praktijk worden de elementen opgenomen zoals ze voorkomen in ruwvoerders, krachtvoerders, grond en drinkwater. Om dit nu onder zuivere praktijkomstandigheden te onderzoeken waarbij tevens de gehalten op een niveau liggen dat vergelijkbaar is met de in tabel 1 genoemde gehalten, dienen passende praktijkbedrijven beschikbaar te zijn. Voor de Nederlandse situatie zou de Broekpolder bij Rotterdam in aanmerking kunnen komen voor het weiden van rundvee. In verband met veel praktische moeilijkheden (o.a. kwaliteit van de grasmat - veel distels -, winning en transport van hooi- en kuilvoer en onvoldoende aanbod van gecontamineerde grondstoffen voor krachtvoerders) en de relatief geringe verschillen tussen gecontamineerd en niet-gecontamineerd gras werd echter gekozen voor enerzijds een huisvesting van de proefdieren in de stallen van de proefboerderij van het IVVO te Lelystad en anderzijds voor verwerking van gecontamineerd slib (havenslib en rioolslib) in krachtvoeder. Beide slibsoorten worden in de praktijk toegepast op cultuurgrond, vooral grasland en zouden in de veehouderij een rol kunnen spelen bij de overdracht van cadmium, lood, kwik en arseen naar de dierlijke produkten.

Bij de opzet van de hieronder beschreven proef is ook uitgegaan van de gedachte dat het overdrachtseffekt op organen en eventueel melk en vlees maximaal zal zijn indien gedurende lange tijd de elementen aan de proefdieren worden verstrekt in de vorm van goed in water oplosbare verbindingen.

## 2. Proefopzet.

De proef werd gestart met 32 melkkoeien, die volop in lactatie waren. De proefkoeien werden door loting over 4 groepen van elk 8 dieren verdeeld. De verschillende behandelingen waren:

Groep 1: 8 koeien, die geen extra hoeveelheid aan Cd, Pb, Hg en As kregen toegediend.

Groep 2: 8 koeien, die een extra hoeveelheid van genoemde elementen verstrekt kregen in de vorm van oplosbare verbindingen.

Groep 3: 8 koeien, die een extra hoeveelheid van genoemde elementen verstrekt kregen door havenslib in het krachtvoer op te nemen.

Groep 4: 8 koeien, die een extra hoeveelheid van genoemde elementen verstrekt kregen door rioolslib in het krachtvoer op te nemen.

De oplosbare verbindingen waren:

Arseen als arseentrioxide en cadmium, lood en kwik als acetaat. Ze werden via een briketje krachtvoer opgenomen.

Havenslib en rioolslib werden opgenomen in het krachtvoermengsel.

De tijdsduur van de toediening omvatte voor de meeste dieren tenminste 15 maanden, overeenkomend met een periode van twee opeenvolgende lactaties.

Tijdens de proef moesten 6 koeien worden geslacht (niet drachtig geworden of gebreken aan klauwen en tepels). Na de periode van twee lactaties moesten produktieve dieren voor andere proeven worden ingezet, zodat slechts 10 dieren overbleven voor deze proef, waarmee de toediening van zware metalen nog gedurende één lactatie werd voortgezet. De totale toedieningsperiode bedroeg voor deze 10 koeien 24 maanden.

Van deze 10 koeien werden er 7 geslacht, namelijk uit elke groep 2 koeien, behalve de groep met havenslib. Uit deze groep kon na 3 lactaties slechts 1 koe worden geslacht. De proefdieren werden overwegend op stal gehouden. Teneinde klauwafwijkingen zoveel mogelijk te voorkomen werd elk jaar een korte weideperiode ingelast t.w. de maanden augustus en september. In deze maanden bestond het hoofd rantsoen uiteraard uit weidegras dat tijdens het melken aangevuld werd met 1-3 kg weidebrok. In de weideperiode werd geen extra hoeveelheid zware metalen - of als oplosbare verbinding of als slib - verstrekt.

De belangrijkste gegevens over de proefdieren zijn in tabel 3 samengevat. De verdeling van de beschikbare koeien over de groepen wordt gegeven in tabel 3A. De procentuele samenstelling van het krachtvoer is opgenomen in tabel 4. De koeien in de groep met oplosbare verbindingen kregen alle krachtvoer als briket vanwege de orale toediening van de zware metalen via een briket. De overige groepen kregen het krachtvoer in brokvorm.



In tabel 5 zijn de gehalten aan cadmium, lood, kwik en arseen in het aan de proefdieren verstrekte krachtvoer en ruwvoeder opgenomen. Uit deze gehalten en de verhouding tussen de opgenomen hoeveelheden aan droge stof krachtvoer en ruwvoeder konden de gehalten aan vermelde elementen in het totale rantsoen worden berekend (tabel 6). Uit deze tabel blijkt dat in het bijzonder voor cadmium en arseen met behulp van slib in het krachtvoer aanzienlijk lagere gehalten in het totale rantsoen werden verkregen dan met behulp van oplosbare verbindingen. De dagelijks toegediende hoeveelheid aan lood, kwik en arseen was dusdanig dat de gehalten aan genoemde elementen in het totale rantsoen, op basis van 88% droge stof, zo goed mogelijk overeen kwamen met de maximaal toelaatbare gehalten vermeld in de Verordening van het Produktschap voor Veevoeder, t.w. lood 10 mg, kwik 0,1 mg en arseen 2 mg per kg voor enkelvoudige voeders.

In verband met het ontbreken van een voorgeschreven maximum gehalte voor cadmium in diervoeder, werd dit element op het niveau van arseen gedoseerd.

### 3. Monsterneming tijdens de proef en het slachten.

Gedurende de proef werden regelmatig monsters van het verstrekte voer genomen. Melk en bloed werden 1 maal per 3 maanden bemonsterd.

Gedurende de proef werden geen leverbiopsieën gedaan.

Van de dieren die geslacht werden, werden verschillende organen en weefsels bemonsterd: vlees, lever, nieren, hart, zwezerik, milt, hersenen en bot (metacarpus).

Ten behoeve van het histo-pathologisch onderzoek werden de volgende organen en weefsels bemonsterd: lever, nier, milt, hart, pens, lebmaag, darmwand, uterus en skeletspieren.

### 4. Methoden van onderzoek.

Lood en cadmium werden voor wat betreft de dierlijke produkten voltammetrisch onderzocht. De gehalten van deze elementen in veevoeders werden met behulp van vlam-AAS bepaald. Kwik werd met behulp van koude-damp-AAS bepaald en arseen met behulp van hydride-AAS. Voor verdere details zij verwezen naar refs. 3 en 4. Voor het onderzoek van bloed werd uitgegaan van 1 gram monster en behandeld zoals bij het onderzoek van melk is aangegeven (3).

Tabel 7 geeft een overzicht van de detektielimieten.

## 5. Resultaten.

In de tabellen 8 t/m 17 worden de analyseresultaten voor cadmium, lood, kwik en arseen in respectievelijk melk, bloed, vlees, lever, nier, hart, zwezerik, milt, hersenen en bot gegeven.

Uit deze tabellen blijkt dat vooral levers en nieren hoge gehalten geven bij toediening van deze elementen in oplosbare vorm (tabellen 11 en 12).

Tabellen 18 t/m 21 geven de gemiddelde gehalten voor de onderzochte elementen in de genoemde produkten, alsmede de gehalten in het totale rantsoen.

De ochtend- en avondmelk gaven geen verschillen in gehalten aan genoemde elementen per dier te zien (tabel 8). De gemiddelde gehalten voor melk in de tabellen 18 t/m 21 hebben dan ook betrekking op zowel ochtend- als avondmelk. In deze tabellen zijn tevens de geldende aktiegrenzen A en de voorgestelde LAC-toleranties T opgenomen. In deze tabellen zijn ook grenswaarden aangegeven, die naar aanleiding van overleg tussen het Ministerie van Landbouw en Visserij en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiene dd. 1982-08-10 opgesteld zijn en ingebracht in de LAC-werkgroep "Zware Metalen" dd. 1982-08-26. In de tabellen 18 t/m 21 zijn de groepen als volgt aangeduid:

C = controle groep, OV = groep waaraan oplosbare verbindingen zijn verstrekt, HS = groep die zware metalen in de vorm van havenslib kreeg toegediend, RS = groep die zware metalen in de vorm van rioolslib kreeg toegediend. Deze codering is ook in tabel 22 aangehouden.

Deze tabel 22 geeft een overzicht van de gemiddelde gehalten van cadmium en lood in levers en nieren van weidende melkkoeien (3) en van op stal gehuisveste koeien. Tevens zijn hier opgenomen de tijdsduur van toediening, het gehalte in het rantsoen en de totaal opgenomen hoeveelheid element in de periode van toediening.

## 6. Discussie.

### Melk.

De gehalten voor cadmium in melk (0,0001-0,0004 mg/kg) zijn laag (tabellen 8 en 18) en vergelijkbaar met overdrachtsonderzoek met weidende melkkoeien (1), waarbij het gehalte in het rantsoen der dieren zelfs op 10 mg/kg lag. Van stijging van gehalten is dan ook geen sprake.

Nederlands monitoringonderzoek over 1976 en 1977 (6, 7) leverde een gemiddeld gehalte van 0,0007 mg/kg op (n = 162).

In Duits onderzoek (8) wordt voor 121 monsters melk een gemiddeld gehalte van 0,001 mg/kg gegeven met een spreidingsbreedte van 0,001 - 0,007 mg/kg. Waarschijnlijk is 0,001 mg/kg de detektiegrens geweest. De in dit IVVO-RIKILT onderzoek gevonden gehalten liggen minstens een faktor 10 beneden de grenswaarde van 0,005 mg/kg.

De gehalten voor lood in melk (tabellen 8 en 19) zijn laag t.o.v. onderzoek met weidende melkkoeien (3). Voor de controlegroep van de weidende koeien varieerde het gehalte van 0,004 tot 0,020 mg/kg, terwijl het gehalte bij de op stal gehuisveste controlegroep op 0,002 mg/kg ligt. Bij een Nederlands melkmonitoringonderzoek over 1976 en 1977 (6,7) werd zelfs een gemiddeld gehalte van 0,03 mg/kg gevonden (aantal onderzochte monsters 162).

In Fins onderzoek (9) varieerde het loodgehalte in melk van 0 - 0,020 mg/kg (aantal onderzochte monsters 42).

In Duits onderzoek (8) aan 339 monsters melk werd een gemiddeld gehalte aan lood van 0,019 mg/kg gevonden met een spreidingsbreedte van 0,001 tot 0,0835 mg/kg. De gehalten voor lood in melk blijven bij het onderhavige overdrachtsonderzoek ruimschoots onder de grenswaarde van 0,05 mg/kg. De gevonden resultaten duiden wel op een geringe overdracht vanuit het voer naar de melk. In Duits overdrachtsonderzoek (10) wordt geconcludeerd dat bij toediening van lood op een niveau van 40 mg/kg droog voer, toegediend in een zeer gemakkelijk dissocierbare vorm ( $PbCl_2$ ) de concentratie in melk beduidend onder de 0,5 mg/l blijft.

De gehalten voor kwik in melk (tabellen 8 en 20) liggen voor de controlegroep en de groep die oplosbare verbindingen toegediend heeft gekregen op het niveau van eerder uitgevoerd onderzoek bij weidende melkkoeien (3). Van overdracht is geen sprake. In Nederlands monitoring onderzoek over 1976 en 1977 (6, 7) werd een gemiddeld gehalte van 0,0012 mg/kg (n = 177) gevonden.

Bij toediening van haven- of rioolslib aan de dieren blijkt wel van enige overdracht sprake te zijn.

Voor arseen in melk (tabellen 8 en 21) is overdracht afwezig. Dit werd ook bij overdrachtsonderzoek met weidende melkkoeien geconstateerd. De gehalten liggen doorgaans op detektieniveau t.w. 0,001 mg/kg.

### Bloed.

Voor cadmium, lood, kwik en arseen in bloed (tabel 9) worden niet of nauwelijks verhoogde gehalten gevonden. In een onderzoek waarbij runderen ruwvoer, afkomstig van bermen van autosnelwegen (11) gevoederd kregen en waarbij het loodgehalte gemiddeld 109 mg/kg droge stof bedroeg, ligt het loodgehalte in het bloed gemiddeld op 0,1 mg/l. Bij dit onderzoek werd geconcludeerd dat er geen verhoging van het loodgehalte in het bloed optrad. Het gehalte van 0,1 mg/l bloed ligt op hetzelfde niveau als opgegeven in tabel 9. In een Duits onderzoek wordt een geringe verhoging voor lood gevonden (12). Het gehalte voor de controlegroep lag op 0,08 mg/l bloed.

Het in tabel 9 opgegeven cadmiumgehalte wordt ook in andere literatuur gevonden (13). Ook daar blijkt dat het cadmiumgehalte in het bloed niet stijgt. Het gemiddeld gevonden gehalte bedroeg 0,002 mg/kg.

### Vlees.

Cadmium, lood en kwik (tabel 10) geven niet of nauwelijks overdracht vanuit het voer te zien. Al eerder werd dit gevonden bij weidende melkkoeien (3), bij jonge vleesstieren die cadmiumhoudende voederfosfaten toegediend kregen (14), bij mestlammeren (5), bij vleesstieren, waarbij cadmium, lood, kwik en arseen in oplosbare vorm of via haven- of rioolslib werd toegediend (4) en bij varkens (1). Bij een onderzoek met weidende melkkoeien, gehouden op de uiterwaarden langs Rijn en IJssel en vergeleken met een binnendijks gebied, waarbij met name de gehalten voor cadmium, lood en kwik in de grond van de uiterwaarden vele malen hoger waren dan de gehalten in het binnendijks gebied, werd geen overdracht geconstateerd (2).

Ook bij buitenlands onderzoek (13, 15) was niet of nauwelijks overdracht geconstateerd.

De gehalten voor cadmium, lood en kwik liggen op het niveau van gehalten (mediaanwaarden) gevonden in monitoring onderzoek (16). Cadmium en lood in vlees liggen ruimschoots onder de grenswaarden van 0,05 resp. 0,3 mg/kg (tabellen 15 en 16). Kwik ligt ruimschoots onder de aktiegrens van 0,025 mg/kg (tabel 20).

Voor arsenen in vlees (tabel 10) worden wel hogere gehalten gevonden, vooral bij toediening van arseen in oplosbare vorm. Bij voorgaand overdrachtsonderzoek (3, 4, 5) was dit eveneens het geval.

De aktiegrens van 0,03 mg/kg (tabel 21) wordt voor de groep die oplosbare verbindingen toegediend heeft gekregen juist bereikt. De gehalten voor de controlegroep zijn vergelijkbaar met mediaanwaarden gevonden in monitoring onderzoek (16).

#### Lever en nieren.

De gehalten voor cadmium, lood, kwik en arseen in levers en nieren van de controlegroep (tabellen 11 en 12) zijn vergelijkbaar met mediaanwaarden gevonden in monitoring onderzoek (16).

Een duidelijke verhoging van het cadmium gehalte in nieren en in mindere mate ook in levers vindt plaats, vooral bij toediening van cadmium in oplosbare vorm (tabellen 11, 12 en 18). Ook in voorgaand overdrachtsonderzoek bij koeien (3), vleesstieren (4, 14) en lammeren (5) werd dit gevonden. Bij een opname van 17 kg voer met 88% droge stof per dier per dag en een gehalte van 1,6 mg Cd per kg rantsoen wordt over een periode van 24 maanden in totaal ca. 20 gram cadmium opgenomen (tabel 22). Voor de weidende groep uit proefplan A (3), waarbij de proef 3 maanden duurde en waarbij cadmium op een niveau van 10 mg/kg rantsoen werd gedoseerd, bedroeg de totale opname van cadmium ca. 16 gram. De totale cadmiumopname door de groepen die haven- of rioolslib toegediend kregen bedroeg ca. 6 resp. 4 gram. Toediening van 20 gram cadmium over een periode van 24 maanden doet het gehalte aan cadmium in nieren gemiddeld met een faktor 2 toenemen t.o.v. een dosering van 16 gram over 3 maanden. Kennelijk heeft de tijdsduur van toediening van cadmium in oplosbare vorm een grotere invloed op de gehalten in de nieren dan het niveau van toediening. Dit geldt niet voor de levers van de proefgroepen die cadmium in oplosbare vorm kregen toegediend. Hier lijkt het gehalte bepaald te worden door de totaal opgenomen hoeveelheid oplosbaar cadmium, ongeacht de tijdsduur van toediening. Bij Amerikaans onderzoek (17) waarbij koeien gedurende 3 maanden cadmium in de vorm van cadmiumchloride op een niveau van 11,3 mg/kg kregen toegediend bedroeg het gehalte in de levers gemiddeld ca. 2,2 mg/kg. Dit gehalte ligt wat hoger dan het gehalte van 1,2 mg/kg, gevonden bij weidende koeien (tabel 22), waarvan het onderzoek vergelijkbaar is met bovenstaand Amerikaans onderzoek.

Het gehalte aan cadmium in levers en nieren ligt voor de groep die havenslib kreeg toegediend 10 resp. 4x lager dan voor de groep die oplosbare verbindingen kreeg toegediend.

De totaal opgenomen hoeveelheid cadmium voor de havenslibgroep was echter ca. 3 maal lager dan de hoeveelheid cadmium opgenomen door de groep die oplosbaar cadmium kreeg. Hieruit blijkt, evenals uit resultaten verkregen met rioolslib, dat cadmium toegediend in oplosbare vorm ook relatief de grootste overdracht geeft.

Van de vier onderzochte dieren die cadmium als oplosbare verbinding toegediend kregen bezaten drie dieren een cadmiumgehalte in de nieren en levers ruim boven de grenswaarden van 2 resp. 1 mg/kg (tabellen 11, 12 en 18). Voor één dier dat havenslib toegediend heeft gekregen werd de aktiegrens van 1 mg/kg voor nieren overschreden.

Ook voor lood vindt overdracht naar levers en nieren plaats (tabellen 11, 12 en 19). Uit voorgaand overdrachtsonderzoek (3, 4, 5) is dit eveneens gebleken. Uit tabel 22 volgt dat het gehalte van lood in het rantsoen bepalend lijkt te zijn voor het gehalte in levers en nieren. De tijdsduur van toediening lijkt geen invloed te hebben. Toediening van lood in oplosbare vorm geeft de hoogste gehalten. De gehalten in de nieren van deze dieren overschrijden de grenswaarde van 1 mg/kg (tabellen 12 en 19).

Ook voor kwik vindt overdracht vanuit het voer naar levers en nieren plaats (tabellen 11, 12 en 20). De aktiegrenzen worden echter niet overschreden. Een uitzondering vormt een nier uit de groep die havenslib kreeg toegediend. Daar werd juist de aktiegrens van 0,1 mg/kg overschreden. Het niveau in het rantsoen (0,18 mg/kg) is hier echter bijna tweemaal zo hoog als het maximum toelaatbaar gehalte opgegeven in de Produktschapsverordening.

Voor kwik, toegediend in oplosbare vorm op een niveau van 0,1 mg/kg lijkt de tijdsduur van toediening enige invloed op de gehalten in levers en nieren te hebben.

De grootste overdracht wordt voor de oplosbare verbindingen gevonden (tabel 22). Bij voorgaand onderzoek (3, 4) werd eveneens overdracht gevonden, vooral bij nieren.

Voor arseen vindt eveneens enige overdracht plaats (tabellen 11, 12 en 21). De aktiegrens voor nier wordt door één monster, afkomstig van de groep die arseen in oplosbare vorm kreeg toegediend, overschreden.

Zowel de tijdsduur van toediening alsmede de vorm van voorkomen lijkt invloed te hebben op het gehalte in levers en nieren (tabel 22). Een uitzondering vormt het arseengehalte in de nieren van de groep die rioolslib kreeg toegediend. Hierbij is het gehalte in het rantsoen 1/3 van het gehalte in het rantsoen van de havenslibgroep, terwijl de gehalten in de nieren voor beide groepen op ca. 0,09 mg/kg liggen.

Hart, zwezerik, milt en hersenen.

Voor cadmium, lood en kwik wordt geen of nauwelijks overdracht gevonden vanuit de voeders naar hart, zwezerik en hersenen (tabellen 13, 14, 15 en 16). De gehalten liggen op het niveau zoals dat in vlees wordt gevonden (tabellen 18, 19 en 20). Arseen geeft wel overdracht te zien (tabel 21). Worden de aktiegrenzen van cadmium, lood, kwik en arseen geldend voor vlees gehanteerd, dan overschrijdt geen enkel monster deze grenzen. Hierbij zij opgemerkt dat zwezerik en hersenen soms geconsumeerd worden. Cadmium, lood en arseen geven overdracht vanuit het voer naar milt te zien (tabel 15). Opvallend is het hoge gehalte voor lood in milt van de groep die rioolslib toegediend heeft gekregen. Het gehalte van lood voor de controlegroep is laag in vergelijking met Duits onderzoek (12), waar een gehalte van 1 mg/kg wordt opgegeven. In Amerikaans onderzoek (18) ligt het loodgehalte echter op 0,21 mg/kg voor milt van stieren, terwijl bij toediening van rioolslib op een niveau van ca. 60 mg lood/kg over een periode van 106 dagen het gemiddeld gehalte in milt op ca. 1 mg/kg ligt. Dit zijn resultaten vergelijkbaar met gehalten opgegeven in tabel 15.

Bot.

Cadmium, kwik en arseen geven niet of nauwelijks overdracht vanuit het voer te zien (tabel 17). In Amerikaans onderzoek, waarbij de elementen cadmium, lood en kwik waren onderzocht, was dit voor cadmium en kwik eveneens het geval (18). Ook bij overdrachtsonderzoek met vleesstieren (4) werd geen verhoging van cadmium, kwik en arseen in botten gevonden. Lood geeft wel een overdracht te zien. Voor de controlegroep bedroeg het gehalte 2,6 mg lood per kg bot (nat gewicht zonder merg), terwijl de gehalten voor de proefgroepen variëren van 6,5 (groep met rioolslib) tot 7,3 (groep met oplosbare verbinding). Dit was ook het geval bij onderzoek met vleesstieren (4, 18).

## 7. Samenvatting en conclusies.

Bij 32 melkkoeien, die verdeeld werden over 4 groepen van elk 8 koeien, werd het effect van orale opname van cadmium, lood, kwik en arseen met het voer op de gehalten van deze elementen in melk, vlees en organen onderzocht.

Een probleem bij de opzet van deze proef werd gevormd door de aard van de verbindingen, waarin de te onderzoeken elementen voorkomen. In de praktijk worden de elementen opgenomen zoals ze voorkomen in of op ruwvoerders en krachtvoerders en in grond en drinkwater. In verband met praktische moeilijkheden, o.a. kwaliteit van de grasmat (veel distels), winning en transport van ruwvoer en onvoldoende aanbod van gecontamineerde grondstoffen voor krachtvoerders en ook vanwege de relatief geringe verschillen tussen gecontamineerd en niet-gecontamineerd gras werd gekozen voor verwerking van gecontamineerd slib (havenslib en rioolslib) in krachtvoerders. Het overdrachtseffect van cadmium, lood, kwik en arseen in deze slibsoorten werd vergeleken met bekende, goed in water oplosbare verbindingen van deze elementen (Cd, Pb en Hg als acetaat en As als  $As_2O_3$ ).

De vier groepen waren als volgt onderscheiden:

1 groep als controle, dus zonder toediening van een extra hoeveelheid Cd, Pb, Hg en As, 1 groep met oplosbare verbindingen, 1 groep met havenslib en 1 groep met rioolslib in het krachtvoer opgenomen.

De oplosbare verbindingen werden kwantitatief toegediend op een briket krachtvoer. De toegediende hoeveelheid ervan bedroeg 30 mg Cd, 150 mg Pb, 1,5 mg Hg en 30 mg As per koe per dag. De duur van toediening bedroeg voor de meeste koeien 15 maanden (2 lactatieperioden). Na deze periode werd de proef nog met 10 koeien gedurende 1 lactatie voortgezet. De periode van toediening bedroeg voor deze koeien 24 maanden. Tijdens de proef moesten 6 koeien worden geslacht (niet drachtig geworden of gebreken aan klauwen en tepels) terwijl aan het einde van de proef 7 koeien geslacht werden (2 controle, 2 oplosbare verbindingen, 1 havenslib en 2 rioolslib).

De gemiddelde berekende gehalten in het voer, op basis van het totale rantsoen met 88% droge stof, van de dieren van de controlegroep, groep met oplosbare verbindingen, groep met havenslib en groep met rioolslib bedroegen achtereenvolgens



voor cadmium:  $\leq 0,1$ ,  $1,6$ ,  $0,5$  en  $0,3$  mg per kg,

voor lood:  $2,0$ ,  $9,3$ ,  $8,6$  en  $8,5$  mg per kg,

voor kwik:  $< 0,02$ ,  $0,09$ ,  $0,18$  en  $0,06$  mg per kg

en voor arseen:  $0,2$ ,  $1,6$ ,  $1,2$  en  $0,4$  mg per kg.

Voor melk werd geen stijging van gehalten aan onderzochte elementen waargenomen, ook niet voor de groep met oplosbare verbindingen.

De gehalten aan Cd, Pb, Hg en As bedroegen achtereenvolgens  $\leq 0,4$ ,  $\leq 8$ ,  $\leq 2,8$  en  $\leq 4$  microgram per kg.

Ook in bloed werden aan het einde van de proef geen duidelijk verhoogde gehalten aan onderzochte elementen waargenomen.

In vlees werden geen verhoogde gehalten gevonden voor cadmium, lood en kwik. De gehalten bedroegen respectievelijk  $\leq 7$ ,  $\leq 20$  en  $\leq 2$  microgram per kg vlees. Voor arseen werden wel hogere gehalten gevonden, vooral bij de groep koeien die  $As_2O_3$  kreeg toegediend, maximaal 30 microgram per kg, terwijl het As-gehalte in het vlees van de controlegroep 4 microgram per kg bedroeg.

In levers van koeien uit de proefgroepen werden wel verhoogde gehalten aan onderzochte elementen gevonden. De gemiddelde gehalten voor de controlegroep, groep met oplosbare verbindingen, groep met havenslib en groep met rioolslib bedroegen achtereenvolgens:

$0,06$ ,  $1,50$ ,  $0,16$  en  $0,10$  mg Cd per kg;

$0,11$ ,  $0,56$ ,  $0,26$  en  $0,28$  mg Pb per kg;

$0,003$ ,  $0,026$ ,  $0,014$  en  $0,009$  mg Hg per kg;

en  $0,012$ ,  $0,10$ ,  $0,048$  en  $0,020$  mg As per kg.

Alleen het Cd-gehalte in lever uit de groep met oplosbare verbindingen ( $1,6$  mg Cd per kg voer met 88% ds) geeft een overschrijding van de aktiegrens van  $0,3$  en zelfs een overschrijding van de grenswaarde van  $1$  mg per kg.

In nieren van koeien uit de proefgroepen (dus extra toediening van onderzochte elementen) werden nog in sterkere mate dan in lever verhoogde gehalten gevonden. De verhouding tussen gehalten in nier en in lever voor de verschillende groepen (controle, oplosbare verbindingen, havenslib en rioolslib) bedroeg respectievelijk  $5$ ,  $4$ ,  $10$  en  $4$  voor Cd,  $4$ ,  $2$ ,  $4$  en  $2$  voor Pb,  $2$ ,  $3$ ,  $3$ ,  $3$  voor Hg en  $4$ ,  $2$ ,  $2$  en  $4$  voor As.

De Cd-gehalten in nieren van koeien uit de groepen met oplosbare verbindingen en met havenslib bedroegen gemiddeld 6,1, respectievelijk 1,7 mg per kg, terwijl de aktiegrens op 1 mg per kg ligt.

Ook voor Pb, Hg en As werden overschrijdingen van de voor deze elementen vastgestelde aktiegrenzen waargenomen.

De gehalten in hart, hersenen en zwezerik komen overeen met die in vlees.

De gehalten in de milt liggen hoger dan die in het vlees, soms zelfs hoger dan die in de lever (Pb en As) en in de nieren (As).

In bot worden alleen verhoogde gehalten gevonden voor lood. De gehalten voor de controlegroep, groep met oplosbare verbindingen, groep met havenslib en groep met rioolslib waren achtereenvolgens 2,6, 7,3, 6,8 en 6,5 mg Pb per kg natgewicht.

8. Literatuur.

1. Cichy, J. en Van den Bosch, G.  
Cadmium - voorkomen in vlees, levers en nieren van slachtsvarkens in relatie met voorkomen in voer en voederfosfaten.  
Cehave N.V. Veghel, Chem. Son en Encebe Boxtel  
Veghel, 1978.
2. Van de Ven, W.S.M., Gerbens, J., Van Driel, W., De Goeij, J.J.M., Tjioe, P.S., Holzhauer, C. en Verweij, J.H.P.  
Sporelementgehalten in koeien uit gebieden langs Rijn en IJssel.  
Landbouwkd. Tijdschr. 89 (1977) 262-269.
3. De Ruig, W.G.  
Overdracht van Pb, Cd, Hg en As in melk, vlees en organen van melkkoeien.  
(IVVO-RZS "proefplan A")  
Rapport 2e serie no. 178, 1979.
4. Van der Veen, N.G. en Vreman K.  
Overdrachtsonderzoek van cadmium, lood, kwik en arseen vanuit diervoeders, waaraan oplosbare verbindingen, havenslib of rioolslib zijn/is toegevoegd, naar dierlijke produkten van vleesstieren (IVVO-RIKILT "proefplan C/D").
5. Van der Veen, N.G. en Vreman, K.  
Overdracht van lood, cadmium, kwik en arseen van diervoeders naar dierlijke produkten van mestlammeren.  
(IVVO-RIKILT "proefplan E/F")  
RIKILT - Verslag 81.33, 1981.
6. De Ruig, W.G.  
Het gehalte aan sporelementen in Nederlandse melk in 1976.  
RZS - rapport 2e serie no. 170, 1977.
7. De Ruig, W.G.  
Het gehalte aan sporelementen in Nederlandse melk in 1977.  
RZS - rapport 2e serie no. 174, 1978.
8. Richtwerte '79 für Blei, Cadmium und Quecksilber in und auf Lebensmittel.  
Bundesgesundheitsblatt 22 (1979) 282-283.
9. Koivistoinen, P.  
Mineral element composition of Finnish foods.  
Acta Agriculturae Scandinavica 22 (1980).
10. Blüthgen, A., Heeschen, W., Kaiser, M., Hamann, J. und Tolle, A.  
Tierexperimentelle Untersuchungen zum carry-over toxischer Spurenstoffe aus Futtermitteln in die Milch.  
Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 30 (1978) 139-155.
11. Verhoeff, J., Van der Wende, T. en Schotman, A.J.H.  
Een onderzoek naar het loodgehalte van het bloed van runderen, welke gevoerd werden met ruwvoer, afkomstig van de bermen van autosnelwegen.  
Tijdschr. Diergeneesk. 106 (1981) 917-923.

12. Von Rosenberger G., Gründer H.D. und Crössmann, G.  
Untersuchungen über Aufnahme und Anreicherung von Schwermetallen bei Milchkühen durch Verfütterung von zink-, blei- und cadmiumhaltigem Industriestaub.  
Dtsch. Tierärztl. Wschr. 83 (1976) 478-481.
13. Hofmann, P., Kögel, J., Knöppler, H.-O. und Rosopulo, A.  
Untersuchungen zum Übergang von Cadmium aus natürlich kontaminierten Futtermitteln auf das Tier.  
Landwirtsch. Forsch., Sonderh. 37 (1980) 359-368.
14. Van der Veen, N.G., mw Hoff, A.W. en Vreman K.  
Overdrachtsonderzoek betreffende cadmium in voederfosfaten met jonge vleesstieren  
(Samenwerking IVVO-RIKILT-Windmill Holland B.V.)  
RIKILT - Verslag 80.62, 1980.
15. Kreuzer, W., Bunzl, K. und Kracke, W.  
Zum Übergang von Cadmium aus dem Futter in Nieren, Lebern und Muskulatur von Schlachtrindern.  
Fleischwirtsch. 61 (1981) 1886-1894.
16. Van der Veen, N.G.  
Gehalten aan lood, cadmium, kwik en arseen in monsters vlees en organen van runderen, varkens, schapen en pluimvee, alsmede eieren.  
RIKILT - Verslag 82.30, 1982.
17. Sharma, R.P., Street, J.C., Verma, M.P. and Shupe, J.L.  
Cadmium uptake from feed and its distribution to food products of livestock.  
Environ. Health Perspect. 28 (1979) 59-66.
18. Johnson, D.E., Kienholz, E.W., Baxter, J.C., Spangler, E. and Ward, G.M.  
Heavy metal retention in tissues of cattle feed high cadmium sewage sludge.  
J. Anim. Sci. 52 (1981) 108-114.

Tabel 1 Maximumgehalte aan lood, kwik en arseen in diervoeders (mg per kg, herleid tot een vochtgehalte van 12%, volgens Verordening van het Produktschap voor Veevoeder).

	Pb	Hg	As
enkelvoudige voeders	10	0,1	2
uitzonderingen:			
gemalen groenvoeders	40		4
gedroogde suikerbietenpulp			4
fosfaten	30		10
vis e.d.		0,5	10
gist	5		
volledige voeders	5	0,1	2

Tabel 2 Overzicht van factoren die invloed hebben op overdracht van Cd, Pb, Hg en As uit voer naar dierlijke weefsels

Element-gebonden factoren:

- hoeveelheid (gehalte, tijdsduur)
- chemische vorm.

Dier-gebonden factoren:

- soort
- leeftijd (groei)
- geslacht (hormonale factoren)
- drachtigheid (idem)
- voedingstoestand
- route (darm, longen, huid).

Voedsel-gebonden factoren:

- samenstelling
- interactie met niet-essentiële elementen
- interactie met essentiële elementen als Ca, P, Cu, Zn, Fe, Co en Se.

Tabel 3. Gegevens over de proefkoeien.

	Groepen			
	1 controle	2 oplosbare verbindingen	3 havenslib	4 rioolslib
Aantal koeien				
- begin proef	8	8	8	8
- eind proef	3	3	1	3
Leeftijd - begin (jr)				
- gemiddeld	3,75	4	3,75	3,5
- range	2-5,5	2,25-5,5	2,25-5,5	2,25-5,5
Aantal slachtingen				
- tijdens de proef	0	2	2	2
- eind proef	2	2	1	2
Aantal onderzochte lacta- ties				
	3	3	3	3
Rantsoen (kg)				
- stal				
- hooi of	8	8	8	8
- graskuil	18	18	18	18
- krachtvoer	hoeveelheid afgestemd op gewicht en melkproductie max. gemiddeld ca. 13 kg per dier per dag			
- weide				
- gras	ad libitum voor alle groepen			
- weidebrok	1-3	1-3	1-3	1-3
Gemiddelde maximale melkprod. (kg/dag)				
	30,75	33,25	33,50	33,25
Idem melkvet (g/dag)	1150	1110	1360	1400
Idem melkeiwit (g/dag)	752	800	808	824

Tabel 3A.

Verdeling van de beschikbare koeien over de groepen.

Groep 1 (controle)	Groep 2 (oplosbare verbindingen)	Groep 3 (krachtvoer met havenslib)	Groep 4 (krachtvoer met rioolslib)
nrs.	nrs.	nrs.	nrs.
90	97	87	144
<u>166</u>	160	<u>117</u>	174
185	182	200	<u>214</u>
<u>242</u>	241	253	259
261	<u>298</u>	274	337
341	<u>334</u>	330	<u>362</u>
374	348	359	369
401	388	396	399

De volgende nummers moesten tijdens de proef worden geslacht:

nr. 87 op 11 december 1978 (groep 3)

nr. 348 op 16 januari 1979 (groep 2)

nrs. 160, 253 en 369 op 2 augustus 1979 (resp. uit de groepen 2, 3 en 4) en

nr. 144 op 2 november 1979 (groep 4).

Op het einde van de proef (juni 1980) werden 7 koeien (de onderstreepte nummers) geslacht.



Tabel 4. Procentuele samenstelling van het verstrekte krachtvoer.

Grondstoffen	Percentages	
	met slib	zonder slib
sojaschroot	10	11
lijnschilfers	15	17
mais	30	33
gerst	15	17
gedroogde pulp	9	10
melasse	8	9
mineralen + vitaminen	2	2
voedervet	1	1
slib <sup>1)</sup>	10	-

1) havenslib met 75% droge stof òf rioolslib met 65% droge stof.

Tabel 5. Gehalten aan Cd, Pb, Hg en As in het aan melkkoeien verstrekte voeder. Gemiddelden  $\pm$  standaardafwijking van de afzonderlijke gehalten in mg per kg droge stof.

	Cd	Pb	Hg	As
krachtvoer zonder slib (n = 14)	0,14 $\pm$ 0,05	1,95 $\pm$ 1,57	<0,01	0,19 $\pm$ 0,08
krachtvoer met havenslib (n = 10)	1,18 $\pm$ 0,18	16,8 $\pm$ 2,8	0,38 $\pm$ 0,02	2,58 $\pm$ 0,18
krachtvoer met rioolslib (n = 10)	0,68 $\pm$ 0,11	16,7 $\pm$ 3,0	0,12 $\pm$ 0,04	0,71 $\pm$ 0,12
hooi en graskuil (n = 7)	<0,1	2,7 $\pm$ 0,7	0,02 $\pm$ 0,01	0,21 $\pm$ 0,11

n = aantal onderzochte verzamelmonsters

Tabel 6. Gehalten aan Cd, Pb, Hg en As in het totale rantsoen op basis van voer met 12% vocht in mg/kg

	Cd	Pb	Hg	As
groep 1 (controle)	<0,1	2,0	<0,02	0,2
groep 2 (oplosb.verb.)	1,6	9,3	0,09	1,6
groep 3 (havenslib)	0,5	8,6	0,18	1,2
groep 4 (rioolslib)	0,3	8,5	0,06	0,4

Tabel 7 Detektielimieten voor cadmium, lood, kwik en arseen in diervoeders.

	Cd	Pb	Hg	As
voer, mest	0,02 <sup>1)</sup>	0,5 <sup>1)</sup>	0,005	0,005
vlees en organen	0,001 <sup>2)</sup>	0,002 <sup>2)</sup>	0,001	0,001
melk	0,0001 <sup>2)</sup>	0,001 <sup>2)</sup>	0,0005	0,001

1) Meting met behulp van Vlam-AAS.

2) Meting met behulp van voltammetrie.

Tabel 8. Melk Proefplan B

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Datum monster	Proefgroep	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
16550	166	4 juni 1980 avond	controle	0,0001	0,002	0,0005	<0,001
16549	166	5 juni 1980 ochtend	controle	0,0001	0,002	<0,0005	<0,001
16552	242	4 juni 1980 avond	controle	0,0002	0,002	<0,0005	<0,001
16551	242	5 juni 1980 ochtend	controle	0,0002	0,002	<0,0005	<0,001
16558	298	4 juni 1980 avond	oplosbare verbindingen	0,0002	0,006	0,0005	0,002
16557	298	5 juni 1980 ochtend	oplosbare verbindingen	0,0002	0,006	0,0006	0,004
16560	334	4 juni 1980 avond	oplosbare verbindingen	0,0001	0,004	<0,0005	<0,001
16559	334	5 juni 1980 ochtend	oplosbare verbindingen	0,0003	0,008	0,0006	<0,001
16562	117	4 juni 1980 avond	havenslib	<0,0001	0,003	0,0024	<0,001
16561	117	5 juni 1980 ochtend	havenslib	0,0002	0,006	0,0024	<0,001
16566	214	4 juni 1980 avond	rioolslib	<0,0001	0,004	<0,0005	<0,001
16565	214	5 juni 1980 ochtend	rioolslib	0,0004	0,006	0,0028	<0,001
16568	362	4 juni 1980 avond	rioolslib	0,0002	0,002	0,0012	<0,001
16567	362	5 juni 1980 ochtend	rioolslib	0,0002	0,004	<0,0005	<0,001

Tabel 9. Bloed dd. 5 juni 1980 Proefplan B

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
16569	166	controle	0,004	0,05	0,003	0,004
16570	242	controle	0,004	0,07	<0,001	0,002
16573	298	oplosbare verbindingen	0,006	0,10	0,002	0,008
16574	334	oplosbare verbindingen	0,006	0,07	0,002	0,005
16575	117	havenslib	0,004	0,08	0,001	0,001
16577	214	rioolslib	0,004	0,10	0,002	0,001
16578	362	rioolslib	0,006	0,09	<0,001	<0,001

Tabel 10. Vlees Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27072	166	controle	31,4	0,002	0,01	0,002	0,003
27071	242	controle	30,9	0,002	0,01	0,002	0,004
27069	298	oplosbare verbindingen	29,8	0,006	0,02	0,001	0,030
27070	334	oplosbare verbindingen	36,6	0,007	0,02	0,002	0,030
27068	117	havenslib	29,8	0,004	0,02	0,001	0,013
27066	214	rioolslib	32,8	0,002	0,02	0,002	0,005
27067	362	rioolslib	30,5	0,003	0,02	0,001	0,006

Tabel 11. Lever Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Duur proef- periode (maanden)	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27079	166	24	controle	31,5	0,08	0,10	0,003	0,011
27078	242	24	controle	32,9	0,04	0,11	0,002	0,012
32819	160*	15	oplosb.verb.	30,8	1,04	0,39	0,005	0,056
27076	298	24	oplosb.verb.	32,3	1,34	0,52	0,019	0,11
27077	334	24	oplosb.verb.	31,5	1,66	0,59	0,033	0,085
32822	348*	8	oplosb.verb.	30,2	0,72	0,49	0,005	0,12
27075	117	24	havenslib	34,2	0,16	0,26	0,014	0,048
32820	253*	15	havenslib	29,8	0,09	0,18	0,009	0,054
32818	144*	18	rioolslib	30,1	0,11	0,34	0,004	0,024
27073	214	24	rioolslib	30,4	0,07	0,27	0,006	0,022
27074	362	24	rioolslib	30,2	0,13	0,28	0,011	0,018
32821	369*	15	rioolslib	29,6	0,08	0,17	0,003	0,012

\* Tijdens de proef geslacht.

Tabel 12 Nier Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Duur proef- periode (maanden)	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27086	166	24	controle	19,4	0,43	0,42	0,005	0,056
27085	242	24	controle	20,7	0,17	0,41	0,004	0,050
32824	160*	15	oplosb.verb.	21,4	3,47	1,23	0,056	0,11
27083	298	24	oplosb.verb.	19,5	6,78	1,32	0,086	0,17
27084	334	24	oplosb.verb.	18,9	5,38	1,05	0,072	0,14
32827	348*	8	oplosb.verb.	20,2	1,73	1,36	0,058	0,10
27082	117	24	havenslib	20,1	1,67	1,00	0,050	0,090
32825	253*	15	havenslib	21,2	0,49	0,66	0,116	0,078
32823	144*	18	rioolslib	20,0	0,60	0,47	0,049	0,061
27080	214	24	rioolslib	21,6	0,50	0,66	0,032	0,12
27081	362	24	rioolslib	20,8	0,36	0,66	0,022	0,054
32826	369*	15	rioolslib	20,0	0,27	0,84	0,020	0,072

\* Tijdens de proef geslacht.



Tabel 13. Hart Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27090	166	controle	23,9	0,003	0,02	0,001	0,001
27089	334	oplosbare verbindingen	23,8	0,004	0,03	0,002	0,020
27088	117	havenslib	29,6	0,004	0,02	0,002	0,010
27087	214	rioolslib	25,1	<0,001	0,02	0,002	0,004

Tabel 14. Zwezerik Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27094	166	controle	44,9	0,004	0,02	0,001	<0,001
27093	334	oplosbare verbindingen	57,6	0,011	0,06	0,004	0,007
27092	117	havenslib	43,2	0,005	0,04	0,003	0,004
27091	214	rioolslib	40,7	0,004	0,08	0,003	<0,001

Tabel 15. Milt Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27102	166	controle	25,5	0,006	0,15	0,003	0,022
27101	334	oplosbare verbindingen	25,2	0,055	0,32	0,007	0,12
27100	117	havenslib	26,1	0,007	0,69	0,005	0,16
27099	214	rioolslib	27,5	0,003	1,2	0,003	0,088

Tabel 16. Hersenen Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Droge stof %	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27106	166	controle	27,1	0,002	0,04	0,001	0,002
27105	334	oplosbare verbindingen	25,5	0,004	0,07	0,001	0,010
27104	117	havenslib	26,0	0,003	0,05	0,001	0,006
27103	214	rioolslib	26,8	0,002	0,09	0,001	0,002

Tabel 17. Bot Proefplan B (vers produkt basis)

RIKILT- nummer	Koe- nummer	Proefgroep	Cd mg/kg	Pb mg/kg	Hg mg/kg	As mg/kg
27098	116	controle	0,02	2,6	<0,001	0,009
27097	334	oplosbare verbindingen	0,03	7,3	<0,001	0,010
27096	117	havenslib	0,02	6,8	<0,001	0,023
27095	214	rioolslib	0,01	6,5	<0,001	0,007

Tabel 18. Cadmium in melk, bloed, vlees, organen en bot van melkkoeien (gemiddelde gehalten aan het einde van de proefperiode in mg/kg vers produkt) en het rantsoen (in mg/kg op basis van voer met 12% vocht)

Produkt	Groep								LAC	
	C		OV		HS		RS		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
melk	0,0002	2	0,0002	2	0,0001	1	0,0002	2	0,005 <sup>1)</sup>	
bloed	0,004	2	0,006	2	0,004	1	0,005	2		
vlees	0,002	2	0,006	2	0,004	1	0,002	2	0,1	0,05 <sup>1)</sup>
lever	0,06	2	1,5	2	0,16	1	0,10	2	1,0 <sup>1)</sup>	0,3
nier	0,30	2	6,1	2	1,7	1	0,43	2	2,0 <sup>1)</sup>	1,0
hart	0,003	1	0,004	1	0,004	1	<0,001	1		
zwezerik	0,004	1	0,011	1	0,005	1	0,004	1		
milt	0,006	1	0,055	1	0,007	1	0,003	1		
hersenen	0,002	1	0,004	1	0,003	1	0,002	1		
bot	0,02	1	0,03	1	0,02	1	0,01	1		
rantsoen	<0,1		1,6		0,5		0,3			

n = aantal onderzochte dieren.

1) Deze getallen zijn tevens grenswaarden, die besproken zijn op de vergadering van de LAC-Werkgroep "Zware Metalen" dd. 1982-08-26 n.a.v. overleg tussen het Ministerie van Landbouw en Visserij en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne dd. 1982-08-10.

C = Controlegroep

OV = Groep met oplosbare verbindingen

HS = Groep met havenslib

RS = Groep met rioolslib

Tabel 19. Lood in melk, bloed, vlees, organen en bot van melkkoeien (gemiddelde gehalten aan het einde van de proefperiode in mg/kg vers produkt) en het rantsoen (in mg/kg op basis van voer met 12% vocht)

Produkt	Groep								LAC	
	C		OV		HS		RS		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
melk	0,002	2	0,006	2	0,004	1	0,004	2	0,05 <sup>1)</sup>	
bloed	0,06	2	0,08	2	0,08	1	0,10	2		
vlees	0,01	2	0,02	2	0,02	1	0,02	2	0,3 <sup>1)</sup>	0,2
lever	0,10	2	0,56	2	0,26	1	0,28	2	2,0	1,0 <sup>1)</sup>
nier	0,42	2	1,2	2	1,0	1	0,66	2	2,0	1,0 <sup>1)</sup>
hart	0,02	1	0,03	1	0,02	1	0,02	1		
zwezerik	0,02	1	0,06	1	0,04	1	0,08	1		
milt	0,15	1	0,32	1	0,69	1	1,2	1		
hersenen	0,04	1	0,07	1	0,05	1	0,09	1		
bot	2,6	1	7,3	1	6,8	1	6,5	1		
rantsoen	2,0		9,3		8,6		8,5			

n = aantal onderzochte dieren.

1) Deze getallen zijn tevens grenswaarden, die besproken zijn op de vergadering van de LAC-Werkgroep "Zware Metalen" dd. 1982-08-26 n.a.v. overleg tussen het Ministerie van Landbouw en Visserij en het Ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne dd. 1982-08-10.

C = Controlegroep

OV = Groep met oplosbare verbindingen

HS = Groep met havenslib

RS = Groep met rioolslib

Tabel 20. Kwik in melk, bloed, vlees, organen en bot van melkkoeien (gemiddelde gehalten aan het einde van de proefperiode in mg/kg vers produkt) en het rantsoen (in mg/kg op basis van voer met 12% vocht)

Produkt	Groep								LAC	
	C		OV		HS		RS		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
melk	<0,0005	2	0,0005	2	0,0024	1	0,0012	2		
bloed	0,002	2	0,002	2	0,001	1	0,001	2		
vlees	0,002	2	0,002	2	0,001	1	0,002	2	0,1	0,025
lever	0,002	2	0,026	2	0,014	1	0,009	2	0,2	0,05
nier	0,004	2	0,079	2	0,050	1	0,027	2	0,4	0,1
hart	0,001	1	0,002	1	0,002	1	0,002	1		
zwezerik	0,001	1	0,004	1	0,003	1	0,003	1		
milt	0,003	1	0,007	1	0,005	1	0,003	1		
hersenen	0,001	1	0,001	1	0,001	1	0,001	1		
bot	<0,001	1	<0,001	1	<0,001	1	<0,001	1		
rantsoen	<0,02		0,09		0,18		0,06			

n = aantal onderzochte dieren.

C = Controlegroep

OV = Groep met oplosbare verbindingen

HS = Groep met havenslib

RS = Groep met rioolslib

Tabel 21. Arseen in melk, bloed, vlees, organen en bot van melkkoeien (gemiddelde gehalten aan het einde van de proefperiode in mg/kg vers produkt) en het rantsoen (in mg/kg op basis van voer met 12% vocht)

Produkt	Groep								LAC	
	C		OV		HS		RS		T	A
	gem.	n	gem.	n	gem.	n	gem.	n		
melk	<0,001	2	0,002	2	<0,001	1	<0,001	2		
bloed	0,003	2	0,006	2	0,001	1	<0,001	2		
vlees	0,004	2	0,030	2	0,013	1	0,006	2	0,1	0,03
lever	0,012	2	0,10	2	0,048	1	0,020	2	0,5	0,15
nier	0,053	2	0,16	2	0,090	1	0,087	2	0,5	0,15
hart	0,001	1	0,020	1	0,010	1	0,004	1		
zwezerik	<0,001	1	0,007	1	0,004	1	<0,001	1		
milt	0,022	1	0,12	1	0,16	1	0,088	1		
hersenen	0,002	1	0,010	1	0,006	1	0,002	1		
bot		1		1		1		1		
rantsoen	0,2		1,6		1,2		0,4			

n = aantal onderzochte dieren.

C = Controlegroep  
 OV = Groep met oplosbare verbindingen  
 HS = Groep met havenslib  
 RS = Groep met rioolslib

Tabel 22.

Verstreckte hoeveelheden aan cadmium, lood, kwik en arseen en gemiddelde gehalten in levers en nieren van weidende en op stal gehuisveste melkkoeien.

Element	Proefplan	Groep	Tijdsduur toediening (maanden)	Gehalte in rantsoen (mg/kg)	Totaal opgenomen hoeveelheid element (g)	Gehalte in mg/kg vers produkt	
						Lever	Nier
Cd	weide	C	3	0,1	0,2	0,07	0,27
	stal	C	24	< 0,1	< 1,2	0,06	0,30
	weide	OV	3	10,1	15,8	1,2	2,2
	stal	OV	24	1,6	19,7	1,5	6,1
	stal	HS	24	0,5	6,2	0,16	1,7
	stal	RS	24	0,3	3,7	0,10	0,43
Pb	weide	C	3	2,7	4,2	0,21	0,51
	stal	C	24	2,0	24,7	0,11	0,42
	weide	OV	3	12,7	19,9	0,47	0,91
	stal	OV	24	9,3	115	0,56	1,2
	stal	HS	24	8,6	106	0,26	1,0
	stal	RS	24	8,5	105	0,28	0,66
Hg	weide	C	3	< 0,02	< 0,03	0,007	0,009
	stal	C	24	< 0,02	< 0,25	0,003	0,005
	weide	OV	3	0,11	0,17	0,010	0,024
	stal	OV	24	0,09	1,1	0,026	0,079
	stal	HS	24	0,18	2,2	0,014	0,050
	stal	RS	24	0,06	0,74	0,009	0,027
As	weide	C	3	0,2	0,3	0,008	0,017
	stal	C	24	0,2	2,5	0,012	0,053
	weide	OV	3	2,2	3,4	0,030	0,045
	stal	OV	24	1,6	19,7	0,10	0,16
	stal	HS	24	1,2	14,8	0,048	0,090
	stal	RS	24	0,4	4,9	0,020	0,087

PW = weidende proefgroep (proefplan A)

PS = op stal gehuisveste proefgroep

HS = havenslibgroep

RS = rioolslibgroep