



Grond gerelateerde voedselincidenten met dioxines en PCB's

L.A.P. Hoogenboom en W.A. Traag



RIKILT

WAGENINGENUR

Grond gerelateerde voedselincidenten met dioxines en PCB's

L.A.P. Hoogenboom en W.A. Traag

Dit onderzoek is uitgevoerd door RIKILT Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken vanuit WOT programma Voedselveiligheid (vrije ruimte 2012).

RIKILT Wageningen UR
Wageningen, oktober 2013

RIKILT-rapport 2013.012

Hoogenboom, L.A.P. en W.A. Traag, 2013. *Grond gerelateerde voedselincidenten met dioxines en PCB's*. Wageningen, RIKILT Wageningen UR (University & Research centre), RIKILT-rapport 2013.012. 34 blz.; 7 fig.; 3 tab.; 53 ref.

Projectnummer: 120.73014.01

BAS-code: WOT-02-004-046

Projecttitel: Grond gerelateerde incidenten met dioxines en PCB's

Projectleider: L.A.P. Hoogenboom

© 2013 RIKILT Wageningen UR

Het is de opdrachtgever toegestaan dit rapport integraal openbaar te maken en ter inzage te geven aan derden. Zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van het RIKILT Wageningen UR is het niet toegestaan:

- a. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b. *dit door RIKILT Wageningen UR uitgebrachte rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT Wageningen UR, geheel of gedeeltelijk te doen gebruiken ten behoeve van het instellen van claims, voor het voeren van gerechtelijke procedures, voor reclame of antireclame en ten behoeve van werving in meer algemene zin;*
- c. *de naam van RIKILT Wageningen UR te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56,

E info.rikilt@wur.nl, www.wageningenUR.nl/rikilt. RIKILT is onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

RIKILT aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

RIKILT-rapport 2013.012

Verzendlijst:

- E. Deckers (EZ)
- R. Herbes (NVWA)
- R. Theelen (NVWA-BuRO)
- M. Zeilmaker (RIVM)
- M. Mengelers (RIVM)

Inhoud

	Woord vooraf	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
	1.1 Dioxines en PCB's	9
	1.2 Wetgeving	10
	1.2.1 Levensmiddelen en diervoeders	10
	1.2.2 Grond	11
2	Incidenten met dioxines en PCB's in de voedselketen	13
	2.1 Incidenten veroorzaakt door besmette diervoeders	13
	2.2 Incidenten met dioxines en PCB's via grond	14
	2.2.1 Eenmalige uitstoot bij incidenten	14
	2.2.2 Langdurige uitstoot	15
	2.2.3 Uiterwaarden	16
	2.3 Bedrijfsgebonden problemen met dioxines en PCB's in eieren	17
	2.4 Verhoogde gehalten in schapen	19
3	Onderzoek naar de relatie tussen bodem en gehalten in levensmiddelen	20
	3.1 Leghennen	20
	3.2 PB\PK-modellen voor overdracht van dioxines en PCB's in voedselproducerende dieren	21
4	Discussie	22
5	Aanbevelingen	23
	Literatuurlijst	24
	Bijlage 1 Recente gevallen van besmettingen op leghen- en opfokbedrijven	27

Woord vooraf

Sinds begin jaren negentig zijn dioxines een aandachtspunt bij het RIKILT. Dat betrof in eerste instantie de problemen rond de vuilverbrandingsinstallaties. Daarna werd het weer enigszins rustig. Het incident met de citruspulp in 1998 leek in eerste instantie een tijdelijke en wellicht laatste oprisping. Een jaar later volgde het incident in België en daarna is het nooit meer rustig geworden. Hierbij willen we alle collega's bedanken die zich gedurende die ruim 20 jaar hebben ingezet, vaak op de meest uitzonderlijke werkuren, al dan niet voorzien van pizza's om maar te zorgen voor een zo snel mogelijke uitslag en betrouwbare resultaten. Zonder die collega's zouden we niet zijn waar we nu zijn, een van de meest bekende onderzoeksinstituten op het gebied van dioxines en PCB's.

Samenvatting

Dioxines en PCB's blijven de agenda van de contaminanten beheersen. Waar het in eerste instantie een probleem van vuilverbranding was, traden later voergerelateerde incidenten met andere bronnen op de voorgrond. Nu gehalten in voeders meer en meer onder controle zijn, lijkt het milieu een steeds grotere rol te spelen als bron voor dioxines en PCB's. Dit speelt met name bij dierhouderijvormen waarbij dieren een groot deel van hun tijd buiten doorbrengen. Dat geldt voor leghennen met vrije uitloop, maar ook voor schapen en runderen. Anders dan bij voeders, zijn er voor grond op agrarische bedrijven geen duidelijke normen die moeten voorkomen dat dierlijke producten besmet raken en die aanleiding geven voor gerichte maatregelen.

Op basis van de ervaringen kan de uitstoot van dioxines en PCB's door nabijgelegen industriële bedrijven, maar ook tijdens branden incidenteel aanleiding geven tot gehalten in dierlijke producten die de normen overschrijden, zij het in beperkte mate. Dit kan niettemin resulteren in ernstige problemen op bedrijfsniveau, zoals het tijdelijk niet kunnen afleveren van producten met grote financiële gevolgen. Hogere gehalten in dierlijke producten zijn met name waargenomen bij voergerelateerde incidenten, maar soms ook op individuele bedrijven met andere oorzaken die bedrijfsgerelateerd zijn. Daarbij moet gedacht worden aan stookplaatsen maar ook hergebruik van puin in de uitloop.

Dit rapport beschrijft de problematiek rond incidenten met dioxines en PCB's, inclusief een inschatting van grondgehalten die tot problemen kunnen leiden. Deze liggen waarschijnlijk rond de lage ng TEQ/kg ds en veel lager dan bestaande normen. Onzekerheid in de gehalten komt onder meer voort uit het gebrek aan inzicht in de hoeveelheid grond die dieren kunnen innemen. Alhoewel er inmiddels veel kennis is over leghennen, is die bij andere diersoorten zoals schapen en kalveren die worden grootgebracht door de moeder veel beperkter. Ook is er onduidelijkheid over de herkomst van PCB's in dierlijke producten. Uiteindelijk doel is een verdere reductie van de gehalten in dierlijke producten en daarmee de gewenste reductie in de blootstelling van consumenten.

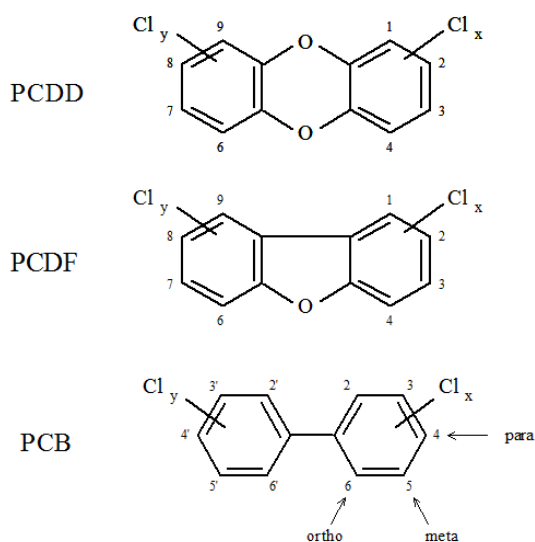
Lijst met afkortingen

AL:	action level
BfR:	Bundesanstalt für Risicobewertung
DR CALUX:	Dioxin Responsive Chemical Activated LUciferase gene eXpression
dl-PCB:	dioxin-like (dioxineachtige) PCB
ds:	droge stof
EFSA:	European Food Safety Authority
GC/HRMS:	gaschromatografie/hoge resolutiemassaspectrometrie
LAC:	Landbouwadviescommissie
ML:	maximum level
ndl-PCB:	non-dioxin-like (niet-dioxineachtige) PCB
PCB:	polychloorbifenyl
PCP:	pentachloorfenol
PCDD:	polychloordibenzo-p-dioxine
PCDF:	polychloordibenzofuraan
PVC:	polyvinylchloride
RASFF:	rapid alert system on feed and food
TCDD:	2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine
TEF:	Toxiciteitsequivalentiefactor
TEQ:	Toxiciteitsequivalenten
TWI:	tolerable weekly intake
WHO:	World Health Organisation

1 Inleiding

1.1 Dioxines en PCB's

De term dioxines wordt gebruikt als een verzamelnaam voor twee groepen van stoffen, de polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD's) en de polychloordibenzofuranen (PCDF's). Alhoewel het gaat om respectievelijk 75 en 135 zogenaamde congenere, wordt in praktijk alleen gekeken naar 17 congenere. Het grootste risico van de relevante dioxines zit in de slechte afbreekbaarheid en de accumulatie in het lichaam, met name in het vet. Gebleken is dat met name PCDD's en PCDF's die chlooratomen bevatten op in elk geval positie 2, 3, 7 en 8 slecht afbreekbaar zijn. Langdurige blootstelling via het voedsel kan uiteindelijk resulteren in gehalten die een kritische grens overschrijden en leiden tot schadelijke effecten op het immuunsysteem, de voortplanting, de hersenontwikkeling en kanker. De effecten zijn een gevolg van binding van dioxines aan de zogenaamde Ah-receptor die alom aanwezig is in organismen maar waarvan de exacte functie nog niet bekend is. Blootstelling aan dioxines zou echter kunnen leiden tot een continue activering van die receptor en verstoring van bepaalde lichaamsprocessen, een reden waarom dioxines ook als hormoonverstorend gezien worden.



Figuur 1 Structuren polychloordibenzo-p-dioxines (PCDD), polychloordibenzofuranen (PCDF) en polychloorbiphenylen (PCB). De relevante 7 PCDD's en 10 PCDF's bevatten tenminste 4 chlooratomen op posities 2,3,7 en 8. De 12 dioxine-achtige (dl) PCB's bevatten 4 of meer chlooratomen en op de ortho-positie geen (non-ortho, 4 stuks) of slechts 1 (mono-ortho, 8 stuks) chlooratoom.

Naast de dioxines zijn er ook andere stoffen met vergelijkbare eigenschappen qua afbreekbaarheid, toxiciteit en binding aan de Ah-receptor. Daartoe behoren in elk geval een deel van de zogenaamde polychloorbiphenylen (PCB's), een groep van in totaal 209 congenere. Gebleken is dat 12 van deze PCB's als dioxine-achtig beschouwd kunnen worden. Daarvan heeft de meest toxische, PCB 126, een toxiciteit die zo'n factor 10 lager is dan de meest toxische dioxine, 2,3,7,8-tetrachloordibenzo-p-dioxine (TCDD), maar vergelijkbaar met die van veel andere dioxines. De andere 197 PCB's worden betiteld als niet-dioxine-achtig ofwel ndl-PCB's. Deze PCB's worden al veel langer geanalyseerd waarbij in praktijk maar een beperkt aantal van deze ndl-PCB's wordt geanalyseerd. Voorheen waren

dat er 7, de zogenaamde indicator-PCB's, waaronder PCB 118 dat een dl-PCB is. Recent heeft de EU normen gesteld voor de som van 6 ndl-PCB's (28, 52, 101, 138, 153, 180).

PCB's zijn in het verleden op grote schaal geproduceerd en onder meer gebruikt als transformatorolie, als warmtegeleidende olie in verhittingsapparatuur maar ook als vlamvertragers in bepaalde coatings en isolatiemiddelen. Dioxines zijn bijproducten die onder meer gevormd worden bij productie van bepaalde chloorhoudende chemicaliën (bv chloorfenolen) maar ook bij verbranding van bepaalde plastics. Een aantal van deze bronnen zal verderop ter sprake komen n.a.v. incidenten. Op basis van een aantal voergerelateerde incidenten wordt inzicht gegeven in de diverse bronnen van dioxines en PCB's, die in veel gevallen ook de belangrijkste bronnen voor vervuiling van grond zijn. Ook is de grens tussen bodem en voer niet altijd scherp, zeker wanneer het voedergras als gras betreft.

1.2 Wetgeving

1.2.1 Levensmiddelen en diervoeders

PCB's zijn al langer onderkend als ongewenste contaminanten in de voedselketen en om die reden in veel landen al langer gereguleerd. Ook in Verordening EC 96/23, betreffende het Nationaal Controleprogramma Residuen en Contaminanten worden ze expliciet genoemd als een te meten stofgroep. Daarbij gaat het dus om de ndl-PCB's. In Nederland werden hiertoe de 7 indicator-PCB's geanalyseerd. Voor een aantal producten kende Nederland normen die in de Warenwet waren opgenomen. Die normen waren echter per land verschillend. Begin 2012 zijn door de EU geharmoniseerde normen van kracht geworden voor de eerder genoemde 6 ndl-PCB's voor zowel food (Verordening (EU) NR 1259/2011) als feed (Verordening (EU) NR 277/2012).

Problemen met dioxines zijn pas veel later in beeld gekomen, deels doordat ze bij veel lagere gehalten al toxisch zijn en die gehalten alleen met hele gevoelige en dure apparatuur te meten zijn. Om die reden is ook de normering van dioxines pas relatief laat tot stand gekomen. Er bestonden echter wel degelijk nationale normen voor zeer specifieke producten, tot stand gekomen n.a.v. specifieke problemen. Zo heeft Nederland begin jaren negentig een norm voor dioxines in melk van 6 pg i-TEQ/g vet ingevoerd n.a.v. de problematiek met vuilverbrandingsinstallaties. Die norm was direct gerelateerd aan de veilig geachte blootstelling van consumenten. Op soortgelijke wijze werd ook kortstondig een norm ingevoerd voor dioxines in aal van 8 pg TEQ/g product. De EU voerde n.a.v. het incident met citruspulp in 1998 een dioxinenorm in van 0,5 ng TEQ/kg voor dit product.

Met name n.a.v. de Belgische dioxinecrisis in 1999 heeft de EU haar beleid t.a.v. dioxines drastisch gewijzigd en een beleid ingezet om de blootstelling van de bevolking te reduceren. Dat werd mede ingegeven door het feit dat de geschatte blootstelling van veel consumenten de door de SCF (Scientific Committee on Food) afgeleide blootstellingsnorm van 14 pg TEQ/kg lg/week overschreed. In tegenstelling tot eerdere normen was deze TWI niet gericht op de kankerverwekkende eigenschappen van dioxines maar op meer subtiele effecten zoals de spermaproductie van kinderen die blootgesteld waren tijdens de zwangerschap. De TWI moet dus voorkomen dat de gehalten in moeders tijdens de zwangerschap een risico vormen voor de ontwikkeling van het ongeboren kind. Deze meer subtiele effecten treden op bij lagere lichaamsgehalten dan de gehalten die leiden tot tumoren.

Het Europese beleid gaat ervan uit dat normstelling voor voedsel en voeders een belangrijk onderdeel vormt om het beoogde effect, een reductie van de blootstelling, te bereiken. Om echter te voorkomen dat productnormen voor dioxines, en later ook dioxine-achtige PCB's, zouden leiden tot afkeuring van een substantieel deel van de voedsel- en voerproducten, zijn ze vastgesteld op basis van het principe "strict but feasible". Dat houdt in dat op basis van een database met gehalten per product is bekeken wat een haalbare norm zou zijn. Vervolgens is de norm zodanig gesteld dat de hoogst besmette (5-10%) producten de norm zullen overschrijden. Deze wijze van normstelling betekent dat de normen niet per definitie voldoende bescherming bieden. Als alle producten gehalten rond de norm zouden bevatten, dan zou de blootstellingsnorm zeker overschreden worden. Ook betekent het dat de meest besmette producten de hoogste normen hebben en bij voorbeeld dieren die vooral buiten grazen (runderen, schapen) hogere normen hebben dan dieren die meestal binnen worden gehouden

(varkens, kippen). Dat laatste houdt ook in dat wanneer zulke dieren wel buiten worden gehouden, er een extra risico op normoverschrijding ontstaat doordat naast voer ook het milieu kan bijdragen aan de blootstelling.

Nader onderzoek naar de bron en eliminatie daarvan, zou op den duur moeten leiden tot lagere gehalten in voedsel en het stellen van lagere, meer wenselijke, normen moeten toelaten. Om het proces van reductie nog enigszins te versnellen heeft de EU ook zogenaamde actiegrenzen (AL) ingevoerd die voor de meeste producten op ongeveer 2/3 van de maximum limiet liggen. Bij overschrijding van de AL kan het product nog steeds verhandeld worden maar zou nader onderzoek gestart moeten worden naar de bron van de besmetting. Dwars op deze discussie staat de discussie over de toxiciteit van dioxines en dl-PCB's en daarbij ook de relatieve potentie van elk van de verschillende congenere. Deze potentie is vastgelegd in zogenaamde TEF's (Toxische Equivalentiefactoren), die door internationale commissies op basis van toxiciteitsstudies zijn vastgesteld. Met enige regelmaat worden deze TEF's opnieuw bekeken, hetgeen de laatste twee keer is gebeurd onder leiding van de WHO (1998 en 2005). Voor die tijd werd gebruik gemaakt van zogenaamde I-TEF's. Bij de analyse worden de gemeten gehalten van de individuele congenere eerst vermenigvuldigd met de TEF en vervolgens gesommeerd tot een TEQ-gehalte. Het is duidelijk dat een aanpassing van de TEF's direct gevolgen heeft op de uiteindelijke gehalten in producten en daarmee ook op het gevoerde EU-beleid om de overall gehalten te reduceren door de producten met de hoogste gehalten te weren. Zo resulteerde de overgang van I-TEF's naar WHO-TEF's 1998 in een stijging van zo'n 15% van de dioxinegehalten, met name door een verdubbeling van de TEF voor PeCDD van 0,5 naar 1. De laatste aanpassing van de TEF's in 2005 resulteerde weer in een daling van het TEQ-gehalte van gemiddeld 15% doordat een aantal TEF's iets verlaagd werden. Met name de TEF's voor de zogenaamde mono-ortho PCB's zijn steeds lager geworden. Door die recentste verlaging zouden in theorie veel van de 5-10% af te keuren producten automatisch onder de norm komen. Om die reden heeft de EU de TEF's uit 2005 pas begin 2012 in de nieuwe productnormen opgenomen.

Uiteindelijk zijn binnen de EU in juli 2002 normen ingevoerd voor food (Verordening (EC) No 2375/2001) en feed (Richtlijn 2001/102/EG, later opgenomen in Richtlijn 2002/32/EG). Bij gebrek aan voldoende data over dl-PCB's betroffen die alleen de dioxines. Op basis van nieuwe data zijn de dl-PCB's alsnog opgenomen in de normstelling en in november 2006 van kracht geworden voor Food (Verordening (EG) 1881/2006) en Feed (Richtlijn 2006/13/EC als aanpassing van 2002/32/EG). Omdat de normen voor de som van dioxines en dl-PCB's hoger lagen dan die voor alleen dioxines, is besloten om die laatste normen te handhaven. Anders zou het risico bestaan dat de intentie om de gehalten voor dioxines, met veelal een andere bron dan PCB's, te verlagen zou vervallen. Begin 2012 zijn de normen wederom aangepast, tegelijk met de introductie van normen voor ndl-PCB's (Verordening (EU) Nr. 1259/2011 voor food en Verordening (EU) No 277/2012 voor Feed voor aanpassing bestaande wetten). Doelstelling was om enerzijds de nieuwe TEF's uit 2005 in te voeren en anderzijds een verlaging op basis van de bereikte reductie van de gehalten. In praktijk zijn de normen inderdaad verlaagd maar dat is vooral ter compensatie van de lagere TEQ-gehalten bij toepassing van de nieuwe TEF's. Een echte daling in de gehalten bleek nog niet zichtbaar. Het voornemen om de normen voor dioxines af te schaffen kon daarmee ook niet gerealiseerd worden. Onderstaande Tabel toont de huidige normen voor een aantal diervoeder(ingredienten) en dierlijke producten.

1.2.2 Grond

De regelgeving t.a.v. grond en bouwmaterialen lijkt veel minder doorzichtig. Er wordt in het zogenaamde Regeling Bodemkwaliteit een norm genoemd van 0,5 mg/kg ds voor de som van de 7 indicator-PCB's, die geldt voor steenachtige materialen gebruikt in de bouw (Agentschap NL). Daaronder valt wel de toepassing in bv funderingen maar geen toepassingen waarbij het materiaal onderdeel gaat uitmaken van de bodem. Voor het opbrengen van grond of baggerspecie geldt voor de indicator-PCB's een norm van 0,02 mg/kg ds en voor dioxines en dl-PCB's een norm van 55 ng TEQ/kg ds (Regeling Bodemkwaliteit). Deze norm is een aantal jaren geleden uitgebreid met de dl-PCB's en aangepast aan de toepassing van de WHO-TEF's uit 2005. Veel analyserapporten lijken nog uit te gaan van een norm van 55 ng TEQ/kg ds voor alleen dioxines en op basis van zogenaamde I-TEF's. Belangrijker is de vraag waarop deze normen van toepassing zijn. Het opbrengen van bouwpuin voor

doeleinden die niet bouwgerelateerd zijn, zou verboden zijn. Dat zou dus ook gelden voor uitlopen en weides, maar hoe zit het voor het verharderen van een pad in die uitloop of wei? Hoe dan ook is het duidelijk dat een norm van 55 ng TEQ/kg ds geen enkele bescherming biedt voor het produceren van levensmiddelen met een gehalte onder de norm. Daarnaast is er sprake van een zogenaamde LAC-waarde (Landbouwadviscommissie) voor bodems waarop gras of maïs geteeld wordt (LAC, 1991). Deze bedraagt 10 ng TEQ/kg ds, maar de afleiding en status van deze waarde is zeer onduidelijk.

2 Incidenten met dioxines en PCB's in de voedselketen

2.1 Incidenten veroorzaakt door besmette diervoeders

Het afgelopen decennium is er een groot aantal incidenten geweest met dioxines en PCB's in de voedselketen. Rond 1990 werd duidelijk dat het grootschalig verbranden van huisvuil in vuilverbrandingsinstallaties resulteerde in een besmetting van weilanden in de directe omgeving (Liem *et al.*, 1990). Dat had vooral gevolgen voor de melkproductie en resulteerde in een aantal maatregelen om de uitstoot te verlagen. Ook werden normen gesteld voor dioxines in melk. Daarmee leek het probleem feitelijk opgelost en verdwenen dioxines geleidelijk aan uit beeld. Echter, zo'n 10 jaar later, in 1998, ontdekte een Duits laboratorium verhoogde dioxinegehalten in melk die herleid kon worden tot het gebruik van verontreinigde citruspulp als voer voor melkkoeien (Malisch 2000). De citruspulp werd geïmporteerd uit Brazilië en de besmetting bleek te zijn veroorzaakt door het bijmengen van verontreinigde kalk voor het verlagen van het watergehalte en het verhogen van de pH. Ook in Nederland werd een verhoging in de dioxinegehalten in melk waargenomen tot rond de toenmalige norm van 6 pg TEQ/g vet.

Dit incident bleek de voorbode van een veel groter incident in 1999 dat plaats vond in het Zuiden van België. De besmetting werd ontdekt door effecten bij kippen zoals een verlaagd uitkomen van broedeieren en andere afwijkingen bij de dieren (Bernard *et al.*, 1999, Larebeke *et al.*, 2001). Vervolgonderzoek door het veevoederbedrijf en analyses door het RIKILT leidde vervolgens tot de ontdekking van zeer hoge gehalten aan dioxines en PCB's in veevoeder, eieren en vet van kippen. Op basis van de beschikbare gegevens bleek er zo'n 200 liter PCB-olie terecht gekomen in gerecycled vet dat gebruikt werd voor de productie van diervoer. De exacte herkomst van de PCB's is nooit achterhaald, maar het incident leek qua gehalten op eerdere incidenten met PCB-olie in rijstolie in Japan en Taiwan, waarbij PCB-olie gebruikt werd in tanks om de rijstolie op temperatuur te houden en waar ten gevolge van lekkage contaminatie optrad. Naast kippen bleken in België ook varkens besmet voer gehad te hebben. De late ontdekking en de slechte traceerbaarheid vergrootten de impact van het incident. Bovendien leidde het tot de hierboven genoemde aanscherping van Europees beleid t.a.v. de voedselveiligheid, inclusief maatregelen voor reductie van de blootstelling aan dioxines en dioxine-achtige PCB's.

Vlak na het Belgische incident ontdekten Oostenrijkse onderzoekers dat sommige kleisoorten besmet kunnen zijn met hoge gehalten aan dioxines (Jobst & Aldag, 2000). Het betrof met name kaoliniet dat in de veevoederindustrie gebruikt werd voor inmenging van mineralen en als antiklonteringsmiddel. In de VS was al eerder ontdekt dat zogenaamde Mississippi-ball clay, gebruikt voor soortgelijke doeleinden, besmet kan zijn met dioxines en de oorzaak was voor verhoogde dioxine-gehalten in meerval en kippen (Hayward *et al.*, 1999, Ferrario & Byrne 2000). Alhoewel het gebruik van dergelijke klei in de veevoederindustrie aan banden werd gelegd resulteerde het gebruik van kaoliniet toch nog in een incident in 2004, door het gebruik van de klei voor het sorteren van aardappelen. Een restproduct, aardappelschilletjes, werd op aangrenzende melkveebedrijven vervoerd aan koeien en resulteerde in de hoogste melkgehalten die ooit zijn waargenomen in Nederland (Hoogenboom *et al.*, 2010).

Met de nieuwe EU-regelgeving werd ook de analysecapaciteit vergroot en de intensiteit van de controles geleidelijk aan opgeschroefd. Daardoor werden een aantal nieuwe incidenten met diervoer ontdekt. Na het Belgische incident volgden nog een aantal incidenten met verontreinigde vetten, gebruikt voor diervoer. Begin 2006 werd in Nederland ontdekt dat vet afkomstig uit een Belgisch gelatine producerend bedrijf hoge dioxinegehalten bevatte (Hoogenboom *et al.*, 2007). De oorzaak bleek het gebruik van verontreinigd zoutzuur, een restproduct afkomstig van een chemisch bedrijf, voor het oplossen van botten. De exacte bron van de besmetting van het zoutzuur is nooit

opgehelderd. Eind 2010 werd bij zelfcontrole door een Duits veevoederbedrijf ontdekt dat de dioxine-gehalten in veevoer net boven de norm lagen. De oorzaak bleek het gebruik van verontreinigde vetzuren uit de biodieselproductie maar niet bestemd voor diervoeders. Nader onderzoek van de vetzuren door het RIKILT liet zien dat lager gechloroerde fenolen de bron waren maar de exacte herkomst van die chloorfenolen is nooit in de openbaarheid gekomen. Chloorfenolen en met name pentachloorfenol (PCP) zijn veel toegepast als antischimmelmiddel, o.a. voor verduurzaming van hout. Menging van cholinechloride met besmet zaagsel was de oorzaak van een ander incident in 2002, ontdekt in Spanje (Llerena *et al.*, 2003). Zelfcontrole door een levensmiddelenbedrijf leidde in 2007 tot de ontdekking dat guar gom uit India, bedoeld voor technische toepassingen maar gebruikt voor levensmiddelen, behandeld was met PCP en daardoor ook besmet was met dioxines. In Italië en Portugal leidde het gebruik van met PCP besmet zaagsel in kippenstallen tot besmettingen (Brambilla *et al.*, 2009). Ook hout gebruikt in stallen kan in principe behandeld zijn met PCP en dus tot dioxineproblemen leiden (Feil *et al.*, 2000).

Veruit de hoogste gehalten werden eind 2008 gevonden bij een incident met broodmeel in Ierland waar voor droging gebruikt was gemaakt van brandstof verontreinigd met PCB's (Heres *et al.*, 2010). Met name in een monster varkenslever werden in Polen extreem hoge gehalten aangetroffen. Op basis van congenerpatronen leek iets soortgelijks te hebben plaatsgevonden bij een incident in 2010 met besmette biologische maïs, opgespoord door verhoogde gehalten in biologische eieren. De exacte bron is nooit opgehelderd. Besmet broodmeel was ook de oorzaak van een incident in 2003 in Duitsland waar geferfd afvalhout gebruikt was voor de droging (Hoogenboom *et al.*, 2004).

Een laatste bron betreft besmette mineralen. Zo resulteerde het gebruik van besmette zinkoxide in Italië en later in Chili tot incidenten (Kim *et al.*, 2011). Recycling van materialen speelde waarschijnlijk een grote rol bij deze incidenten. In 2002 bleken zogenaamde "sequestered minerals" uit de VS, gemaakt door menging en verhitting van mineralen en zeewier, zeer hoge gehalten aan dioxines te bevatten.

Deze incidenten en de verschillende bronnen laten zien dat dioxines en PCB's een complex probleem vormen en dat het niet eenvoudig is om te focussen op een specifieke bron. Wel lijken met name drogingsprocessen een verhoogd risico te geven, mede omdat hierbij vaak ingrediënten worden gedroogd met een relatief hoog inmengpercentage. Ook het recyclen van materialen lijkt een verhoogd risico te geven.

2.2 Incidenten met dioxines en PCB's via grond

2.2.1 Eenmalige uitstoot bij incidenten

Naast voeders kunnen ook andere bronnen leiden tot besmetting van dierlijke producten. Zo leidde een explosie bij het Italiaanse Seveso in 1976 tot één van de ernstigste incidenten met dioxines. Het bedrijf produceerde trichloorfenol waarbij TCDD in kleine hoeveelheden gevormd werd. In de nabije omgeving werd uitvoerig bodemonderzoek gedaan en werden TCDD-gehalten tot 589 $\mu\text{g}/\text{m}^2$ (zo'n 6000 ng/kg) gemeten in de toplaag van de bodem (DiDomenico *et al.*, 1980). In het getroffen gebied bevonden zich zo'n 350 koeien, veelal op kleinere bedrijven. Onderzoek van melk door Fanelli *et al.*, (1980), enkele weken na het incident, liet gehalten zien tot 8 $\mu\text{g}/\text{l}$ (zo'n 400 ng TEQ/g vet). Dit gehalte kan niet verklaard worden vanuit de grondgehalten alleen en duidt op een relatief grote inname via het gras en mogelijk lucht. Gelukkig werd de consumptie van producten uit dit gebied binnen twee weken verboden en werden bewoners uit de naaste omgeving van het bedrijf geëvacueerd. Desondanks werden veel mensen besmet en vertoonden veel kinderen de voor dioxines typische chlooracne.

Een andere mogelijke bron zijn branden waarbij afhankelijk van het verbrande materiaal dioxines en PCB's kunnen vrijkomen. In Nederland zijn bij een aantal branden monsters verzameld en geanalyseerd op dioxines en PCB's. Hieruit blijkt dat er bij branden met bepaalde kunststoffen een besmetting kan optreden van nabijgelegen velden met gras of andere veevoedergewassen. Dit is onder meer geconstateerd bij een brand van een sloopbedrijf voor metaal in Coevorden, een brand bij

een vleeswerkend bedrijf in Weurt met veel verpakkingsmateriaal en een bedrijf met veel containers van polyvinylchloride (PVC) in Lith. In de zeer directe omgeving (enkele tientallen meters) kan de besmetting hoog oplopen maar veelal betreft het hier geen agrarisch gebied. Tot op enkele kilometers (3-5 km) kunnen initiële gehalten de norm overschrijden. Uit studies met koeien is gebleken dat vervoeding van voer met een gehalte rond de norm leidt tot een snelle toename in melkgehalten tot rond de norm. Het oogsten en langdurig vervoederen van dergelijk partijen moet dus zeker voorkomen worden. Regen bleek weinig invloed te hebben op de gehalten maar door groei zullen de gehalten wel dalen. Uiteraard geldt dit alleen voor het groeiseizoen en zullen gehalten in de winter niet afnemen. Dat kan relevant zijn voor dieren die buiten blijven. Er is beperkt onderzoek gedaan naar bodemgehalten in de buurt van branden, maar die lijken meestal niet sterk verhoogd.

2.2.2 Langdurige uitstoot

Naast het vrij unieke incident bij Seveso, waarbij in één keer een grote hoeveelheid van het meest toxische dioxine vrijkwam, zijn er ook gebieden die besmet zijn geraakt door jarenlange uitstoot van dioxines. Zo hebben vuilverbrandingsinstallaties niet alleen het gras in de directe omgeving besmet maar gaandeweg ook de toplaag van de bodem (Olie *et al.*, 1977, Liem *et al.*, 1991). Hoogst gemeten dioxinegehalten in melk uit 1989 lagen net boven de 10 pg TEQ/g vet (I-TEQs) in het Lickebaertgebied en rond Zaandam. Sluiting van de installatie in Zaandam leidde tot een snelle afname in de melkgehalten en toonde zo de relatie aan met dit bedrijf. Dioxinegehalten in de toplaag (0-2 cm) lagen in de Lickebaert rond de 20 (range 18-55) ng TEQ/kg ds (Jong *et al.*, 1990, 1993).

In 2006 heeft RIKILT nieuw onderzoek gedaan in het Lickebaertgebied i.v.m. relatief hoge gehalten aan dioxines en dl-PCB's in melk (Traag *et al.*, 2006). Met 1,4-2,0 pg TEQ/g vet voor dioxines waren deze wel veel lager dan rond 1990 maar dichtbij de geldende EU-normen in 2006 (ML 3 pg TEQ/g vet, AL 2 pg TEQ/g vet). Dat gold zeker voor de som van dioxines en dl-PCB's die 3,7-4,8 ng TEQ/g vet bedroeg (ML 6 pg TEQ/g vet). Dioxinegehalten in gras in de lente en zomer waren relatief laag maar bodemgehalten lagen nog steeds rond de 20 ng TEQ/kg ds. Daarbij werden de hoogste gehalten gemeten in de bovenste 10 centimeters en bleek er nauwelijks enige vermenging met de diepere lagen (>10 cm). Het omploegen van de grond vormt een mogelijke oplossing om de gehalten verder te verlagen (Traag *et al.*, 2010). Op basis van een geschatte inname van 600 gram grond (ds) per dag tijdens het grazen, kunnen dergelijk hoge gehalten leiden tot gehalten in de melk die duidelijk boven de Nederlandse achtergrondwaardes (0,5 pg TEQ/g vet) liggen en de huidige EU-normen benaderen. Bij een carry-over rate van 26% op basis van het incident met klei (Hoogenboom *et al.*, 2010), een melkgift van 25 liter met 1 kg vet en 600 gram grondinname, zou het dioxinegehalte in de grond kleiner moeten zijn dan 20 ng TEQ/kg droge stof.

Een ander opvallend gegeven uit dit onderzoek waren de sterk verhoogde dioxinegehalten in gras gedurende de winter en het vroege voorjaar. Dit speelde ook op veel schonere referentielocaties elders in het land maar in het Lickebaertgebied waren ze tot 10 keer de norm voor diervoer. Ook n.a.v. de brand bij Moerdijk zijn op een bovenwindse referentielocatie relatief hoge gehalten in gras gemeten. Het betrof hier een agrarisch gebied. Melkvee zal over het algemeen pas de wei ingaan als het gras weer een tijdje groeit. Voor dieren die de hele winter buiten staan is dit wellicht wel van belang. Een andere belangrijke waarneming betreft de relatief hoge dl-PCB-gehalten in melk in bv het Lickebaertgebied, die moeilijk te verklaren lijken vanuit de gehalten in gras en bodem.

Ook in andere landen werd onderzoek gedaan naar het effect van uitstoot door bedrijven en zijn incidenten gemeld door besmetting van de omgeving. Zo waren er ook in andere landen problemen door verbranding van huisvuil en andere materialen. In Asturië (Spanje) werden in de omgeving van een vuilverbrander licht verhoogde dioxinegehalten gevonden (1,6x achtergrond en rond de huidige ML) (Lopes *et al.*, 1997). In het Pantegg-district in Wales werd onderzoek gedaan i.v.m. een bedrijf dat PCB-olie verbrandde (Lovett *et al.*, 1998). Met name rond het bedrijf werden zeer hoge dioxine en PCB-gehalten in grond gevonden, met mediane gehalten van respectievelijk 825 ng TEQ/kg en 1,2 mg/kg ds. In het meest nabij gelegen gebied met bewoning bedroegen die gehalten nog 47 en 78. Eieren van eenden en Bantam kippen vertoonde duidelijk verhoogde gehalten aan dioxines, 4 tot 20 keer de achtergrond. Voor ndl-PCB's was het verschil nog groter. Het bedrijf werd grondig gerenoveerd.

In de plaats Oroville in Californië veroorzaakte een houtverwerkend bedrijf waar veel pentachloorfenol werd gebruikt, een besmetting van nabijgelegen boerderijen met leghennen (Harnly *et al.*, 2000; zie ook 3.1).

In Italië werden in de periode 2001-2004 verhoogde dioxinegehaltenes in mozzarella in de Campania streek rond Napels gemeten. Deze werden toegeschreven aan het grootschalig verbranden van huisvuil in de open lucht (Diletti *et al.*, 2008). Daarbij overschreed 27% van de monsters de ML voor dioxines met een mediane waarde van 1,4 pg TEQ/g maar een range van 0,1-18,0 pg TEQ/g vet (alleen dioxines). Gehaltes in buffelmelk lagen gemiddeld twee keer zo hoog (mediaan 1,8, range 0,1-20,5) en melk van schapen nog iets hoger (mediaan 2,7, range 0,1-30,4). Esposito *et al.*, (2010a) onderzochten in 2008 460 monsters buffelmelk van 94 bedrijven die eerder boven de norm zaten en om die reden geen melk voor consumptie mochten leveren. Op de bedrijven werden maatregelen genomen zoals vervanging van de voeders om de gehaltenes te verlagen. De mediane waarde voor alleen dioxines lag op 2,2 pg TEQ/g vet met een range van 0,2 tot 87. Gehaltes aan dl-PCB's waren een factor 2 of meer lager (0,2-15,9 pg TEQ/g vet), maar toonden wel een duidelijke correlatie met de dioxines. Overall voldeed de melk bij 78 van de 94 bedrijven (83%) aan de normen.

Onderzoek in Toscane liet verhoogde melkgehaltenes zien bij bedrijven rond MWI's t.o.v. controle-bedrijven, waarbij de gehaltenes wel onder de normen bleven (dioxines + dl-PCB's 0,7-2,9 pg TEQ/g vet). Gehaltes aan dl-PCB's waren hier hoger dan die van de dioxines. In de Susa-vallei in noord-Italië werden verhoogde gehaltenes aan dioxines en met name dl-PCB's aangetroffen in melk van runderen (tot 4x de ML). Een staalbedrijf werd verantwoordelijk gehouden voor de besmetting. Er werd een link gelegd met verhoogde DNA-schade in lymphocyten van de runderen en een aantal andere plasma-waarden, indicatief voor oxidatieve schade (Di Meo *et al.*, 2011, Spagnuolo *et al.*, 2012). Andere factoren kunnen echter niet worden uitgesloten. In het zuiden van Italië, rond Taranto, een gebied met hoge industriële activiteit is uit voorzorg in een straal van 20 km begrazing van weilanden en consumptie van levers van geiten en schapen verboden i.v.m. verhoogde gehaltenes in melk (gemiddeld 5,4, range 0,3-31 pg TEQ/g vet), dierlijk vet (gemiddeld 15, range 3-37 pg TEQ/g vet) en levers (gemiddeld 91, range 10-279 pg TEQ/g vet) (Diletti *et al.*, 2009, Esposito *et al.*, 2010b). Daarbij ging het in de besmette producten met name om een besmetting met dl-PCB's. In grond was de besmetting wat gelijkmatiger verdeeld over dioxines en dl-PCB's met in een straal van 5 km gemiddelde gehaltenes rond 3 ng TEQ/kg ds voor elk van beide stofgroepen.

In het Belgische Menem, op de grens met Frankrijk, worden al jaren verhoogde gehaltenes in eieren gemeten en loopt onderzoek naar de oorzaak.

Een ander geval betrof de besmetting van een gebied in de omgeving van Brescia, waar zich het enige PCB-producerende bedrijf in Italië bevond. Alhoewel de productie al lang geleden was gestopt werd de besmetting pas recent ontdekt (Turrio *et al.*, 2009). In melk van runderen op 4 nabijgelegen boerderijen werden gehaltenes van 40-50 pg TEQ/g vet (som dioxines en dl-PCB's, TEF's 2005) gevonden, en 38-103 pg TEQ/g vet en 128-168 pg TEQ/g vet in vet en levers van runderen. PCB 126 leverde de grootste bijdrage aan de TEQ-gehaltenes. Ook gehaltenes aan ndl-PCB's lagen zo'n factor 10-20 boven de huidige EU-norm van 40 ng/g vet. Doordat de bewoners van de boerderijen hun eigen producten aten, waren ook hun bloedwaardes zo'n factor 8 hoger dan dat van de gemiddelde inwoner van Italië. Deze casus laat zien dat besmettingen vaak pas in een laat stadium worden opgepikt, hetgeen zeker bij consumptie van eigen producten kan leiden tot een jarenlange verhoogde inname.

Ook in andere gevallen zou een deel van de besmetting veroorzaakt kunnen worden door de nabijheid van bedrijven met (voormalige) dioxine-uitstoot. In Nederland en andere Europese landen is echter veel geld en energie gestoken in het verkleinen van de uitstoot en er vinden intensieve controles plaats.

2.2.3 Uiterwaarden

Een apart probleem vormen de uiterwaarden van rivieren. Zo werden in 2012 in de uiterwaarden van de IJssel verhoogde gehaltenes gemeten in in aldaar geoogst gras (2-3x de norm). Bodemgehaltenes lagen rond de 31-67 ng TEQ/kg ds. In Nederland is tot dusver weinig onderzoek gedaan naar de mogelijke

consequenties van verhoogde bodemgehalten in de uiterwaarden op gehalten in dierlijke producten. Hendriks *et al.*, (1996) voerden onderzoek uit van bodem en melk van koeien uit de uiterwaarden bij de Lek rond Hagestein, Lexmond en Tienhoven. Gehaltes in grond waren respectievelijk 23, 93 en 31 ng TEQ/kg ds (dioxines plus dl-PCBs), dus vergelijkbaar met die bij de IJssel. Gehaltes in melk lagen op 3.9, 5.1 en 3.3 pg TEQ/g vet, dus rond de huidige normen en veel hoger dan de huidige achtergrond die onder de 1 pg TEQ/g vet ligt. Het gras vormde slechts een deel van het rantsoen van deze dieren. Opvallend was dat in de grond slechts weinig PCB's werden gemeten (<25% van het TEQ-gehalte), terwijl die in de melk meer dan de helft van het TEQ-gehalte vormden.

In Duitsland verrichtten Umlauf *et al.*, (2005) onderzoek n.a.v. overstromingen van de Elbe en Mulde in 2002. In Duitsland zou voor beweiding door dieren voor dioxines een norm gehanteerd worden van 5 ng I-TEQ/kg ds. Bijna alle monsters van weides overschreden deze norm met gehalten tot een maximum van 2100 ng I-TEQ/kg ds. De bijdrage van dl-PCB's, zeker bij de hogere monsters, was minimaal. De hoogste gehalten werden gemeten in uiterwaarden en niet in gebieden die door de recente overstroming getroffen waren. Dit artikel vermeldt ook de resultaten van een andere Duitse studie waaruit blijkt dat er geen enkel verband is tussen bodem en grasgehalten, mits er bij het maaien geen grond wordt meegenomen. Ook zouden 3 koeien zijn geweid op grasland met bodemgehalten rond 500 ng TEQ/kg ds, waarna de dioxinegehalten in melk in 70 dagen stegen van 0,3 naar 5,2 pg TEQ/g vet, feitelijk verrassend laag gezien de zeer hoge bodemgehalten. Dat suggereert een veel lagere inname van grond (10-20 gram) dan veelal wordt aangenomen. Beweiding van uiterwaarden en exclusief voeren van gras uit uiterwaarden zou gelimiteerd zijn in Nedersaksen.

Lake *et al.*, (2005) verrichten onderzoek bij boerderijen waar de weilanden regelmatig overstromden door nabij gelegen rivieren. Melk-, gras- en grondgehalten van deze bedrijven werden gemeten in oktober '98, maart '99 (geen gras) en augustus '99 en vergeleken met die van bedrijven in de omgeving waar de weilanden niet overstromden. Bij 2 van de 3 onderzochte gebieden werden in oktober '98 verhoogde grondgehalten gemeten van 58 en 24 ng TEQ/kg ds (soms van dioxines en dl-PCB's op basis van TEF's 1998), zo'n 6x hoger dan bij de controlebedrijven. In augustus '99 waren de gehalten gedaald tot 15 en 16 ng TEQ/kg ds, terwijl die op de controlebedrijven vergelijkbaar waren. Bij de derde rivier waren de gehalten veel lager maar dit kon verklaard worden doordat bovenstrooms geen industriële activiteiten plaatsvonden. Gehaltes in melk van de "besmette" bedrijven bleken significant verhoogd maar maximaal 50% t.o.v. de controlebedrijven. Overigens werden op alle bedrijven in deze gebieden relatief hoge melkgehalten gemeten. Gras toonde gehalten in de range van 0,1-1,3 en een mediaan van 0,3 ng TEQ/kg ds hetgeen niet bijzonder hoog is. Er was geen duidelijke relatie met de grondgehalten. Deze problematiek lijkt enigszins af te wijken van die in de uiterwaarden waar gehalten vermoedelijk veel minder variabel zullen zijn en gemiddeld waarschijnlijk veel hoger, zoals ook gesuggereerd uit de studie van Hendriks *et al.*, (1996) en de gehalten recent gemeten in de uiterwaarden van de IJssel.

2.3 Bedrijfsgebonden problemen met dioxines en PCB's in eieren

Alhoewel industriële activiteiten kunnen leiden tot problemen in de naaste omgeving, lijken veel van de problemen zeer specifiek voor het getroffen bedrijf. Soms betreft het activiteiten uit het verleden maar ook recente aanpassingen blijken de oorzaak te kunnen zijn van verhoogde gehalten in eieren. Daarbij moet ook gedacht worden aan het omschakelen van gangbare naar biologische productie of veranderende regels voor de huisvesting.

In 2001 werd in het door RIKILT uitgevoerd monitoringsproject dioxines in dierlijke producten een monster eieren geanalyseerd met een dioxinegehalte boven de toenmalige norm (Traag *et al.*, 2002). Het betrof hier eieren van vrije uitloophennen van een bedrijf met slechts een paar honderd hennen. Analyses van een aantal andere bedrijven met vrije uitloop toonden aan dat het probleem algemener van aard was. Ook in andere landen werden soortgelijke waarnemingen gedaan (Schoeters & Hoogenboom, 2006). In België werd een onderzoek gedaan bij commerciële bedrijven en private eigenaars waarbij eieren van de laatste groep vaak 2-8 keer hogere gehalten bleken te bevatten dan

de eerste groep (van Overmeire *et al.*, 2006). In deze studie werden gehalten alleen met CALUX geschat. Dat onderzoek resulteerde echter in een veel grotere vervolgstudie (CONTEGG) waarin de hoge gehalten in eieren van private eigenaars bevestigd werden met GC/HRMS gehalten tot 95 pg TEQ/g vet (mediaan 10 pg TEQ/g vet) (van Overmeire *et al.*, 2009). Een belangrijke waarneming was dat er voor dioxines wel een redelijke correlatie was tussen gehalten in bodem en eieren, maar dat dat voor de dl-PCB's veel minder duidelijk was.

Deze waarnemingen resulteerden in vervolgstudies en maatregelen vanuit de sector. Zo werden in Nederland studies uitgevoerd om de relatie tussen inname van dioxines en PCB's door kippen en gehalten in eieren te bestuderen (Hoogenboom *et al.*, 2006). Daaruit bleek dat deze stoffen zeer efficiënt worden overgedragen naar eieren, zowel vanuit voer als vanuit grond. Daarnaast werd door ASG i.s.m. RIKILT bedrijfsgericht onderzoek gedaan om beter inzicht te krijgen in de problematiek, alsmede eventuele maatregelen om de besmetting te reduceren (Kijlstra *et al.*, 2007). Adviezen waren voornamelijk gericht op het beperken van de inname van grond, bv door voer niet uit te strooien of kippen op een later tijdstip naar buiten te laten. In deze studie bleek dat gehalten in eieren lager waren bij grotere bedrijven. Bovendien bleek ook hier een redelijk goede correlatie tussen gehalten van dioxines in bodem en eieren, maar dat gold niet voor de dl-PCB's.

De eiersector reageerde door verplichte controles van eieren van vrije uitloop in het kader van IKB-ei en KAT. Mede daardoor werden een aantal bedrijven positief bevonden. In deze verplichte monitoring moeten van elk koppel in elk geval 1x de eieren geanalyseerd worden. Afhankelijk van het gehalte kan een intensivering van de controles vereist zijn. Analyses werden in eerste instantie vooral uitbesteed bij Duitse laboratoria omdat de meeste eieren naar Duitsland worden uitgevoerd (KAT-programma). De laatste tijd raken ook Nederlandse laboratoria betrokken in deze analyses. Tot recent werd voornamelijk gecontroleerd op dioxines en in veel mindere mate op dioxine-achtige PCB's, al gelden er sinds november 2006 EU-normen voor beide stofgroepen. Opvallend is dat recente problemen bij zowel Nederlandse als Duitse bedrijven vooral PCB's betreffen, wellicht doordat hier in het verleden onvoldoende op gecontroleerd is. Ook lijken PCB's veel breder toegepast dan tot dusver werd aangenomen.

In de afgelopen tijd zijn er gevallen geweest van verontreinigingen van eieren met dioxines en PCB's, die veroorzaakt lijken door contaminaties van de bovengrond met nieuw opgebracht puin. Het betrof hier bedrijven die in de studie van Kijlstra *et al.*, (2007) nog lage gehalten in de eieren hadden. In Bijlage 1 worden een aantal probleembedrijven beschreven. Besmetting van bouwpuin met PCB's lijkt een relatief onbekend fenomeen, mede omdat er weinig bekend is over het gebruik van PCB-houdende materialen in de bouw. Er lijkt ook geen sprake van een moedwillige contaminatie, omdat de handel en hergebruik van grond en puin gereguleerd wordt door wettelijke kaders zoals het Besluit Bodemkwaliteit van de Wet Milieubeheer. Het is dus denkbaar dat er sprake is van legitieme activiteiten die leiden tot een ongewenste contaminatie. In dat geval wordt de landbouw onvoldoende beschermd door de huidige wetgeving rondom hergebruik van grond en puin. Het is zaak dit verder uit te zoeken, mede omdat schone bedrijven op deze wijze alsnog verontreinigd raken. Een andere opzienbarende bevinding werd recent gedaan bij een bedrijf met opfokhennen. Op dit bedrijf bleek de besmetting met PCB's veroorzaakt door de coating van een golfplaten dak uit begin jaren zeventig. Omdat biologische opfokhennen sinds kort een verplichte uitloop moeten hebben, verkregen zij toegang tot het zwaar besmette terrein. De daarbij opgenomen PCB's accumuleerden in eerste instantie in het vet en werden vervolgens langzaam uitgescheiden in de eieren. Of deze problematiek ook bij andere bedrijven speelt of kan gaan spelen is nog onbekend en zou nader onderzocht moeten worden. Dit speelt zeker voor bedrijven die omschakelen naar een systeem waarbij dieren gebruik gaan maken van terreinen rondom de stallen.

Naast deze bronnen blijkt ook het jarenlang verbranden van afval op sommige bedrijven een probleem te vormen. Ook werd bij een bedrijf in de stallen een besmet worteldoek aangetroffen, mogelijk behandeld met een verontreinigde olie. Het gebruik van houtkrullen gemaakt van met PCP behandeld hout heeft in Portugal en Italië tot problemen geleid en vormt dus ook een potentieel risico.

2.4 Verhoogde gehalten in schapen

In Nederland worden jaarlijks zo'n half miljoen schapen geslacht, met name lammeren (80%) en deels oudere oaien (20%) die dan minimaal zo'n 3 jaar oud zijn. In tegenstelling tot veel runderen staan schapen altijd buiten en ook het hele jaar door. Daardoor zouden ze in principe meer dioxines en PCB's kunnen innemen via het gras en aanhangende grond. Studies uit met name Duitsland lijken dat te bevestigen omdat met name schapenlevers zeer hoge gehalten aan dioxines kunnen bevatten. Daarbij speelt de lever een bijzondere rol omdat die bij sommige diersoorten bepaalde dioxines sterk kan binden. gehalten in vetweefsel van schapen blijken veel lager dan die in levers, al zijn ze duidelijk verhoogd t.o.v. vet van runderen.

Recent werden de Nederlandse monitoringsdata m.b.t. dierlijke producten, waaronder vet van schapen, van de afgelopen 10 jaar geëvalueerd door het RIKILT. Een deel van de monsters werd daarbij rechtstreeks met GC/MS geanalyseerd. Van de 153 onderzochte schapenvetmonsters overschreed 2,6% één of beide ML's. Gemiddelde gehalten lagen rond de 1,2 met een P95 rond de 5 pg TEQ/g vet. Er zijn echter nauwelijks schapenlevers geanalyseerd. Wel zijn er een aantal RASFF-meldingen geweest van verhoogde gehalten in levers van Nederlandse schapen.

In Duitsland en Groot-Brittannië wordt al langer onderzoek gedaan naar de problematiek rond schapen en vanuit het laatstgenoemde land is een discussie gestart rond de normstelling. De vraag speelt of die op vetbasis (huidige situatie) of op productbasis gesteld moet worden, en uiteraard of de norm verhoogd zou moeten worden. EFSA heeft een risicobeoordeling uitgevoerd waarbij ook de beschikbare data, voornamelijk uit Duitsland, zijn geïnventariseerd. Zoals blijkt uit Tabel 1 zijn de gehalten in vet vergelijkbaar met de data uit Nederland, al lijkt het percentage overschrijdingen iets hoger te zijn (5-10%). In het geval van de levers overschrijdt meer dan 50% de huidige EU-norm en worden soms extreem hoge gehalten gevonden. Bij schapen lijken dioxines en dl-PCB's zich dus op te hopen in de levers. EFSA concludeert ook dat regelmatige consumptie van schapenlevers, zeker door jonge vrouwen en kinderen, niet zonder risico is.

Recent heeft RIKILT i.s.m. het BfR in Berlijn een studie uitgevoerd met jonge schapen. Vervoeding van het eerder vermelde gras uit de uiterwaarden van de IJssel (2-3x de norm) leide tot sterk verhoogde gehalten in de levers. Echter, gehalten in lever en vet bleken ook vrij snel te dalen wanneer werd overgegaan op schoon voer. Mogelijk biedt dat een oplossing voor deze problematiek.

Tabel 1

Gehalte aan dioxines en dl-PCB's in vet en levers van schapen (EFSA, 2010).

	n	Min	P5	P50	P90	P95	P99	Mean	Max
Dioxines									
Lever	332	0.3	1.0	7.8	36.1	55.5	92.6	14.9	116.3
Vlees/vet	175	0.1	0.2	0.5	1.5	2.3	3.9	0.7	5.1
dl-PCB's									
Lever	332	0.1	0.2	5.8	21.9	41.6	110.4	11.2	198.2
Vlees/vet	175	0.1	0.2	0.9	2.5	3.3	9.7	1.3	11.3
Som dioxines en dl-PCB's									
Lever	332	0.5	1.4	14.3	61.1	98.1	167.5	26.1	279.2
Vlees/vet	175	0.2	0.3	1.4	3.5	5.5	10.6	2.0	11.9

Gebaseerd op TEF's 1998; ML was 6 en 12 pg TEQ/g vet, nu 4,5 en 10 op basis van TEF's 2005.

3 Onderzoek naar de relatie tussen bodem en gehalten in levensmiddelen

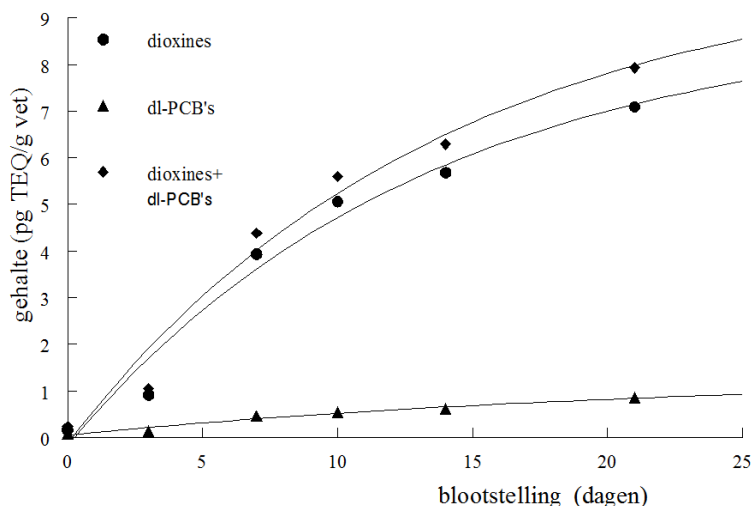
Het is duidelijk dat dieren die buiten grazen of scharrelen een bepaalde hoeveelheid grond kunnen opnemen. Bij koeien wordt uitgegaan van zo'n 4% van het droge stofgehalte, al snel zo'n 600 gram grond per dag. Voor schapen, die het gras meestal veel dichter bij de grond afbijten en die ook 's winters buiten staan, zou de relatieve hoeveelheid ingenomen grond nog wel eens hoger kunnen zijn. Ook kippen nemen grond op maar het is onduidelijk hoeveel. Een hoeveelheid van 10 gram per dag lijkt zeker reëel.

3.1 Leghennen

Schuler *et al.*, (1997) verrichtten een onderzoek op vijf boerderijen in Zwitserland. Grondmonsters (0-10 cm) vertoonden dioxinegehalten van 11 (A), 13 (B), 1.8 (C), 1.3 (D) and 1.4 (E) ng I-TEQ/kg ds. Gehaltes in individuele eieren bedroegen 3,1 en 6,1 (A), 19 en 12 (B), 4,6 en 2,3 (C), 6,1 (D) en 3,5 (E) pg I-TEQ/g vet. De relatief lage gehalten op boerderij A werden toegeschreven aan de hoge dichtheid van de kippen op dit bedrijf in vergelijking met de anderen, resulterend in de verdwijning van bodemleven.

Vervolgonderzoek bij Oroville Californië door Harnley *et al.*, (2000) liet zien dat bodemgehalten rond 6 ng I-TEQ/kg (range 1.5-46) resulteerden in dioxinegehalten in eieren van 20-50 ng I-TEQ/kg fat (range 0.8-140). Het percentage eieren boven de 10 ng I-TEQ/kg was 70-90%. Uit de data werd door de onderzoekers afgeleid dat een grondgehalte van 2.7 ng I-TEQ/kg leidde tot een gehalte van 10 ng I-TEQ/kg vet in de eieren. Echter, voor kippen met een relatief groot uitloopgebied zou een gehalte van 0.4 ng I-TEQ/kg al voldoende zijn. De vraag speelt of dat te verklaren valt vanuit alleen grondinname of dat er in dat geval ook sprake is van accumulatie van dioxines in wormen en insecten. RIKILT heeft een aantal studies gedaan met leghennen, deels met besmet voer en deels met voer gemengd met 10% besmette grond. Dioxines en PCB's die worden opgenomen door kippen verdelen zich over het lichaamsvet en worden deels uitgescheiden in de eieren. In een recent door RIKILT uitgevoerde studie werden kippen gevoerd met voer waaraan 10% grond uit het Lickebaertgebied was toegevoegd. In deze grond bedroeg het gehalte aan dioxines en de som van dioxines en dl-PCB's respectievelijk 12,1 en 13,2 pg TEQ/g ds. Dit resulteerde na 3 weken (nog geen steady state) in gehalten in eieren van 7,1 en 7,9 pg TEQ/g vet (Figuur 2). Dit bevestigt dat consumptie van grond met dergelijke gehalten leidt tot normoverschrijding in de hierboven geschatte orde van grootte. In eerste instantie is daarbij sprake van een snelle toename in de gehalten (Figuur 2). Deze toename neemt daarna in snelheid af om uiteindelijk over te gaan in een situatie waarbij een evenwicht bereikt wordt. In deze situatie, waarbij het gehalte in eieren constant geworden is, wordt zo'n 40% van de ingenomen dioxines en PCB's uitgescheiden via de eieren.

Uitgaande van de maximaal toegestane hoeveelheid van 30 pg TEQ per ei (6 gram vet, ML van 5 pg TEQ/g vet) en een overdracht naar de eieren van 40%, mag de dagelijkse inname aan dioxines en dl-PCB's door de kip maximaal 75 pg TEQ bedragen. Voor voer zou dat bij 100 gram voer per dag neerkomen op 0,75 ng TEQ/kg, dus de helft van de huidige norm van 1,5 ng TEQ/kg. Voor dioxines alleen bedraagt dat de helft (ML van 2,5 pg TEQ/g vet), dus zo'n 37,5 pg TEQ/dag. Bij 10 gram grondinname zou die grond dus maximaal 3,75 ng TEQ/kg ds aan dioxines mogen bevatten.



Figuur 2 Gehaltes aan dioxines, dl-PCB's en de som als TEQ in eieren van leghennen gevoerd met voer met 10% verontreinigde grond.

In praktijk worden ook de actielimieten (AL's) gehanteerd als criterium om de eieren al dan niet af te nemen van bedrijven. De door de EU aanbevolen AL's bedragen 1,75 pg TEQ/g vet voor zowel dioxines als dl-PCB's hetgeen overeen zou komen met innames van 26 pg TEQ aan dioxines of dl-PCB's en dus een nog wat lager acceptabel gehalte in grond.

3.2 PB\PK-modellen voor overdracht van dioxines en PCB's in voedselproducerende dieren

Sinds de jaren negentig wordt er al gewerkt aan statistische modellen om de overdracht van dioxines in dierlijke producten te modelleren. In eerste instantie betrof dat met name modellen voor melk-koeien. Dit model werd met succes toegepast tijdens het incident met de aardappelschillen in 2004. Er kon nauwkeurig worden voorspeld wanneer de blootstelling was begonnen en ook hoelang het zou duren voordat de melkgehalten weer aan de norm zouden voldoen. Ook is het model toegepast om de relatie tussen grond- en grasgehalten in het Rijnmondgebied te modelleren. Daarbij werd uitgegaan van een grondinname van 4% van het droge stofgehalte. Dus zo'n 600 gram per dag. Met de data van een overdrachtsstudie met leghennen (Hoogenboom *et al.*, 2006) werd ook een PB\PK-model voor leghennen gemaakt (van Eijkeren *et al.*, 2006). Een studie met varkens werd gebruikt om een model voor groeiende varkens te maken.

De huidige modellen zijn gebaseerd op totaal-TEQ waarbij het TEQ-gehalte vooral is bepaald door laag gechloroerde congenen. De kinetiek van hoog-gechloroerde congenen blijkt echter af te wijken van die van laag-gechloroerde congenen. Zo neemt de overdracht van dioxines naar melk en eieren af bij een groter aantal chlooratomen. Dat betekent dat een mengsel waarvan het TEQ-gehalte vooral wordt bepaald door hoog-gechloroerde congenen met de bestaande modellen minder goed gemodelleerd kan worden. Om die reden wordt binnen het Europese QSAFFE-project gewerkt aan een congener-specifiek model. De overdracht wordt daarbij per congener gemodelleerd en vervolgens wordt daarmee het TEQ-gehalte bepaald. Dit model is inmiddels gereed voor leghennen. Aan de hand van nieuwe overdrachtsstudies met melkkoeien, melkschapen en vleeschapen wordt het model uitgebreid naar die diersoorten.

4 Discussie

Naast voer kan ook besmetting van agrarisch gebied met dioxines en PCB's resulteren in gehalten in levensmiddelen die de norm overschrijden. Dit is een potentieel risico voor de consument maar zeker voor de ondernemer die mogelijk gedurende langere tijd niet kan produceren. De oorzaak kan gelegen zijn in nabij gelegen bedrijven, al dan niet in het verleden. In die gevallen lijken de gehalten in dierlijke producten slechts in beperkte mate de normen te overschrijden. Die normen houden echter wel rekening met de bestaande achtergrondwaarden en zijn bv voor grazende dieren als runderen en schapen hoger dan voor dieren die meestal binnen worden gehouden (varkens, kippen). Zeer hoge gehalten zijn tot dusver alleen aangetroffen bij besmetting van diervoer en incidenteel door besmettingen die op het bedrijf zelf zijn veroorzaakt. Daarbij moet gedacht worden aan het langdurig verbranden van afval maar ook het gebruik van PCB-houdende materialen of hergebruik van puin besmet met PCB's.

Bij runderen en andere herkauwers vormt de omgeving meestal de belangrijkste risicofactor waarbij door jarenlange uitstoot grond en gewas besmet kunnen zijn. Verwijdering van de bron resulteert in een daling in de gehalten op het gewas en daarmee in dierlijke producten. Echter, doordat de dieren bij grazen ook grond opnemen, kunnen ook bodemgehalten een rol spelen. Dat geldt zeker ook voor uiterwaarden waar gedurende langere tijd besmet slib is afgezet. Er is nog onvoldoende inzicht in de hoogte van de bodemgehalten die kunnen leiden tot een duidelijke verhoging van gehalten in dierlijke producten. Voor melkvee lijkt de oude LAC-signaalwaarde van 10 ng TEQ/kg ds voor dioxines een garantie dat melkgehalten de norm niet overschrijden. Voor vleeskoeien is dit minder duidelijk.

Levers van schapen overschrijden in meer dan 50% van de gevallen de huidige EU-normen. Het is onduidelijk of er een relatie is tussen deze gehalten en het houden van schapen op bodems met hoge dioxine- en PCB-gehalten. Recent onderzoek laat een duidelijke relatie tussen blootstelling en levergehalten zien maar ook dat de gehalten wel fors verlaagd kunnen worden door schapen voor de slacht op schone grond en schoon voer te zetten.

Bij leghennen lijkt de besmetting meer specifiek voor het bedrijf, mede doordat de uitloop voor de leghennen zich meestal in de directe omgeving van het bedrijf of de stallen bevindt. Opmerkelijk is dat ook recente wijzigingen op het bedrijf kunnen leiden tot introductie van bronnen of het zichtbaar worden van bronnen. Omschakeling naar vrije uitloop kan een decennialange besmetting aan het licht brengen maar ook hergebruik van besmet puin in de uitloop vormt een groot risico. Er lijken meer, vaak diffuse, PCB-bronnen te zijn dan tot nu toe werd aangenomen. Ook bij leghennen is er nog onvoldoende inzicht in de dagelijkse inname van grond. Echter, voor leghennen lijken gehalten in grond onder de 5 ng TEQ/kg ds te moeten liggen en wellicht onder de 2 ng TEQ/kg ds. Dat is veel lager dan de limieten voor dioxines en PCB's in grond, voor zover die überhaupt van toepassing zijn.

5 Aanbevelingen

- Er zou een richtwaarde cq norm moeten komen voor bodemgehalten aan dioxines en PCB's die kunnen leiden tot gehalten in dierlijke producten die de normen overschrijden. Daarvoor zou ook meer inzicht moeten worden verkregen in de hoeveelheid grond die dieren opnemen tijdens het grazen cq scharrelen.
- Boeren die omschakelen naar een houderijvorm waarbij dieren buiten worden gehouden, zouden eerst de grond moeten laten testen op dioxines en PCB's. Het alternatief is om te starten met een relatief klein aantal dieren en pas wanneer deze schoon blijken te zijn, op te schalen.
- Er moet meer voorlichting komen over maatregelen die boeren kunnen treffen om besmetting van hun bedrijf te voorkomen cq te reduceren.
- In de schapenhouderij moet meer onderzoek komen naar de gehalten aan dioxines en dl-PCB's in schapenlevers en de relatie met de herkomst en met name de graasgebieden van schapen met hoge gehalten in levers. Ook moet worden nagegaan of het praktisch haalbaar is om de dieren voor de slacht enige tijd op gegarandeerd schoon voer en/of schone grond te zetten.
- Er moet meer onderzoek komen naar de consequenties van het houden van dieren in vervuilde uiterwaarden. Dat geldt ook voor voedermiddelen die verbouwd worden in de uiterwaarden, inclusief gras.
- Opsporing en eliminatie van bronnen is een essentieel onderdeel van het EU-beleid. Er moet daarom een betere opvolging komen om bij overschrijdingen van de actiegrenzen de bronnen van dioxines en PCB's op te sporen. Daarvoor is ook behoefte aan ontwikkeling/toepassing van snelle meetmethodes voor dioxines en PCB's in grond, bij voorkeur toepasbaar op het bedrijf zelf.
- Er zou meer onderzoek moeten komen naar de specifieke bronnen van PCB's omdat besmetting van dierlijke producten niet altijd afkomstig lijkt uit de bodem.

Literatuurlijst

- Agentschap NL1: <http://www.agentschap.nl/onderwerp/bouwstoffen>.
- Agentschap NL2: <http://www.agentschap.nl/faq/veelgestelde-vragen-over-bouwstoffen-algemeen#Is-het-toegestaan-om-bedrijfsterreinen-of-woningbouwlocaties-op-te-hogen-met-bouwstof?>
- Bernard A, Hermans C, Broeckeaert F, Poorter G de, Cock A de and Hoins G (1999) 'Food contamination by PCBs and dioxins; an isolated episode in Belgium is unlikely to have affected public health', *Nature*, 401, 231-232.
- Brambilla G, Fochi I, De Filippis SP, Iacovella N, di Domenico A (2009) Pentachlorophenol, polychlorodibenzodioxin and polychlorodibenzofuran in eggs from hens exposed to contaminated wood shavings. *Food Add. Contam.*, 26: 258-264.
- Derks, H.J.G.M., Berende, P.L.M., Olling, M., Everts, H., Liem, A.K.D. and Jong, A.P.J.M. de (1994) 'pharmacokinetic modeling of polychlorinated dibenzo-p-dioxins (PCDDs) and furans (PCDFs) in cows', *Chemosphere*, 28: 711-715.
- DiDomenico, A., Silano, V., Vviano, G., Zapponi, G. (1980) Accidental release of 2,3,7,8-tetrachlorodibenzo-para-dioxin (TCDD) at Seveso, Italy. 2. TCDD distribution in the soil surface layer. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 4, 298-320.
- Diletti G., Ceci R, Conte A., De Benedictis A., Migliorati G, Scortichini G. (2008) Milk contamination from dioxins in Italy: source identification and intervention strategies. In *The fate of persistent organic pollutants in the environment* (Mehmetli E., Koumanova B. Eds) Springer, pp 301-314.
- Diletti G, Ceci R, Scortichini G, Migliorati G (2009) Dioxin levels in livestock and grassland near a large industrial area in Taranto (Italy). *Organohalogen Compounds* 71, 2344-2348.
- Di Meo G.P., Perucatti A., Genuardo V., Caputi-Jambrenghi A., Rasero R., Nebbia C., Iannuzzi L. (2011) Chromosome fragility in dairy cows exposed to dioxins and dioxin-like PCBs. *Mutagenesis* 26, 269-272.
- EFSA (2011) Scientific Opinion on the risk to public health related to the presence of high levels of dioxins and dioxin-like PCBs in liver from sheep and deer. *EFSA Journal* 9: 2297, 1-71.
- Espósito M., Serpe F.P., Neugebauer F., Cavallo S., Gallo P., Colarusso G., Baldi L., Iovane G., Serpe L. (2010a) Contamination levels and congener distribution of PCDDs, PCDFs and dioxin-like PCBs in buffalo's milk from Caserta province (Italy). *Chemosphere* 79, 341-348.
- Espósito V., Maffei A., Castellano G., Martinelli W., Conversano M., Assennato G. (2010b) Dioxin levels in grazing land and groundwater in the surroundings of a large industrial area in Taranto (Italy). *Organohalogen Compounds* 72, 736-739.
- Eijkelen van J.C.H., Zeilmaker M.J., Kan C.A., Traag W.A., Hoogenboom L.A.P. (2006). A PB-PK based model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs. *Food Additives and Contaminants* 23, 509-517.
- Fanelli, R., Bertoni, M.P., Bonfanti, M., Castelli, M.G., Chiabrando, C., Martelli, G.P., Noe, M.A., Nosedà, A., Garrattini, S., Binaghi, C., Marazza, V., Pezza, F., Pozzoli, D., Cicognetti, G. (1980) 2,3,7,8-Tetrachlorodibenzo-p-dioxin levels in cows milk from the contaminated area of Seveso, Italy. *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 24, 634-639.
- Feil V.J., Huwe J.K., Zaylskie R.G., Davison K.L., Anderson V.L., Marchello M. and Tiernan T.O. (2000) 'Chlorinated dibenzo-p-dioxin and dibenzofuran concentrations in beef animals from a feeding study', *Journal of the Agricultural Food Chemistry*, 48, 6163-6173.
- Ferrario J.P. and Byrne C.J. (2000) 'The concentration and distribution of 2,3,7,8-dibenzo-p-dioxins/-furans in chickens', *Chemosphere*, 40, 221-224.
- Fries G.F. (1987) 'Assessment of potential residues in foods derived from animals exposed to TCDD-contaminated soil', *Chemosphere*, 16, 2123-2128.
- Fürst P., Krause G.H.M., Hein D., Delschen T. and Wilmers K. (1993) 'PCDD/PCDF in cow's milk in relation to their levels in grass and soil', *Chemosphere*, 27, 1349-1357.
- Harnly M.E., Petreas M.X., Flattery J. and Goldman L.R. (2000) 'Polychlorinated dibenzo-p-dioxin and polychlorinated dibenzofuran contamination in soil and home-produced chicken eggs near pentachlorophenol sources', *Environmental Science and Technology*, 34, 1143-1149.

- Hayward D.G., Nortrup D., Gardner A. and Clower M. (1999) 'Elevated TCDD in chicken eggs and farm-raised catfish fed a diet with ball clay from a Southern United States mine', *Environmental Research Section A*, 81, 248-256.
- Hendriks A.J., Wever H., Olie K., van de Guchte, K., Liem A.K.D., van Oosterom R.A.A., van Zorge, J. (1996) Monitoring and Estimating Concentrations of Polychlorinated Biphenyls, Dioxins, and Furans in Cattle Milk and Soils of Rhine-Delta Floodplains. *Arch. Environ. Contam. Toxicol.* 31,263-270.
- Heres L., Hoogenboom R., Herbes R, Traag W., and Urlings B. (2010) 'Tracing and analytical results of the dioxin contamination incident in 2008 originating from the Republic of Ireland', *Food Additives and Contaminants Part A*, 27, 1733-1744.
- Hoogenboom L A P, Bovee T F H, Portier L, Bor G, Weg G van der, Onstenk C and Traag W A (2004) 'The German bakery waste incident; use of a combined approach of screening and confirmation for dioxins in feed and food', *Talanta*, 63 (5), 1249-1253.
- Hoogenboom L.A.P., Kan C.A., Zeilmaker M.J., Eijkere van J.C.H., Traag W.A. (2006). Carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs at low contamination levels. *Food Additives and Contaminants* 23, 518-527.
- Hoogenboom L.A.P., Van Eijkere J.C.H., Zeilmaker M.J., Mengelers M.J.B., Herbes R., Immerzeel J. and Traag W.A. (2007) 'A novel source for dioxins present in recycled fat from gelatin production', *Chemosphere*, 68, 814-823.
- Hoogenboom R., Zeilmaker M., Eijkere J. van, Kan K., Mengelers M., Luykx D., Traag W. (2010) 'Kaolinic clay derived dioxins in the feed chain from a sorting process for potatoes', *Chemosphere* 78, 99-105.
- Hsu J.F., Chen C., Liao P.C. (2010) 'Elevated PCDD/F levels and distinctive PCDD/F congener profiles in free range eggs', *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58, 7708-7714.
- Ingelido A.M., Abballe A., di Domenico A., Fochi I, Iacovella N., Saragosa A., Spagnesi M., Velentini S., De Felip E. (2009) Levels and profiles of polychlorinated dibenzo-p-dioxins, polychlorinated dibenzofurans, and polychlorinated biphenyls in feedstuffs and milk from farms in the vicinity of incineration plants in Tuscany, Italy. *Arch. Environm. Toxicol.* 57, 397-404.
- Jobst H., Aldag R. (2000) 'Dioxine in Lagerstätten-Tonen', *Z. Umweltchem. Ökotox.* 12, 2-4.
- Jong, A.P.J.M. de, Berg, S. van der, Liem, A.K.D., Berg, R. van den en H.A. van , t Klooster (1990) Onderzoek naar het dioxinegehalte in grond van weilanden in het Lickebaertgebied, RIVM rapport 730501011.
- Jong de A.P.J.M., Liem A.K.D., Hoogerbrugge, R (1993) Study of polychlorinated dibenzodioxins and furans from municipal waste incinerator emissions in the Netherlands-analytical methods and levels in the environment and human food-chain. *Journal of Chromatography*: 643, 91-106.
- Kijlstra A., Traag.W.A. and Hoogenboom L.A.P. (2007) Effect of flock size on dioxin levels in eggs from chickens kept outside. *Poultry Science* 86, 2042-2048.
- Kim M., Kim D.-G., Choi S.-W., Guerrero P., Norambuena J., and Chung G.S. (2011) 'Formation of polychlorinated dibenzo-p-dioxins/dibenzofurans (PCDD/Fs) from a refinery process for zinc oxide used in feed additives: A source of dioxin contamination in Chilean pork', *Chemosphere*, 82, 1225-1229.
- LAC (1991) LAC Signaalwaarden, rapport Landbouwadviescommissie milieukritische stoffen: werkgroep verontreinigde gronden.
- Lake I., Foxall C., Lovett A.A., Fernandes A., Dowding A., White S., Rose M. (2005) 'Effects of River Flooding on PCDD/F and PCB Levels in Cows' Milk, Soil, and Grass.' *Environmental Science and Technology*, 39, 9033-9038.
- Larebeke N van, Hens L, Schepens P, Covaci A, Bayens J, Everaert K, Bernheim J L, Vlietinck R and Poorter G de (2001) 'The Belgian PCB and dioxin incident of January-June 1999: exposure data and potential impact on health', *Environmental Health Perspectives*, 109, 265-273.
- Llerena J J, Abad E, Caixach J and Rivera J (2003) 'An episode of dioxin contamination in feedingstuff: the choline chloride case', *Chemosphere*, 53, 679-683.
- Liem A.K.D., Hoogerbrugge R., Kootstra P.R., van der Velde E.G. and de Jong A.P.J.M. (1991) 'Occurrence of dioxins in cow's milk in the vicinity of municipal waste incinerators and a metal reclamation plant in the Netherlands', *Chemosphere*, 23, 1975-1984.
- Lovett A.A., Foxall C.D., Ball D.J., Creaser C.S. (1998) The Panteg monitoring project: comparing PCB and dioxin concentrations in the vicinity of industrial facilities. *Journal of Hazardous Materials* 61, 175-185.

-
- Malisch R (2000) 'Increase of the PCDD/F-contamination of milk, butter and meat samples by use of contaminated citrus pulp', *Chemosphere*, 40, 1041-1053.
- Olie K., Vermeulen P.L. and Hutzinger O. (1977) 'Chlorodibenzo-p-dioxins and chlorodibenzofurans are trace components of fly ash and flue gas of some municipal incinerators in the Netherlands', *Chemosphere*, 8, 455-459.
- Overmeire van I., Pussemier L., Hanot V., De Temmerman L., Hoenig M., Goeyens L (2006) Chemical contamination of free-range eggs from Belgium. *Food Addit Contam* 23: 1109–22.
- Overmeire I van, Pussemier L, Waegeneers N, Hanot V, Windal I, Boxus L, Covaci A, Eppe G, Scippo ML, Sioen I, Bilau M, Gellynck X, De Steur H, Tangni EK, Goeyens L. (2009) 'Assessment of the chemical contamination in home-produced eggs in Belgium: General overview of the CONTEGG study', *Science of the Total Environment* 407, 4403-4410.
- Ramos L., Eljarrat E., Hernhdez L.M., Alonso L., Rivera J., Gamilez M.J. (1997) Levels of PCDDs and PCDFs in farm cow's milk located near potential contaminant sources in Asturias (Spain). Comparison with levels found in control, rural farms and commercial pasteurized cow's milks. *Chemosphere*, 35, 2167-2179.
- Schoeters, G. and Hoogenboom, L.A.P. (2006) Dioxin contamination in laying hens and eggs. *Mol. Nutr. Food Res.* 50, 908-914.
- Schuler F, Schmid P and Schlatter C. (1997) 'The transfer of polychlorinated dibenzo-p-dioxins and dibenzofurans from soil into eggs of foraging chicken', *Chemosphere*, 34, 711-718.
- Spagnuolo M.S., Cigliano L., Nebbia C., Rossetti C., Grazioli G., Iannuzzi L. (2012) Analysis of plasma indices of redox homeostasis in dairy cows reared in polluted areas of Piedmont (northern Italy). *Science of the Total Environment* 433, 450-455.
- Traag, W.A., Portier, L., Bovee, T.F.H., Weg, G. van der, Onstenk, C., Elghouch, N., Coors, R., Kraats, C. van de, and Hoogenboom, L.A.P. (2002) Residues of dioxins and coplanar PCBs in eggs of free range chickens. *Organohalogen Comp.* 57: 245-248.
- Traag, W.A., Zeilmaker, M.J., Eijkereen, J.C.H. van, Hoogenboom, L.A.P. (2006) Onderzoek naar dioxines in gras en bodem in de Rijnmond en de overdracht naar melk. RIKILT-rapport 2006.015.
- Traag, W.A., Zeilmaker, M.J., Eijkereen, J.C.H. van, Hoogenboom, L.A.P. (2010) Onderzoek naar de effectiviteit van bodembewerking op het gehalte van dioxines en dioxine-achtige PCB's in het Rijnmondgebied. Wageningen : RIKILT, Instituut voor Voedselveiligheid, (Rapport / RIKILT 2010-012) - p. 25.
- Turrio-Baldassarri L., Alivernini S., Carasi S., Casella M., Fuselli S., Iacovella N., Iamiceli .L., La Rocca C., Scarcella C., Battistelli C.L. (2009) PCB, PCDD and PCDF contamination of food of animal origin as the effect of soil pollution and the cause of human exposure in Brescia. *Chemosphere* 76, 278-285.
- Umlauf G., Bidoglio G., Christoph E.H., Kampeus J., Krüger F., Landmann D., Schulz A.J., Schwartz R., Severin K., Stachel B., Stehr D. (2005) The Situation of PCDD/Fs and Dioxin-like PCBs after the Flooding of River Elbe and Mulde in 2002. *Acta Hydrochim. Hydrobiol.* 33, 543–554.
- Wågman N, Strandberg B and Tylskind M (2001) 'Dietary uptake and elimination of selected polychlorinated biphenyl congeners and hexachlorobenzene in earthworms', *Environmental Toxicology and Chemistry*, 20: 1778-1784.

Bijlage 1 Recente gevallen van besmettingen op leghen- en opfokbedrijven

Deze Bijlage beschrijft 5 bedrijven waarvoor RIKILT in 2011 en 2012 monsters eieren en andere materialen onderzocht heeft. Daarbij waren twee bedrijven waar in de uitloop puin besmet met dioxines en vooral PCB's werd aangetroffen. In beide gevallen was dat puin pas vrij recent opgebracht. Bij bedrijf 1 is dit gedaan ter fundering voor een nieuw te bouwen stal, bij bedrijf 2 om de uitloop berijdbaar te maken voor vrachtwagens die nieuwe grond aanleverden. Beide bedrijven waren eerder betrokken bij het ASG/RIKILT-onderzoek en vertoonden toen lage gehalten in eieren. Op twee andere bedrijven bleek de grond eveneens sterk verhoogde dioxine- en vooral PCB-gehalten te bevatten. Bij één van deze bedrijven (bedrijf 4) betrof het opfokhennen en leken besmette dakplaten de bron van de PCB's en dioxines.

Bedrijf 1

Incidenteel worden binnen het monitoringsproject dioxines en PCB's, uitgevoerd door RIKILT, ook biologische eieren getest. Medio 2011 werd daarbij een biologisch bedrijf positief bevonden. Gehaltes op basis van de toen nog gehanteerde WHO-TEF's uit 1998 bedroegen 1,5 en 7,4 pg TEQ/g vet voor dioxines en dl-PCB's en 96 ng/g vet voor de 6 niet-dioxine-achtige of ndl-PCB's (PCB's 28, 52, 101, 138, 153 en 180). Normen bedroegen op dat moment 3 en 6 voor respectievelijk dioxines en de som van dioxines en dl-PCB's. Voor ndl-PCB's was er nog geen EU-norm. Ook hier betrof het dus met name PCB's, zowel dioxine-achtige (dl) als niet-dioxine-achtige (ndl). Nadat voer als bron kon worden uitgesloten werd vervolgonderzoek gestart bij dit bedrijf.

		1.0/0.8/13			
		2.2	2.1	1.2	1.1
1.6/0.4/3.2		0.6/1.9/33			0.8/1.2/25
		2.5/11.6/185	9.6/35.1/450 2.9/14.5/245	3.2/12.4/215	2.1/5.4/76
		1.4/2.0/72	1.2/0.4/3	3.1/4.9/104	2.3/1.0/12
	1.2/0.2/1				1.5/0.3/2
					Dioxins/dl-PCBs//ndl-PCBs (pg TEQ/g dm//ng/g dm)
	1.4/0.2/1.3	1.4/0.2/0.9	1.4/0.2/1.0	1.6/0.2/1.0	

Figuur A1 Gehaltes aan dioxines, dl-PCB's (in pg TEQ/g ds) en ndl-PCB's (in ng/g ds) in monsters grond en puin in stallen (donker) en uitlopen (licht). Het linker gedeelte was bijgebouwd maar het puin bevond zich in alle delen op enkele meters van de stallen. Beide stallen waren nogmaals verdeeld in twee delen, elk met een eigen uitloop, conform de vereisten dat er maximaal 3000 leghennen per stal en uitloop mogen zijn. Onderstreepte monsters werden door RIKILT genomen op 5 september, schuingedrukte monsters op 10 november. De andere monsters werden verzameld door de boer.

Analyses van grond uit de uitloop liet met name rond de stallen verhoogde PCB-gehalten zien. Figuur A1 toont een overzicht van de gemeten gehalten. Opvallend was dat dit bedrijf eerder had geparticipeerd in de ASG-studie en toen geen problemen kende. Enkele jaren geleden werd een tweede stal aangebouwd en als fundering werd gebroken puin gebruikt. Restanten van het puin waren

aanwezig in de uitloop. Analyse van een monster puin dat vanonder de stal werd genomen, toonde de hoogste gehalten, namelijk 9.6 en 35.1 ng TEQ/kg ds (TEF's 1998) voor dioxines en dioxine-achtige PCB's en 450 µg/kg ds voor de 6 ndl-PCB's (503 µg/kg ds incl. PCB 118). Omgerekend met de TEF's uit 2005 komen de gehalten aan dioxines en dl-PCB's neer op 7,7 en 19,7 ng TEQ/kg ds. Opvallend was dat ook uit de gebruikte relatief nieuwe dakplaten dioxines en PCB's konden worden geëxtraheerd maar op basis van berekeningen leek dit een minder waarschijnlijke bron voor de waargenomen besmetting. Na het nemen van diverse maatregelen waaronder het binnen houden van de hennen kon het bedrijf na twee maanden weer eieren onder de norm leveren (Tabel A1). Ook werd schoon zand opgebracht.

Tabel A1

Gehaltes aan dioxines (PCDD/F's), dl-PCB's en ndl-PCB's in eieren van bedrijf 1 op basis van TEF's uit 1998. Normen zijn de ML's die tot eind 2011 van kracht waren. Voor ndl-PCB's was er geen EU-norm. Bij dit bedrijf zijn de hennen vanaf 5 september binnen gehouden. Echter, het strooisel binnen werd pas na 13/9 vervangen. De norm voor ndl-PCB's van 40 ng/g vet werd pas in 2012 van kracht.

Date	Stable	PCDD/Fs (pg TEQ/g fat)	dl-PCBs (pg TEQ/g fat)	PCDD/Fs + dl-PCBs (pg TEQ/g fat)	ndl-PCBs (ng/g fat)
Limit		3.0		6.0	“40”
28-jun	mix	1.5	7.4	8.9	96
12-aug	1	0.8/1.9*	3.9/10.0*	4.7/11.9	52/130*
	2	2.1/2.7*	10.2/12.0*	12.3/14.7	157/173*
24-aug	1	1.8	6.9	8.7	100
	2.1	1.5	8.6	10.1	126
	2.2	1.5	8.1	9.6	111
5-sep (hens inside)	1	1.5	6.3	7.8	83
	2	0.9	5.3	6.2	69
13-sep	1	1.6	6.7	8.3	92
	2	1.1	5.5	6.6	69
5-oct	1.1	1.1	4.8	5.9	62
	1.2	0.7	3.6	4.3	44
	2.1	0.7	3.9	4.6	48
	2.2	0.8	7.0	7.8	90
14-oct	1.1	1.0	4.6	5.6	55
	1.2	0.7	4.5	5.2	46
	2.1	0.7	4.5	5.2	50
	2.2	0.7	4.8	5.5	54

Bedrijf 2

Begin 2012 werd RIKILT benaderd door een bedrijf waarbij uit de verplichte zelfcontroles een te hoog gehalte voor de som van dioxines en dl-PCB's naar voren was gekomen. Op basis van de TEF's uit 2005 kwamen de dioxinegehalten in de 3 aanwezige stallen neer op 2.0, 2.4 en 1.3 pg TEQ/g vet (nieuwe ML 2.5) en voor de som van dioxines en dl-PCB's 14.9, 6.8 en 7.5 pg TEQ/g (nieuwe ML 5). Het gehalte aan ndl-PCB's was naar verhouding wat lager dan bij bedrijf 1, zijnde 27, 18 en 17 ng/g vet (nieuwe ML 40). Ook dit bedrijf had eerder geparticipeerd in de ASG-studie en kende toen geen problemen. Recent was in het kader van een asbestsanering de grond in de uitloop vervangen. Daarbij was in een gedeelte bouwpuin opgebracht om de grond beter berijdbaar te maken. Analyse van het puin leverde gehalten op voor dioxines en dl-PCB's van 2,4 en 18,0 ng TEQ/kg ds en voor ndl-PCB's van 573 µg/kg ds (736 µg/kg ds incl. PCB 118). Daarnaast bevatte dit monster ook 70 µg/kg ds aan polychloor-naftalenen en 70 mg/kg aan polycyclische aromatische koolwaterstoffen. Na het nemen van een aantal maatregelen (binnenzetten van de hennen) kon het bedrijf na twee maanden weer eieren onder de norm leveren (Tabel A2).

Tabel A2

Gehaltes aan dioxines (PCDD/F's), dl-PCB's en ndl-PCB's in eieren van bedrijf 2 op basis van TEF's uit 2005. Normen zijn de ML's die vanaf 2012 van kracht waren. Bij dit bedrijf zijn de dieren vrij snel na 3 januari binnen gezet.

Date	Stable	PCDD/Fs (pg TEQ/g fat)	dl-PCBs (pg TEQ/g fat)	PCDD/Fs + dl-PCBs (pg TEQ/g fat)	ndl-PCBs (ng/g fat)
Limit		2.5		5.0	40
3-jan	1	2.0	12.9	14.9	27
	2	2.3	4.5	6.8	18
16-jan		1.4	6.1	7.5	17
	1	1.4	2.8	4.2	8
	2	2.2	3.9	6.1	22
23-jan Hens inside	3	1.8	7.5	9.3	27
	1	0.6	4.6	5.2	11
	2	1.2	2.8	4.0	10
30-jan	3	1.2	6.3	7.5	18
	1	0.9	5.8	6.7	14
	2	1.0	4.8	5.8	14
8-feb	3	1.0	6.4	7.5	18
	1	0.9	6.8	7.6	19
	2	0.8	3.5	4.4	11
19-feb	3	0.7	4.7	5.4	14
	1	0.6	4.7	5.3	12
	2	0.8	3.0	3.8	12
20-feb migration	3	0.7	3.0	3.7	10
	1in	0.7	2.9	3.6	12
	2in	0.6	1.0	1.6	6
27-feb	3out	0.8	1.7	2.5	8
	1in	0.6	2.2	2.8	7
	2in	0.7	1.0	1.7	5
	3out	0.8	2.6	3.4	9

Bedrijf 3

In april 2012 analyseerde RIKILT eieren en grond in opdracht van een Duits bedrijf. De eieren van stal 1 bevatte 0,5 en 3,7 pg TEQ/g vet aan dioxines en de som van dioxines en dl-PCB's, op basis van WHO-TEF's 2005, dus onder de norm maar boven de actielimiet voor dl-PCB's. Een mengmonster van 20 eieren uit stal 2 vertoonde veel hogere gehalten, 1,8 en 27,1 pg TEQ/g vet voor dioxines en de som van dioxines en dl-PCB's. Gehaltes aan ndl-PCB's in stal 1 en 2 waren 17 en 130 ng/g vet. Er werd een nieuwe analyse gedaan op 10 resterende eieren en hierin werden gehalten van respectievelijk 1,0 en 10,1 pg TEQ/g vet en 48 ng/g vet (ndl-PCB's) gemeten. Alhoewel veel lager dan de eerste analyse, zijn ook deze gehalten boven de ML's voor de som en ndl-PCB's. Het verschil kan verklaard worden door de variatie tussen de eieren die karakteristiek is voor een bron die niet voor alle kippen even groot is. Studies met de CALUX-bioassay op individuele eieren hebben die spreiding bevestigd. In een monster grond uit de uitloop werden gehalten van 1,8 en 17,2 ng TEQ/kg ds voor dioxines en de som van dioxines en dl-PCB's gemeten en 112 µg/kg ds gemeten, eveneens duidelijk verhoogde gehalten en een duidelijke aanwijzing dat de grond de oorzaak is van het probleem.

Bedrijf 4

In oktober 2012 werd RIKILT benaderd i.v.m. een nieuw probleem, dit keer bij een opfokbedrijf. Analyses op vet van opfokhennen lieten een sterk verhoogd gehalte zien. Dat vet was geanalyseerd nadat eieren van die dieren een verhoogd gehalte vertoonden. Onderzoek bij twee nieuwe koppels witte en bruine kippen op het opfokbedrijf vertoonde opnieuw sterk verhoogde gehalten in de opfokhennen, namelijk 238 (wit) en 80 (bruin) pg TEQ/g vet (mengmonster van 10 dieren). Deze dieren legden nog geen eieren en het was onduidelijk wat de gehalten in de eieren zouden zijn. De dieren bleken erg weinig vet te bevatten waardoor het absolute gehalte in de dieren laag leek. In de laatste 5 weken (15-20) steeg het vet aanzienlijk en daalden de gehalten, mede doordat de dieren

binnen werden gehouden. Gehaltes in de eieren waren echter boven de norm. Bij de bruine kippen daalde de gehaltes uiteindelijk redelijk snel onder de norm, de witte kippen moesten uiteindelijk worden geruimd.

Ook hier betrof het met name dl-PCB's en ndl-PCB's. Analyses van grond vertoonden hoge gehaltes in de uitloop dicht bij de stal. Het hoogste gehalte bedroeg 13 en 126 ng TEQ/kg ds voor dioxines en dl-PCB's aan de zijde van de bruine dieren en 119 en 435 ng TEQ/kg ds voor dioxines en dl-PCB's in de uitloop van de witte kippen. Vervolgonderzoek toonde aan dat de besmetting werd veroorzaakt door de dakplaten waarbij het regenwater decennialang direct in de uitloop terecht is gekomen. Door opbrengen van schone grond aan de "bruine" kant was het gehalte aan die kant relatief laag.

Bedrijf 5

Bij het vijfde bedrijf leidde een positieve CALUX-uitslag, uitgevoerd door RIKILT in het kader van zelfcontroles, tot ontdekking van de besmetting. In dit geval betrof het met name verhoogde dioxinegehalten in eieren, namelijk 26 pg TEQ/g vet t.o.v. 27 pg TEQ/g voor de som en 2 ng/g vet voor de ndl-PCB's. RIKILT bezocht het bedrijf en nam een aantal grondmonsters. Het bedrijf had twee afdelingen waarvan een nieuw monster eieren uit afdeling 2 een dioxinegehalte van 46 pg TEQ/g vet toonde t.o.v. 7 pg TEQ/g vet voor stal 1. Een grondmonster uit de uitloop van stal 2 bevatte een dioxinegehalte van 19 ng TEQ/kg ds, een monster van stal 1. In lijn met de eieren werden in de grond geen PCB's aangetroffen. De grond bij stal 2 bleek tot op 30 cm hoge gehaltes aan dioxines te bevatten, waarschijnlijk door het langdurig verbranden van afval op dit stuk grond.

Opgebrachte grond en puin als contaminatiebron van eieren

De conclusie dat de besmetting van de eieren te wijten is aan besmette grond en puin in de uitloop is gebaseerd op verschillende overwegingen.

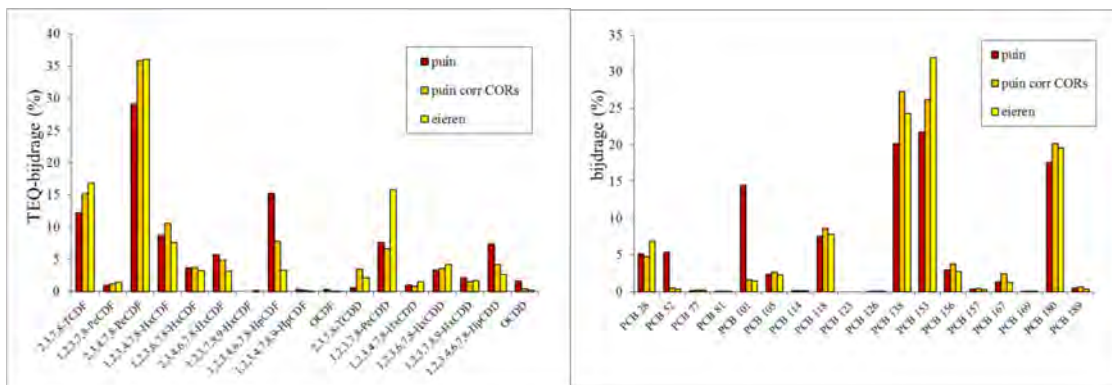
Effect buitenloop op gehaltes

Voer kon worden uitgesloten als bron, op basis van analyses maar ook omdat andere bedrijven met hetzelfde voer geen problemen hadden. Bovendien namen de gehaltes in de eieren op bedrijven 1 en 2 geleidelijk af toen de hennen binnen werden gehouden (zie boven). Dit wijst erop dat de bron inderdaad in de uitloop moet liggen. Uitvoerig onderzoek op bedrijven 1 en 2 lieten ook geen andere bronnen in de stallen zien.

Congeneerpatronen in eieren/vet en grond

Bedrijf 1

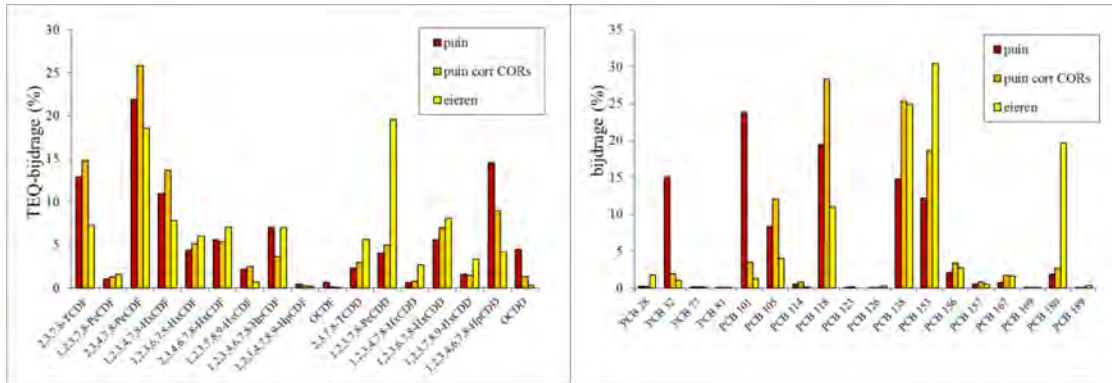
Congeneerpatronen van PCB's en zeker dioxines zijn tot op zekere hoogte specifiek. Zoals getoond in Figuur A2, was er bij bedrijf 1 een duidelijk verband tussen de waargenomen patronen in de eieren en in grond/puin. Op dit bedrijf droegen dl-PCB's 80% bij aan het TEQ-gehalte in de eieren en 74% in het puin. PCB 126 leverde de belangrijkste bijdrage, namelijk 67% van de totaal-TEQ in de eieren en 65% in het puin. Ook de patronen van dioxines en PCB's kwamen vrij goed overeen. Figuur 1 laat zien dat de patronen nog beter overeen komen na correctie voor de relatieve overdracht van de diverse dioxines en PCB's in leghennen, zoals bekend uit de overdrachtsstudies (Hoogenboom *et al.*, 2006). Met name PCB's 52 en 101 dragen slecht over naar eieren, mogelijk doordat zij in kippen worden afgebroken. Ook hoger gechloroerde dioxines worden relatief slecht overgedragen.



Figuur A2 Patronen van dioxines en PCB's in puin en eieren van bedrijf 1. Dioxines zijn weergegeven op basis van de bijdrage aan de dioxine-TEQ. PCB's (dl en ndl) zijn weergegeven als bijdrage aan de som van de absolute gehalten van de gemeten congenen. Patronen in het puin zijn ook weergegeven na correctie voor de carry-over rates (COR's) zoals bepaald in leghennen.

Bedrijf 2

Op bedrijf 2 is eveneens gekeken naar de patronen in puin en eieren. Zoals blijkt uit Figuur A3 is het verband hier minder duidelijk. Bij de dioxines valt de hoge bijdrage van PeCDD in de eieren op terwijl die in het puin veel minder bijdroeg. Qua PCB's valt de bijdrage van PCB 180 op die in het puin nauwelijks bijdroeg. De variatie in de dioxine- en PCB-patronen tussen de eieren van de 3 verschillende stallen op dit bedrijf was klein. Echter, de verhouding tussen de dl-PCB- en dioxine-TEQ varieerde wel sterk, namelijk 7, 2 en 4, in het puin lag die rond de 3 tot 4. Alhoewel niet zichtbaar in de figuren, droeg PCB 126 in het geval van de eieren voor 81, 59 en 76% bij aan de som-TEQ en in het puin voor 48, 71 en 74%. Deze variatie komt dus deels door de wisselende bijdrage van dioxines en dl-PCB's maar ook door verschillen in de relatieve bijdrage van non-ortho en mono-ortho PCB's. In één puinmonster droegen de mono-ortho's voor 44% bij aan het TEQ-gehalte, terwijl dat in de andere 2 puinmonsters en de eieren altijd minder dan 10% was.

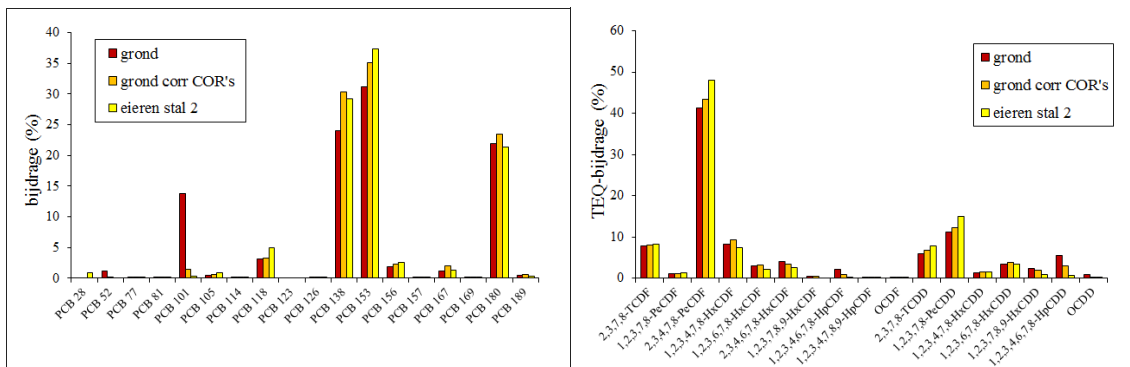


Figuur A3 Patronen van dioxines en PCB's in puin en eieren van bedrijf 2. Dioxines zijn weergegeven op basis van de bijdrage aan de dioxine-TEQ. PCB's (dl en ndl) zijn weergegeven als bijdrage aan de som van de absolute gehalten van de gemeten congenen. Patronen in het puin zijn ook weergegeven na correctie voor de carry-over rates (COR's) zoals bepaald in leghennen.

Een mogelijke verklaring voor de discrepantie tussen patronen in puin en eieren is een tweede nog onbekende bron. Gezien de jonge leeftijd van de dieren kan niet worden uitgesloten dat een deel van de besmetting al aanwezig was in de dieren bij aanlevering. Zo waren de hennen bij de eerste constatering van de overschrijding in de eieren pas recent aangeschaft en hadden ze pas een paar dagen gebruik gemaakt van de uitloop.

Bedrijf 3

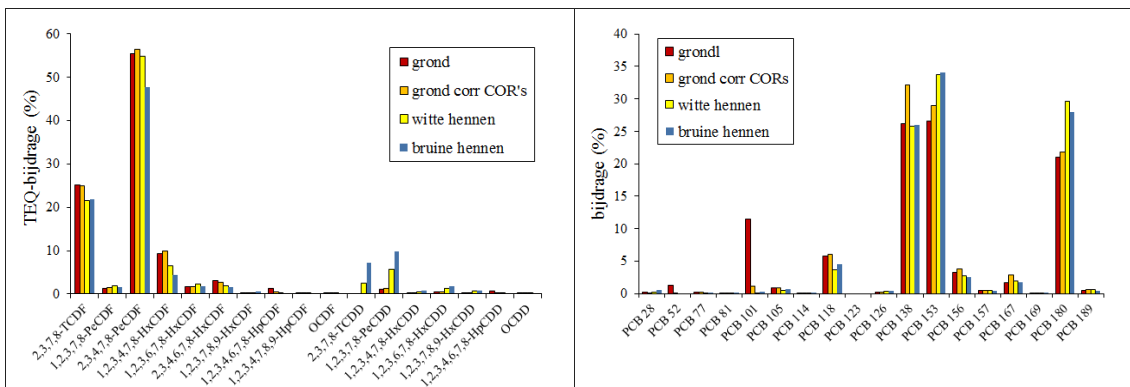
Figuur A4 toont de dioxine- en PCB-patronen in eieren en grond van bedrijf 3 dat in april 2012 een aantal monsters heeft laten onderzoeken bij het RIKILT. Ook op dit bedrijf waren er problemen met PCB's, met name in stal 2. Patronen van dioxines en PCB's in eieren en grond kwamen hier goed overeen, zeker na correctie voor de carry-over factoren.



Figuur A4 Patronen van dioxines en PCB's in grond en eieren van bedrijf 3. Dioxines zijn weergegeven op basis van de bijdrage aan de dioxine-TEQ. PCB's (dl en ndl) zijn weergegeven als bijdrage aan de som van de absolute gehalten van de gemeten congenen. Patronen in de grond zijn ook weergegeven na correctie voor de carry-over rates (COR's) zoals bepaald in leghennen.

Bedrijf 4

Figuur A5 toont de dioxine- en PCB-patronen in het vet van de hennen en de grond aan uit de uitloop van de bruine dieren. Ook hier is er een goede overeenkomst tussen de patronen zeker na correctie voor de COR's.



Figuur A5 Patronen van dioxines en PCB's in grond en vet van opfokhennen op bedrijf 4. Dioxines zijn weergegeven op basis van de bijdrage aan de dioxine-TEQ. PCB's (dl en ndl) zijn weergegeven als bijdrage aan de som van de absolute gehalten van de gemeten congenen. Patronen in grond zijn ook weergegeven na correctie voor de carry-over rates (COR's) zoals bepaald in leghennen.



RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2013.012



RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen University & Research centre. RIKILT doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en kwaliteit van voedsel. Het instituut is gespecialiseerd in de detectie, identificatie, functionaliteit en (mogelijk schadelijke) effectiviteit van stoffen in voedingsmiddelen en diervoeders.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life



RIKILT Wageningen UR
Postbus 230
6700 AE Wageningen
T 0317 48 02 56
www.wageningenUR.nl/rikilt

RIKILT-rapport 2013.012

RIKILT Wageningen UR is onderdeel van de internationale kennisorganisatie Wageningen University & Research centre. RIKILT doet onafhankelijk onderzoek naar de veiligheid en kwaliteit van voedsel. Het instituut is gespecialiseerd in de detectie, identificatie, functionaliteit en (mogelijk schadelijke) effectiviteit van stoffen in voedingsmiddelen en diervoeders.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

