

Projectnummer: 772.083.01
Projecttitel: Normvergelijking in dierlijke productieketen

Projectleider: L.W.D. van Raamsdonk

Rapport 2007.009

december 2007

Schadelijke stoffen in de dierlijke productieketen: overdracht gemodelleerd in ketenperspectief

L.W.D. van Raamsdonk, G.A.L. Meijer¹, C.A. Kan¹, H. Bouwmeester, H. van der Voet²,
P. Adamse, W. Beek en P.A. Kemme¹

¹ ASG, Wageningen UR

² Biometris, Wageningen UR

Business Unit: Veiligheid & Gezondheid
Cluster: Databanken, Risicoschatting & Ketenmanagement

RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid
Wageningen Universiteit en Researchcentrum
Bornsesteeg 45, 6708 PD Wageningen
Postbus 230, 6700 AE Wageningen
Tel: 0317-475422 (per 1 maart 2008 is ons nieuwe telefoonnummer: 0317-480256)
Fax: 0317-417717 (ongewijzigd)
Internet: www.rikilt.wur.nl

Copyright 2007, RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid.

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

- a) *dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport gedeeltelijk te publiceren of op andere wijze gedeeltelijk openbaar te maken;*
- b) *dit door RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid uitgebracht rapport, c.q. de naam van het rapport of RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid, 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 - Instituut voor Voedselveiligheid te gebruiken in andere zin dan als auteur van dit rapport.*

Het onderzoek beschreven in dit rapport is gefinancierd door Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit, programma Veilige Diervoeders in de Keten

Verzendlijst:

- Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (dr. R. Theelen, mr. M. van den Broeke, dr. A. Meijering, dr. C. Wever, R. Donker, T. Greutink)
- Voedsel en Waren Autoriteit (dr. E. Schouten, dr. M. Mengelers, dr. W. Ooms, mr. R. Herbes)
- ASG, Wageningen UR (dr. L. Sebek, prof.dr. W. Hendriks, dr. C. van der Peet-Schwering, ir. J. van Middelkoop)
- Alterra, Wageningen UR (dr. P. Römken, dr. R. Rietra)
- RIVM (dr. M. van Raay, dr. M. Zeilmaker, dr. J. van Eijkeren, dr. A. Sips)
- TNO (dr. G. Houben, dr. M. Rennen, T. Bouwman, W. Leeman)
- AFSG, Wageningen UR (dr. H. Peppelenbos)
- Biometris, Wageningen UR (dr. H. van der Voet)
- Wageningen Universiteit, (prof.dr. L. den Hartog, dr. T. van der Poel)
- Universiteit Utrecht (prof. J. Fink-Gremmels)
- Produktschap Diervoeder (drs. L. Vellinga, dr. M.C. Blok)

<p>Bij de totstandkoming van dit rapport is de grootst mogelijke zorgvuldigheid betracht. Tenzij vooraf schriftelijk anders overeengekomen aanvaardt RIKILT - Instituut voor Voedselveiligheid geen aansprakelijkheid voor schadeclaims die worden uitgebracht n.a.v. de inhoud van dit rapport.</p>
--

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
Dankwoord	5
1 Inleiding	7
1.1 Leeswijzer	8
2 Systematiek van normvergelijking: Ontwikkeling van ketenmodellen	10
2.1 Inleiding	10
2.2 Methode	10
2.3 Resultaten en discussie.....	11
2.4 Conclusies en aanbevelingen	11
3 Database normen voor chemische contaminanten	13
3.1 Inleiding	13
3.2 Database ontwikkeling	13
3.2.1 Methode	14
3.2.2 Resultaat en discussie.....	14
3.3 Conclusies en aanbevelingen	17
4 Achtergrond van normen	18
4.1 Inleiding	18
4.2 Aanpak	18
4.3 Resultaten en discussie.....	19
4.4 Conclusies en aanbevelingen	20
5 Diervoeding en dierlijke productie: samenstelling en omvang	21
5.1 Inleiding	21
5.2 Diervoeding: samenstelling en consumptie.....	21
5.3 Dierlijke productie: samenstelling en omvang	22
5.4 Conclusies en aanbevelingen	22
6 Gehaltes van chemische stoffen in diervoeders en dierlijke producten	24
6.1 Monitoringprogramma's	24
6.1.1 Aanpak	24
6.1.2 Voeders en voedermiddelen.....	24
6.1.3 Residuen in dierlijke producten.....	26
6.1.4 Potentieel risicovolle stoffen	27
6.2 Conclusies en aanbevelingen	27

7	Parameters voor chemische contaminanten	28
7.1	Inleiding	28
7.2	Resultaat en discussie.....	28
7.3	Conclusies en aanbevelingen	31
8	Synthese van gegevens: case study van cadmiumoverdracht bij runderen.....	32
8.1	Inleiding	32
8.2	Cadmiumblootstelling van runderen in de Kempen	32
8.3	Discussie en conclusies	34
9	Conclusies en aanbevelingen.....	36
9.1	Systematiek van normvergelijking: ontwikkeling van ketenmodellen.....	36
9.2	Database normen voor chemische contaminanten	37
9.3	Achtergrond van normen.....	37
9.4	Diervoeding en dierlijke productie: samenstelling en omvang	38
9.5	Gehaltes van chemische stoffen in diervoeders en dierlijke producten.....	38
9.6	Parameters voor chemische contaminanten.....	39
10	Literatuur	40
Bijlage 1	Ketenmodel	43
Bijlage 2	Kwik.....	47
Bijlage 3	Mycotoxines	49

Samenvatting

De Nederlandse overheid heeft een wezenlijke verantwoordelijkheid bij het opstellen en handhaven van randvoorwaarden voor de productie van veilig voedsel. Het is belangrijk om onderzoek uit te voeren ter onderbouwing van de handhaving van normen in diervoeders en diervoedergrondstoffen, omdat een substantieel deel van het voedsel van dierlijke oorsprong is. In dit kader beoogt het project Normvergelijking modellen inclusief de bijbehorende data aan te leveren voor een onderbouwing van de normstelling in diervoeders en diervoedergrondstoffen, teneinde tot een goede harmonisatie te komen door de dierlijke productieketen heen. Vanwege deze invalshoek: “de dierlijke productieketen”, is in het gehele project gewerkt aan een ketenbenadering, en niet alleen aan een diermodel. De start ligt bij de individuele voedermiddelen, additieven en premixes, die verwerkt worden in meng- en krachtvoeders. Deze voeders worden tezamen met ruwvoeder geconsumeerd door landbouwhuisdieren. Aan het einde van de keten ontstaan dierlijke producten voor humane consumptie. Deze beschrijving van de dierlijke productieketen benadrukt de drie stappen waar normstelling voor bestaat: ingrediënten, voeders en dierlijke producten. Data zijn verzameld om deze stappen te documenteren: samenstelling voeders, consumptiegegevens, en productiegegevens van de dierlijke producten. De VWA heeft daarnaast aangegeven dat zij voor de uitvoering van haar beleid behoefte heeft aan een database van normen, teneinde de controle van de normstelling te faciliteren.

In het project zijn de volgende onderdelen uitgevoerd:

- Systematiek van normvergelijking: ontwikkeling en toepassing van ketenmodellen, inclusief overdracht in landbouwhuisdieren.
- Ontwikkeling van een database normen.
- Inventarisatie van de achtergronden van normstellingen.
- Overzicht diervoedersamenstellingen, consumptiehoeveelheden en productiegegevens van landbouwhuisdieren.
- Inventarisatie van de resultaten van nationale controleprogramma's als referentie voor normvergelijking en risicobeoordeling.
- Inventarisatie van parameters voor chemische contaminanten (o.a. overdracht).

Voor de meeste onderdelen is informatie verzameld. Deze informatie is verwerkt in stofdossiers die in een apart rapport worden gepubliceerd (van Raamsdonk et al., 2007a). De al in fase 1 bijeengebrachte gegevens over mengvoedersamenstelling (Kempe en v. Raamsdonk, 2004) zijn nu uitgebreid met kengetallen over consumptiehoeveelheden en dierparameters. Deze informatie is gebundeld in een zelfstandig rapport (v. Raamsdonk et al., 2007b). De ontwikkeling van een database voor normen heeft geresulteerd in een prototype. De volgens de verschillende invalshoeken bijeengebrachte informatie ondersteunt de toepassing van keten- en dier-modellen. Het in de eerste fase ontwikkelde ketenmodel is in de huidige tweede fase verbeterd met een wetenschappelijk goed gefundeerd onderdeel voor de beschrijving van de overdracht in het dier (diermodel). Uit een synthese van alle vereiste gegevens in een voorbeeld om de blootstelling van runderen aan cadmium en het daaruit voortvloeiend niveau in nieren uit te rekenen, blijkt dat het nu beschikbare ketenmodel effectief bruikbaar is, en dat alle benodigde gegevens beschikbaar of bereikbaar zijn.

Naast controle van normstelling door de keten is er voor de producten van dit project een relevante toepassing op andere beleidsterreinen. De uitvoering van risicobeoordelingen, bijvoorbeeld n.a.v. innovaties in de dierhouderij, van aanpassing van beleidsmaatregelen of bij incidenten, kan met de modellen beter worden uitgevoerd, vooral omdat in dit project een quickscan benadering wordt nagestreefd. Het beleid van “toezicht op controle” wordt verder ondersteund, vooral als het bedrijfsleven een systematiek voor risicobeoordeling en beslissingen voor recalls gebruikt die op dezelfde kennis wordt gefundeerd als die in dit project gegenereerd wordt. Vanwege deze belangrijke nevendoelen is er ook aandacht besteed aan de resultaten van enkele grote controleprogramma's ter referentie, en aan enkele groepen van niet-genormeerde stoffen (“emerging risks”) als kader voor risicobeoordelingen.

In de loop van de tweede fase (2005) is gestart met een samenwerkingsverband met RIVM in de vorm van de Expertisegroep Overdrachtsmodellen. Het hier gepresenteerde diermodel is in het kader van de Expertisegroep ontwikkeld. Als spin-off van het project Normvergelijking worden in de Expertisegroep Overdrachtsmodellen verdere ontwikkelingen gestart met als doel een nationaal platform voor diermodellen te worden.

De belangrijkste aanbevelingen van de studie zijn:

- Het wordt aanbevolen om een beslisboom en een kennismatrix te ontwikkelen die afhankelijk van de vraagstelling en situatie de optimale keuze van het toe te passen model kunnen ondersteunen.
- Het huidige prototype van de Database voor normen van chemische contaminanten vraagt uitgebreid getest te worden op werkwijze, functionaliteit en structuur, en up-to-date gebracht worden voor wat betreft de nieuwste normen. Afspraken over toekomstig onderhoud zijn gewenst.
- Het is wenselijk dat het proces dat in individuele gevallen leidt tot vaststelling van normen wordt geëvalueerd. Het is tenminste gewenst om meer transparantie in en documentatie van het proces te verkrijgen voor referentie in de toekomst.
- Het is zeer gewenst om de invulling en uitvoering van de monitoringsprogramma's voor diervoeders en van dierlijke producten te evalueren, en daarbij te letten op continuïteit, uniformiteit en bruikbaarheid van de resultaten. Het is verder aan te bevelen om de rapportage van de monitoringsprogramma's van dierlijke producten te evalueren op volledigheid.

Dankwoord

Deze studie is uitgevoerd in het kader van het programma Veilige Diervoeders in de Keten, gefinancierd door het ministerie van LNV. De auteurs danken de volgende personen voor hun medewerking en ondersteuning: mw. S. Brouwer, mw. S. van den Brink en R. Donker (Ministerie LNV), M. Mengelers (VWA) en J. van Klaveren en M. Noordam (RIKILT). De samenwerking in het kader van de Expertisegroep Overdrachtsmodellen is stimulerend geweest voor deze studie en de auteurs zijn in het bijzonder de collega's M. Zeilmaker en J. van Eijkeren (RIVM) dank verschuldigd voor hun bijdrage bij de ontwikkeling van het diermodel.

1 Inleiding

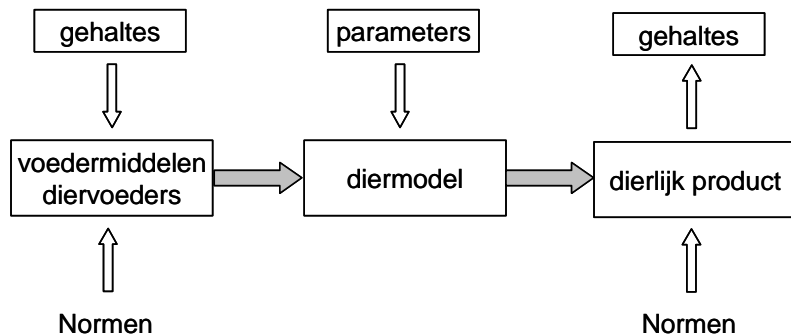
De productie van de humane voedingsmiddelen is een ingewikkeld proces, waar veel verschillende stappen in de keten en evenzoveel risico's een rol spelen. Beleidsmakers en spelers in de verschillende sectoren hebben hier ieder een verantwoordelijkheid. In de dierlijke productieketen hebben landbouwhuisdieren invloed op gehalten van schadelijke stoffen in dierlijk producten bestemd voor consumptie. Zo kunnen schadelijke stoffen in dieren accumuleren, omgezet worden en/of uitgescheiden worden via melk, eieren en urine. Een van de instrumenten voor beleid over de invloed van chemische contaminanten op de volksgezondheid en diergezondheid/welzijn is het stellen van limieten (normen). Het onderzoek dat in dit rapport wordt gepresenteerd richt zich op de onderbouwing van normstelling en op effecten daarvan voor de dierlijke productieketen.

In het kader van het LNV beleidsondersteunend onderzoeksprogramma "Veilige diervoeders in de keten" is in 2003 een project gestart "Normvergelijking in de dierlijke productieketen" met als doelstelling om normen voor chemische contaminanten te inventariseren en door de keten heen de relatie van normen voor diervoeders en dierlijke producten per contaminant te onderzoeken. Daarbij stond de vraag centraal in hoeverre normen voor dierlijke producten toch overschreden kunnen worden als voldaan is aan de normen voor diervoeders en voedermiddelen. Deze doelstelling ligt ingebed in de verantwoordelijkheid van de overheid om normen op een realistische wijze vast te stellen. Dat wil zeggen, dat met inachtneming van de randvoorwaarden voor de volksgezondheid, normen voor chemische contaminanten in dierlijke producten haalbaar moeten zijn gegeven de normen voor de diervoeders, alsmede de achtergrondniveaus die vaak door het leefmilieu van de dieren worden bepaald. Daarnaast is het zinvol om normen voor voedermiddelen af te stemmen op de normen voor de diervoeders, waarin deze worden verwerkt met inachtneming van realistische verwerkingspercentages. In de eerste fase van het project Normvergelijking lag het accent op de inventarisatie van normen. Dit is uitgewerkt door een overzicht te maken van alle normen voor dierbehandelingsmiddelen, additieven, bestrijdingsmiddelen, zware metalen, milieucontaminanten, mycotoxines en natuurlijke toxines in voedermiddelen, diervoeders en dierlijke producten. Daarnaast zijn deze contaminanten ingedeeld in vier categorieën, afhankelijk van de beschikbaarheid van normen. Slechts een klein aantal contaminanten wordt gereguleerd door normen voor zowel diervoeders of voedermiddelen, als voor dierlijke producten (categorie A). Dit zijn een aantal van de stoffen uit Richtlijn 2002/32/EU: lood, cadmium, dioxines, aflatoxine B1/M1, en 11 "oude" bestrijdingsmiddelen zoals aldrin, dieldrin, lindaan en DDT. Slechts voor deze groep stoffen is een numerieke vergelijking mogelijk van de normen in voer en in het product, dwz vòòr en ná passage door het dier. Andere categorieën bevatten stoffen met uitsluitend normen voor diervoeders (cat. B; voorbeelden: kwik, arseen), uitsluitend normen voor dierlijke producten (cat. C; voorbeeld: een aantal bestrijdingsmiddelen) en geen enkele wettelijke normering (cat. D). Voor deze laatste categorieën is het wel zinvol om na te gaan wat de reden is voor afwezigheid van normstelling. Als voorbeeld, stoffen met een norm voor diervoeders op basis van een mogelijk probleem betreffende gezondheid of welzijn van dieren, hoeven niet in dierlijke producten genormeerd te zijn. Naast deze inventarisatie is het noodzakelijk om door middel van een diermodel een kwantitatieve beschrijving te geven van de verdeling van de contaminant over de organen van het betrokken dier, omdat anders een vergelijking tussen voer en product niet gemaakt kan worden. Vanuit deze noodzaak is in andere onderdelen van het project gestart met de ontwikkeling van een diermodel en met het verzamelen van parameters per contaminant die de accumulatie, metabolisering en eliminatie in

een landbouwhuisdier beschrijven. De resultaten van deze eerste fase zijn gerapporteerd in een verslag (Normvergelijking fase 1; van Raamsdonk et al., 2004).

Op basis van de ervaringen in de eerste fase van het project heeft de opdrachtgever besloten om een tweede fase te starten, die in 2004 en 2005 is uitgevoerd. Het toepassingsgebied van een numerieke benadering van niveaus van contaminanten in de dierlijke productieketen is voor deze tweede fase uitgebreid. Naast normvergelijking als beleidsinstrument voor risicomanagement is ook toepassing op het gebied van risicobeoordeling, uitrekenen van noodzaak van recalls, en een bijdrage aan humane blootstelling mogelijk en zinvol. Ook in deze tweede fase, die in dit rapport wordt beschreven, zijn verschillende onderdelen uitgewerkt.

De kern van het project betreft de ontwikkeling en toepassing van een ketenmodel voor berekening van niveaus van contaminanten. De andere onderdelen van het project leveren hier de essentiële data voor. De relatie wordt in het schema hiernaast weergegeven.



1.1 Leeswijzer

Dit rapport beschrijft een aantal elementen die van belang zijn voor het uiteindelijke ketenmodel als wel de normen die gesteld zijn in diverse schakels van de keten. Voor verschillende onderdelen zijn aparte deelrapporten gemaakt. De volgende onderdelen worden beschreven in diverse hoofdstukken:

Systematiek van normvergelijking: ontwikkeling van ketenmodellen. In hoofdstuk 2 wordt het ketenmodel gepresenteerd. Met dit model kunnen de normniveaus in diervoeders worden vergeleken met de normniveaus in dierlijke producten (risicomanagement). Het model kan eveneens gebruikt voor toepassing op het gebied van risicobeoordeling. Een ketenmodel (CORAM v2.0) is beschikbaar in de vorm van een prototype.

Database normen voor chemische contaminanten. Voor toetsing van berekende niveaus van chemische stoffen in diervoeders en dierlijke producten is het gewenst om een overzicht van geldende normen ter beschikking te hebben. De database, gepresenteerd in hoofdstuk 3, is bedoeld voor een snelle beoordeling van metingen en modeluitkomsten in termen van normoverschrijding. Een prototype van een database is beschikbaar.

Achtergronden van normen. In hoofdstuk 4 worden de belangrijkste achtergronden van normen besproken. Het is van groot belang dat de beweegredenen die in het verleden hebben geleid tot niveaus van maximale limieten goed bekend zijn, zodat toekomstige bijstellingen in Europees verband goed voorbereid en geëvalueerd kunnen worden. Hiermee kunnen de resultaten van de modelberekeningen in een breder kader geplaatst worden.

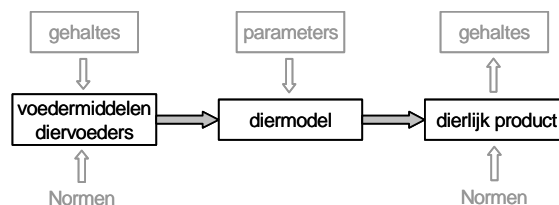
Diervoeding en dierlijke productie: samenstelling en omvang. In hoofdstuk 5 worden de basisgegevens beschreven, die nodig zijn om de kwantitatieve ketenmodellen toe te kunnen passen. Dit betreft samenstelling en omvang van de voeding, en samenstelling en productie van dierlijke producten van elf categorieën landbouwhuisdieren. Tabellen met deze overzichten zijn gepubliceerd in een apart rapport (v. Raamsdonk et al., 2007b).

Gehaltes van chemische stoffen in diervoeders en dierlijke producten. Voor een inzichtelijke vergelijking van normen is het gewenst om een beeld te vormen van al gevonden overschrijdingen. In hoofdstuk 6 wordt verslag gedaan van een inventarisatie van de controleprogramma's van UK, Nederland, Denemarken en Duitsland voor diervoeders en voor dierlijke producten. Hierbij zijn contaminanten geïnventariseerd die voorkomen op een niveau boven de detectielimiet. Bovendien is enige aandacht besteed aan niet-genormeerde stoffen, om een pro-actieve bijdrage te leveren aan risicomanagement.

Parameters voor chemische contaminanten. Het is gebleken dat de kwaliteit, betrouwbaarheid en onderlinge vergelijkbaarheid van de stofparameters over overdracht, accumulatie en eliminatie per doeldier/contaminant combinatie een uitgebreide en zorgvuldige bestudering vereist. In hoofdstuk 7 worden de uitgebreidere studies besproken, die zijn uitgevoerd naar lood, cadmium, kwik en pesticiden. De keuze van stoffen is gerelateerd aan wettelijke normering (Richtlijn 2002/32/EC). Overdrachtsfactoren en halfwaardetijden zijn een belangrijke groep van data voor de toepassing van het ketenmodel. Deze gegevens zijn gepubliceerd in een aantal aparte stofdossiers (v. Raamsdonk et al., 2007a).

Synthese van gegevens: case study van cadmiumoverdracht bij runderen in de Kempen. In hoofdstuk 8 wordt een synthese van alle informatie gegeven aan de hand van een case study. Hier komen alle onderdelen van het project, met het ketenmodel in een centrale positie, bij elkaar.

2 Systematiek van normvergelijking: ontwikkeling van ketenmodellen



2.1 Inleiding

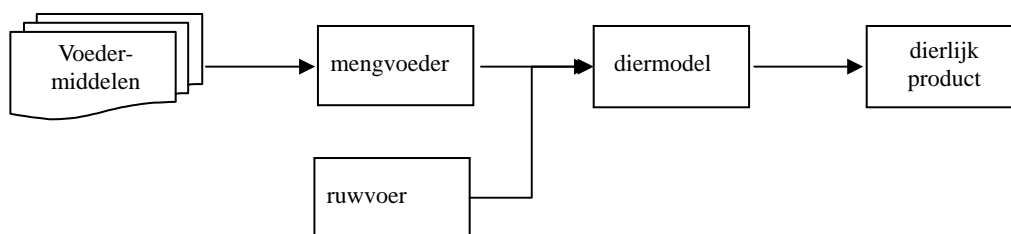
Berekeningen over niveaus van contaminanten in voedermiddelen, diervoeders en dierlijke producten kunnen op verschillende niveaus van detaillering worden uitgevoerd: bij een toedieningsduur die langer is dan vijf maal de halfwaardetijd veranderen de niveaus van een contaminant in het dier niet meer (steady state). Berekeningen met behulp van een kinetisch model zijn dan niet meer nodig. Anderzijds kunnen (voor dynamische situaties) zeer gedetailleerde modellen worden toegepast, wanneer veel gegevens bekend zijn en de situatie een dergelijke aanpak vraagt (RIVM: kinetische meer-compartiment modellen). De diermodellen die in dit project worden ontwikkeld (aangeduid als CORAM: Carry-Over Rate Animal Model) moeten de niche tussen deze twee situaties vullen: bruikbaar en breed toepasbaar voor een quickscan op basis van een relatief kleine set gegevens.

In het verslag van fase 1 is de eerste stap gerapporteerd in de ontwikkeling van een ketenmodel. Hierbij konden op basis van inname en overdracht, voor de niveaus in matrices die dagelijks geproduceerd werden (melk, eieren) en sterk accumulerende stoffen (dioxines, zware metalen) in organen een voorspelling gemaakt worden. Voor veel contaminanten geldt echter dat er ook een zekere mate van eliminatie bestaat via uitscheiding (urine naast melk en eieren) en via afbraak. De halfwaardetijd als parameter wordt vaak als maat hiervoor in dierproeven afgeleid. In fase 2 is het ketenmodel aangepast voor eliminatie.

2.2 Methode

In het huidige experimentele stadium van de ontwikkeling van het ketenmodel is gekozen voor Excel als ontwikkelplatform.

In het kader van de eerste fase van dit project is een generiek ketenmodel ontwikkeld, dat aansluit bij de doelstellingen (figuur 2.1). De modelstructuur is zo eenvoudig dat een transparant gebruik mogelijk is en dat toch een indicatie in termen van “range finding” bereikt kan worden. De betrouwbaarheid van de modeluitkomsten hangt verder vooral af van de kwaliteit en waarde van de parameters.



Figuur 2.1. Ketenmodel voor de dierlijke productieketen.

Het ketenmodel is uitgewerkt in kwantitatieve beschrijvingen van de verschillende stappen. De blootstelling van het dier volgt daarbij een gewogen gemiddelde van de gehalten in het mengvoeder (en voedermiddelen) en het ruwvoer.

Voor het diermodel is gekozen voor een exponentiele relatie tussen blootstelling, tijdsduur en het resulterende gehalte in het dierlijke product. De uitwerking staat in bijlage 1.

2.3 Resultaten en discussie

Het hier gepresenteerde diermodel is gebaseerd op slechts enkele parameters die de stofkinetiek in relatie tot het dier beschrijven (Carry-over rate en halfwaardetijd). Als gevolg daarvan ontstaat een uitkomst die een trend aangeeft in plaats van een gedetailleerde en uitgebreid onderbouwde voorspelling (“range finding”). Dit diermodel maakt onderdeel uit van het ketenmodel (figuur 2.1) en legt in het verband van de hele dierlijke productieketen een relatie met bodem/gewasmodellen (Rietra et al., 2004, 2005) en anderzijds een relatie met humane blootstelling en –inname (bijvoorbeeld MCRA, de Boer en v.d. Voet, 2006). De situatie dat slechts enkele parameters beschikbaar hoeven te zijn over het gedrag van een stof in een doeldier/orgaan, betekent dat in een dierproef en in de literatuur ook eenvoudiger de parameters te vinden zijn. In hoofdstuk 7 worden vanuit dit uitgangspunt de parameters geselecteerd en besproken.

Een andere benadering wordt gekozen door Leeman et al. (2003, 2007). Hier wordt de biotransfer factor gebruikt, die een relatie legt tussen dagelijkse blootstelling (inname) en het gehalte in het doelorgaan. Deze relatie is tijdsafhankelijk. Deze benadering is bruikbaar als bekend is dat het doeldier in een situatie van steady state is (er wordt evenveel van de contaminant geëlimeerd via metabolisering en uitscheiding als de omvang van de dagelijkse inname). In situaties waarin deze evenwichtssituatie nog niet bereikt is, wordt een (grote) overschatting gemaakt. Dit kan als worst case scenario gezien worden. Voor toepassing in fokregimes waar geen steady state situatie bereikt wordt voor sommige contaminanten (kalvermestrij, varkensmestrij) is deze benadering mogelijk minder toepasbaar, afhankelijk van de vraagstelling. Het voordeel van de benadering van Leeman et al. (2007) is de brede toepasbaarheid, gebaseerd op een grote database met parameters.

2.4 Conclusies en aanbevelingen

Er kan geconcludeerd worden dat in de Nederlandse situatie voor modellering van contaminant niveaus in dierlijke producten drie verschillende benaderingen beschikbaar zijn:

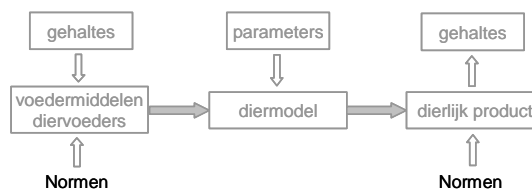
- Kinetische meer-compartiment modellen: meest gedetailleerd voor berekening van gehalten, vraagt de meest uitgebreide set van parameters, die vaak niet snel aan de literatuur kunnen worden ontleend.
- CORAM v2.0: model inzetbaar in verschillende fasen van de opbouw en eliminatie van een contaminant, geschikt voor “range-finding”, relatief kleine set van parameters.
- Berekening van steady state niveaus: in principe slechts één factor nodig, echter niet geschikt voor een andere situatie dan voor een dier in steady state, of anders een sterke worst-case situatie.

De keus voor een benadering is afhankelijk van de situatie: gewenst niveau van detaillering, beschikbaarheid van parameters, dier/contaminant combinatie, periode van blootstelling in termen van halfwaardetijd, verschillende types vraagstelling, snelheid waarin een vraag moet worden beantwoord (risico-analyse bij een calamiteit). Op basis hiervan wordt voorgesteld om een beslisboom te ontwikkelen voor een zo objectief mogelijke beslissing over de keuze van model van voorkeur voor een bepaalde situatie. Hierbij moet de mogelijkheid om een “tiered approach” toe te passen worden meegenomen. Dit betekent dat eerst de meest eenvoudige berekening wordt toegepast. Wanneer een

dergelijke worst-case aanpak geen aanduiding van een risico geeft, kan hiermee worden volstaan. In andere gevallen wordt een meer ingewikkeld model toegepast.

Het ketenmodel, inclusief het diermodel CORAM v.2, vraagt een aantal typen data voor gebruik. Het gebruik van een model leidt daarmee tot een formalisering van de databehoefte. Hieruit blijkt duidelijk dat er meestal kennisleemtes bestaan. Gekoppeld aan de toepassing van het ketenmodel, is het noodzakelijk om een inventarisatie uit te voeren naar de meest voorkomende dier/contaminant combinaties voor wat betreft de beschikbaarheid van parameters. Voorbeelden van dossiers staan in de stofdossiers over lood, cadmium en kwik. Het beheersinstrument voor inventarisatie van contaminantparameters kan een kennismatrix zijn met koppelingen naar specifieke kennisdossiers (zie ook hoofdstuk 7). Deze kennismatrix kan gekoppeld worden aan, of mogelijk geïntegreerd worden met een beslisboom. In de volgende hoofdstukken worden de verschillende typen data nader gepresenteerd.

3 Database normen voor chemische contaminanten



3.1 Inleiding

De ontwikkeling van een (eenvoudig) diermodel kwam oorspronkelijk voort uit de wens om de relatie van normen voor diervoeders en voor dierlijke producten te onderzoeken (zie verslag fase 1). In de tweede fase is gewerkt aan de ontwikkeling van een database met norminformatie en aan een verdere uitwerking van de achtergronden van normen.

3.2 Database ontwikkeling

In fase 1 van het project is een inventarisatie uitgevoerd van alle stoffen waarvoor een maximum limiet (norm, MRL) bestaat in diervoeders (mengvoeders en/of voedermiddelen) al dan niet in combinatie met een limiet in dierlijke producten. Een overzicht van normen voor (ongewenste) contaminanten in diervoeders en voedermiddelen staat in Productnormen GMP – regeling diervoedersector (GMP14; PDV, 2006). Dit overzicht omvat echter geen diergeneesmiddelen en additieven. Daarnaast betreft dit overzicht niet de dierlijke producten. Door belanghebbenden (LNV, VWA, productschappen) is daarom aangegeven, dat er behoefte is aan een volledig overzicht van normen in de verschillende stappen van de keten.

De informatie was aan het einde van de eerste fase van het project opgeslagen in een Excel tabel. Door de gebruikte indeling in categorieën van voedermiddelen, dieren en doelorganen, waarbij vooral een categorie “overig” onduidelijkheid geeft, en vanwege verschillende in gebruik zijnde definities (al dan niet limitatief) is de tabel echter slechts beperkt bruikbaar. Op dit moment is het wel mogelijk om voor een stof alle normen eenduidig en volledig op te zoeken. Het is echter niet mogelijk om voor een voedermiddel, een mengvoeder, een doeldier en een doelorgaan alle normen te selecteren dan wel de open plekken in de normstellingen te inventariseren. Enkele voorbeelden:

- De normen voor kip staan niet alleen vermeld onder het trefwoord “kip”, maar kunnen aanvullend ook staan onder “pluimvee” of onder “overig”, als met deze categorie “overig” wordt bedoeld “niet-rund”, “niet-varken”, enz., maar de categorie “overig” kan in dit geval worden uitgesloten als er mee wordt bedoeld “niet-kip”. Dezelfde problematiek geldt voor voedermiddelen.
- De categorie “overig” kan afhankelijk van de wetgeving betekenen “alle dieren behalve de speciaal genoemd dieren” (niet limitatief), of “alle zoals in de wet bedoelde dieren behalve de speciaal genoemde dieren” (limitatief). In het eerste geval geldt de norm voor alle dieren die hypothetisch beschikbaar kunnen zijn voor humane consumptie, in het tweede geval geldt een norm niet voor dieren die helemaal in de betreffende wet niet worden genoemd.

Het is daarom duidelijk dat er geen eenduidig gebruik van de tabel mogelijk is. Er kan geen garantie gegeven worden, dat een selectie uit de tabel op één trefwoord correct en volledig is. Een selectie kan zelfs in ruime mate onvolledig - en daarmee onbruikbaar - zijn. Het is dan onmogelijk om op basis van een selectie vast te stellen of er leemtes in de structuur van normstelling bestaan.

3.2.1 *Methode*

In het kader van de KAP databank worden binnen het RIKILT normen bijgehouden van stoffen die gemeten worden in monitoringsprogramma's. De basis databank betreft dus niet alle normen zoals in de wetgeving genoemd, ze is verder niet publiek beschikbaar, en beheert de normen per product zonder een verband tussen normen voor dezelfde stof door de keten heen. De normen voor sommige bestrijdingsmiddelen (voor zover betrokken in meetprogramma's) in producten voor humane consumptie zijn op internet beschikbaar (bestrijdingsmiddelen-online); echter ook hier betreft het geen ketengericht overzicht. Toch moet onderzocht worden hoe een link met de KAP databank betreffende updates met nieuwe normen kan worden gevonden, met behoud van de doelstellingen van deze database normen: namelijk ketengericht, zoekacties met volledige resultaten en alle normen van de betrokken stofgroepen betreffend.

Om aan de wens van de belanghebbenden tegemoet te komen is een prototype van een dergelijke database ontwikkeld. Dit betekende het ontwerpen van de structuur, maken van de database (Access), en deze vullen met de al aanwezige gegevens vanuit Excel. Daarna dient periodiek onderhoud plaats te vinden om de database zijn waarde te laten behouden.

3.2.2 *Resultaat en discussie*

Voor de database is de volgende functionaliteit uitgewerkt:

1. voedernormen opzoeken voor een bepaalde stof(groep)
2. dier(product)normen opzoeken voor een bepaalde stof(groep)
3. voedernormen en dier(product)normen opzoeken voor een bepaalde stof(groep)
4. dier(product)normen opzoeken voor een bepaald dier
5. dier(product)normen opzoeken voor een bepaald dierproduct
6. voedernorm opzoeken voor een voedermiddel

Stoffen zijn ingedeeld in dezelfde indeling als gebruikt in KAP. Slechts enkele stoffen komen in twee categorieën voor (amprolium) en hebben daardoor twee ingangen in de stoffenlijst. Er zijn diverse wetten die normen vastleggen voor bepaalde stof/productcombinaties. Niet elke wet gebruikt dezelfde productindeling. Als voorbeeld gebruikt de bestrijdingsmiddelenwet een andere indeling van producten dan de diergeneesmiddelenwet. Er is voor een consistent gebruik van de database een indeling ontworpen met een indeling op drie niveaus: groep, subgroep en product. In de tabel hieronder staat een deel van de totale indeling als voorbeeld, waarbij het verband tussen de indeling en de oorspronkelijke tekst in de wet wordt aangegeven.

Tabel 3.1. Deel van tabel met indeling van producten in subgroepen en groepen, relatie tussen product en termen in wetgeving.

groep	subgroep	product	oorspronkelijke term in wet
voeders			
mengvoeders	mengvoeders	mengvoeders, algemeen	div mengvoeders
			mengvoeder*
			alle
			alle diervoeders*
			diervoeders
		mengvoeders, aanvullend	aanvullend*
		biologisch voer	biologisch voer
		thermisch behandelde voeders	div thermisch behandelde (meng)voeders
	mengvoeders, volledig	volledig mengvoeder	
		pluimveevoer	pluimveevoer, kalkoenen
algemene voeremiddelen	voeremiddelen	voeremiddelen voor verwerking	voeremiddelen bestemd voor verwerking
			voeremiddel voor levering aan veehouders
		vochtrijke mengsels voor levering aan veehouder	vochtrijke mengsels voor levering aan veehouder(s)
		voeremiddelen , algemeen	voeremiddel*
grondstoffen			
plantaardige producten	amandel	amandelkoeken	amandelkoeken
	babassu	babassu, algemeen	babassu
	graan	graanproducten	graanproducten bestemd voor verwerking in voeder
	mais	mais, algemeen	mais
	cassave	maniokproducten	maniokproducten
	oliehoudende zaden	oliehoudende zaden, algemeen	oliehoudende zaden
	overige plantaardige producten	plantaardige voeremiddelen, algemeen	voeremiddel plantaardig
	groenvoeders	groenvoeders, algemeen	groenvoeder

Wanneer gezocht wordt naar alle normen voor voeders voor kalkoenen, dan wordt de database eerst doorzocht voor dat product. Worden voor een stof geen normen voor kalkoenvoer vermeldt, dan wordt voor diezelfde stof gezocht naar normen voor de subgroep pluimveevoeders, die dan ook gelden voor daaronder vallende producten. Als ook voor pluimveevoeders geen normen voor die stof worden vermeld, wordt gezocht naar normen voor de stof voor mengvoeders, die bij aanwezigheid dan ook gelden voor alle bijbehorende subgroepen en producten. Voor dieren is eenzelfde type indeling gemaakt, waar dezelfde zoekstrategie op wordt toegepast. Op deze wijze worden de problemen die ontstaan door de definitie in de wet voor “overig” ondervangen.

In het startscherm kunnen keuzes gemaakt worden voor een stof, OF voor een mengvoeder of voedermiddel, OF voor een doeldier of doelorgaan.

Figuur 3.1. Startscherm van de database Normen

De zoekactie vindt in principe bij opgave van een stof snel plaats, omdat hier geen hiërarchie in is aangebracht. Voor een voedermiddel/mengvoeder of een doeldier/orgaan wordt een zoekactie naar alle relevante normen uitgevoerd op drie hiërarchische niveaus, wat veelal veel tijd kost. Er is daarom een cache functionaliteit ingebouwd, die het resultaat van een zoekactie bewaart. Bij een opvraag van eenzelfde zoekactie wordt eerst naar de gecacheerde bestanden gekeken en zo mogelijk wordt een cachebestand getoond. Bij afwezigheid daarvan wordt de zoekactie uitgevoerd. Na een aanpassing van normen in de database worden de cachebestanden opnieuw aangemaakt. Als resultaat wordt een overzichtstabel getoond.

Tabel 3.2. Deel van tabel met resultaat van een search naar normen voor klavermeel

Toegelaten Maximumgehalten aan Residuen in Klavermeel

*bij voeder of dier: er zijn aparte normen voor specifieke uitzonderingen, *bij limiet: detectielimiet

[hyperlink](#) in tabel start nieuwe zoekvraag met stof, dier of voeder (NB duurt soms lang!)

stof	voeder(subgroep)	voederlimiet	dimensie	voederwet	datum (m/d/y)	note	doeldier	doelproduct	dierlimiet	dimensie	wet	datum (m/d/y)	n
arseen	klavermeel	4	mg/kg	Verordening PDV	8/1/03	-	alle	alle	xxx	-	-	8/1/03	-
cadmium	plantaardige voedermiddelen	1	mg/kg	Verordening PDV	8/1/03	-	alle	alle	xxx	-	-	8/1/03	-
cadmium	plantaardige voedermiddelen	1	mg/kg	Verordening PDV	8/1/03	-	paard, algemeen	vlees	0.2	mg/kg	466/2001	8/1/03	-
cadmium	plantaardige voedermiddelen	1	mg/kg	Verordening PDV	8/1/03	-	pluimvee, algemeen	eetbaar slachtafval	-	-	466/2001	8/1/03	norm vlees slach

Elke regel van de tabel geeft voor een bepaalde stof zowel de norm voor in voeders als in dieren. Als er voor het voeder of dier van de zoekvraag geen norm wordt gevonden, dan wordt de norm van de (sub)groep getoond. Als algemene norm tonen aan stond, wordt in het uiterste geval de algemene norm getoond. In dat geval staan dus alle stoffen in de tabel.

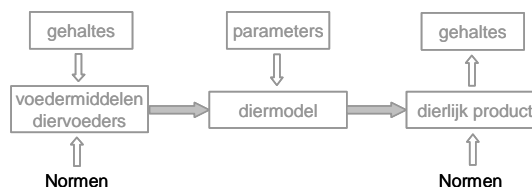
De database is gebaseerd op de normtabellen zoals die aan het einde van fase 1 van het project golden (begin 2004). Dat betekent dat de gegevens gedurende meer dan twee jaar niet meer zijn bijgewerkt en dus in een aantal gevallen verouderd zullen zijn. Verder is de vertaling van de normen in de structuur van de database niet getest. In een aantal test sessies zal de betrouwbaarheid nog moeten worden vastgesteld. De werkwijze om zoekacties te cachen, teneinde winst in snelheid te boeken, is voor dit moment de meest voor de hand liggende. In de toekomst zal dit nog moeten worden bevestigd. Vanwege de bovenstaande omstandigheden is er nog sprake van een prototype.

3.3 Conclusies en aanbevelingen

De ontwikkeling van het prototype van één database voor alle bestaande normen van schadelijke stoffen in voeders, voedermiddelen en dierlijke producten toont aan dat dit mogelijk is. De bestaande versnippering in regelgeving voor de verschillende groepen producten maakte vergelijking tot nu toe zeer lastig. Voor de doelgroepen (LNV/VWS, controle instanties, bedrijven) kan deze database in een behoefte voorzien. Er zijn ook signalen, dat landen en bedrijven die vanuit overige landen willen exporteren naar EU landen, behoefte hebben aan een alles dekkend overzicht van EU normen.

Aangezien de Nederlandse normen vrijwel identiek zijn aan de EU normen, kan deze database na toetsing ook voor dit soort gebruikers zijn diensten bewijzen. Het huidige prototype heeft nog wel een uitgebreide test op werkwijze, functionaliteit en structuur, en up-to-date brengen voor wat betreft de nieuwste normen. Er is verder behoefte aan afspraken voor onderhoud om toekomstige ontwikkelingen in normen en regelgeving te verwerken.

4 Achtergrond van normen



4.1 Inleiding

Het is van belang de beweegredenen die in het verleden hebben geleid tot het vaststellen van niveaus van maximale limieten voor contaminanten goed te kennen, zodat toekomstige bijstellingen in Europees verband goed voorbereid en geëvalueerd kunnen worden. De achtergrond van normen kan verschillend zijn. Ze kunnen gebaseerd zijn op wetenschappelijke argumenten (toxicologie humane of diergezondheid, dierwelzijn, of milieugevolgen), maar bij de uiteindelijke vaststelling van een norm spelen ook (economische) politieke belangen van EU lidstaten of belangenorganisaties (bedrijfsleven- en consumentenorganisaties) een rol. Vaak lag een incident of crisis ten grondslag aan normstelling. Al met al is de vaststelling van een norm een complex proces, achter de getalsmatige waarde van een norm zitten tal van overwegingen. Voorwaarde voor een goede risicoanalyse bij een eventuele normoverschrijding of bijstelling van een norm is een goed inzicht in de factoren, die een rol hebben gespeeld bij de totstandkoming van de norm.

4.2 Aanpak

In de eerste fase van het project zijn de stoffen in vier categorieën verdeeld. Stoffen waarvoor zowel in diervoeders als in dierlijke producten voor humane consumptie een norm aanwezig is (categorie A).

Daarnaast zijn er in een aantal gevallen slechts normen gesteld voor diervoeders dan wel alleen voor dierlijke producten (categorie B en C). Tot slot zijn er stoffen waarvoor in het geheel geen norm is gesteld (niet voor diervoeders en niet voor dierlijke producten: categorie D).

A: In beide stadia van de productieketen (diervoeders en dierlijke producten) zijn normen beschikbaar. Een inventarisatie is uitgevoerd naar de achtergrond van deze normen en naar de wenselijkheid om deze normen aan te passen. Hiervoor is in eerste instantie gekeken naar recente evaluaties van het Scientific Committee on Animal Nutrition (SCAN) en het EFSA panel Contaminants in the food chain (CONTAM).

B en C: Wanneer er alleen een norm voor dierlijke producten aanwezig is kan overwogen worden ook een norm voor voer vast te stellen. De zin en noodzaak hiervan moet blijken uit een inventarisatie van mogelijke contaminatiebronnen gevolgd door een analyse van de keten naar de mogelijkheid van beheersing van het probleem. In het kader van dit project zullen geen voorstellen gedaan worden voor nieuwe normen in dierlijke producten, wel voor nieuwe normen in diervoeders om ketenbeheersing verder mogelijk te maken.

D: Er is een grote hoeveelheid contaminanten waarvoor op dit moment geen wettelijk normen gelden. Van enkele landen is bekend (EU lidstaten [VK, DK, DU], USA, Canada, Nieuw Zeeland) dat er soms grote monitoringsprogramma's draaien die informatie opleveren over (in Nederland of EU) niet gereguleerde contaminanten. Een monitoring kan inzicht geven in het voorkomen van een aantal

Tabel 3.3. Combinatie van voorkomen van normen in diervoeders en dierlijke producten voor humane consumptie.

	Dierlijke producten	
	aanwezig	afwezig
Diervoeder		
aanwezig	A	B
afwezig	C	D

stoffen. Samen met gegevens over toxiciteit en zo mogelijk overdracht kan dit leiden tot een lijst van potentieel risicodragende stoffen. Een inventarisatie van gegevens uit monitoringsprogramma's en andere bronnen is opgenomen in de stofdossiers (van Raamsdonk et al., 2007a).

4.3 Resultaten en discussie

De overzichten van de achtergronden van normen zijn verwerkt in de dossiers per stof of stofgroep in een apart deelrapport (v. Raamsdonk et al., 2007a). Per categorie en stofgroep kunnen enkele conclusies getrokken worden.

Categorie A, diergeneesmiddelen: Veel van de stoffen zijn al verschillende malen beoordeeld door de CVMP (Safety Working Party). De vastgestelde toxicologische profielen en daarvan afgeleide dierlijk product normen zijn in de meeste gevallen vrij recent opnieuw vastgesteld. Enkele toxicologische beoordelingen zijn minder recent want die zijn in de jaren 1990 afgerond (of herbeoordeeld).

Afhankelijk van criteria zoals mate van gebruik, toxiciteit, en resultaten uit monitoringsprogramma's kan besloten worden deze stoffen met prioriteit te laten herbeoordelen.

Categorie A, contaminanten: Voor dioxines en PCBs is er blijvende bezorgdheid voor de veiligheid van de consument vanwege de gehalten in het dierlijk product. De gehalten aan 'oude bestrijdingsmiddelen' in voedermiddelen dalen al jaren, de residucontrole moet daarom vooral gericht worden op importcontrole van veevoedergrondstoffen.

Categorie B, additieven: De additieven zijn beoordeeld door de Nationale en/of Europese panels (nu EFSA). Met inwerkingtreding van de nieuwe verordening (welke) is het noodzakelijk cq. mogelijk om MRLs vast te stellen (dus normen in de dierlijke producten vast te stellen). Ook is een periodieke herbeoordeling van de toelating voorgeschreven. Net als bij de diergeneesmiddelen kan er in plaats van normen in diervoeders beter gesproken worden over toegelaten gehalten waarbij het toxische effect niet wordt waargenomen.

Categorie B, zware metalen en ionen: De bijdrage aan de humane blootstelling van arseen via eetbare weefsels van landbouwhuisdieren is gering. In de landbouwhuisdieren wordt anorganisch arseen snel gemethyleerd (en juist in deze vorm wordt het snel uitgescheiden), daardoor wordt normstelling in eetbare weefsels niet nodig geacht. De diervoedernormen voor kwik zijn gesteld vanuit het oogpunt van bescherming van de diergezondheid. Echter, de diervoedernormen blijven ook belangrijk bij het zo laag mogelijk houden van de kwikgehalten in dierlijke producten van landbouwhuisdieren, om ervoor te zorgen dat de humane blootstelling via deze producten zo laag mogelijk is. SCAN (2003) is van mening dat nitriet van de lijst van ongewenste stoffen in diervoeders verwijderd kan/moet worden. Nitriet is een endogene component die van nature aanwezig is in plantaardige voedermiddelen, waarvan het toxisch effect veel lager is dan vroeger werd aangenomen.

Categorie B, natuurlijke toxines: Slechts op incidentele basis wordt er schade aan de diergezondheid toegebracht door toxines afkomstig van planten. De relevantie van een aantal van de nu in de richtlijn genoemde natuurlijke toxines en botanische onzuiverheden voor de bescherming van de dierlijke gezondheid is slechts gering. Deze situatie kan overigens veranderen door toenemende handel met recent toegetreden lidstaten en aspirant-lidstaten, waar andere teeltregimes worden gebruikt. Op dit moment worden voedermiddelen niet getoetst op botanische verontreinigingen in het monitoringsprogramma diervoeders (zie ook hoofdstuk 4). Microscopische detectiemethoden zijn nu het meest gebruikt om mogelijke verontreiniging van voedermiddelen met botanische onzuiverheden aan te tonen. Deze methode is erg flexibel, er kunnen snel nieuwe (onbekende) verontreinigingen opgespoord worden. De mogelijkheden om via microscopische detectie botanische verontreinigingen te kunnen

aantonen wordt drastisch beperkt na bewerking van het voedermiddel (malen, persen, mouten e.d.). Mede daarom moet ingezet worden om deze microscopische detectiemethode aan te vullen of te vervangen door kwantitatieve chemische methoden gericht op de toxische stof en hierop ook de normstelling aan te passen (SCAN 2003). Normen voor gossypol, theobromine, en vinyl thiooxazolidon worden niet relevant geacht, omdat het natuurlijke componenten van voedermiddelen zijn hoewel ze wel degelijk een diergezondheidsprobleem kunnen geven). SCAN (2003) acht het wenselijk om via een extra inspanning meer gegevens over blauwzuur en allylthiocyanaten te krijgen. Daarnaast wordt geadviseerd om met prioriteit een norm voor ricine vast te stellen, vanwege de hoge toxiciteit van ricine (SCAN, 2003).

Categorie B, mycotoxines: er zijn in Nederland bovenwettelijke (PDV) normen voor DON, OTA en ZEN. Deze hebben vooral een achtergrond vanuit dierenwelzijn en diergezondheid, omdat de overdracht naar dierlijke producten in het algemeen laag is (Kloet et al., 2002). Als voorbeeld: de bijdrage aan de humane blootstelling van OTA via dierlijke producten wordt gesteld op 3-10% (SCAN 2003, EFSA 2004).

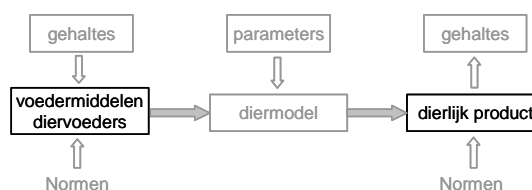
4.4 Conclusies en aanbevelingen

Vanuit het oogpunt van diergezondheid zijn normen voor mycotoxines vermoedelijk zinvol. Voor de natuurlijke toxines kunnen uit oogpunt van diergezondheid een aantal normen vervallen, en moeten sommige andere normen voor de botanische verontreinigingen vervangen worden door, of aangevuld worden met een norm voor de toxische component.

Vanuit het oogpunt van voedselveiligheid blijven de dioxines, de PCB's, en kwik aandacht vragen. Dit hoeft niet bij voorbaat te resulteren in aanpassing van normen. Voor kwik moet er inzicht komen in de overdracht, gezien de niveaus die in diervoeders en voedermiddelen worden gevonden (zie hoofdstuk 4). Daarbij is het nodig onderscheid te maken tussen organisch en anorganisch kwik. Mogelijk is het gewenst om op basis van nieuwe inzichten normen voor kwik in dierlijke producten te stellen.

Gezien de lage incidentie van voorkomen kunnen de normen voor nitriet, gossypol, theobromine, en vinyl thiooxazolidon wellicht komen te vervallen, hoewel bescherming tegen te hoge gehalten ook geboden blijft. Gezien de schadelijkheid van ricine voor dieren is een norm in diervoeders gewenst.

5 Diervoeding en dierlijke productie: samenstelling en omvang



5.1 Inleiding

Chemische contaminanten, die in dieren en in dierlijke producten een mogelijk ongewenste situatie kunnen veroorzaken, komen in het dier via een drager. Heel algemeen gesteld zijn de volgende bronnen mogelijk: meng- en brij-voeders, ruwvoeders (gras, hooi, luzerne), water, bodem, lucht en contactoverdracht (huid en slijmvlies (likken)). In het kader van dit project is diervoeding als bron van contaminanten geïdentificeerd en zijn de andere bronnen buiten beschouwing gelaten.

In de eerste fase van dit project is een inventarisatie uitgevoerd naar de samenstelling van mengvoeders voor elf diercategorieën. Deze zijn: rundveekrachtvoeders, vleesvarkenvoeders (startvoer, groeivoer en eindvoer), biggenvoer, vleeskuikenvoeders (begin- en eindvoeders) en voeders voor leghennen (opfok-, begin leg- en eind legvoer). De samenstellingen zijn gegeven in Kemme en v. Raamsdonk (2004), en toegelicht in het verslag van de eerste fase (v. Raamsdonk et al., 2004). Uit deze inventarisatie is gebleken, dat naast granen vooral plantaardige bijproducten van allerlei industriële bewerkingen en bereidingen, gericht op het verkrijgen van voedingsmiddelen voor de mens, deel uit maken van het mengvoer. De belangrijkste daarvan zijn de bijproducten van de plantaardige oliebereiding, zoals schroten en schilfers van met name sojabonen, kool-/raapzaad, zonnebloemzaad en palmpitten. Ook tapioca is een belangrijk bestanddeel, vooral in varkensvoer, maar is ook erg prijs- en seizoensafhankelijk. Daarnaast is er een grote verscheidenheid aan andere voedermiddelen met een lager inmengingspercentage.

In de huidige tweede fase van het project is aandacht gegeven aan de omvang van de consumptie van de verschillende diervoeders per diercategorie. Daarnaast zijn orgaangewichten per diercategorie en leeftijdsklasse, en productiegegevens (melk, eieren) verzameld.

5.2 Diervoeding: samenstelling en consumptie

De gegevens over samenstelling van diervoeders zijn verkregen van Pre-Mervo (Utrecht) en VVM (Vereniging Voorlichting Mengvoederindustrie, Deventer). Van Pre-Mervo zijn wekelijkse gegevens uit hun Voederwaarde-circulaire en van VVM maandelijkse gegevens uit hun Lineaire programmeringen van rundvee-, varkens en pluimveevoeders verkregen over de periode november 2002 tot november 2003. Daarnaast zijn deskundigen van ASG benaderd over de situatie anno 2005 en 2006 betreffende de consumptie van mengvoeders en ruwvoeders voor de verschillende landbouwhuisdieren per leeftijdscategorie.

De tabellen zijn separaat gepubliceerd in v. Raamsdonk et al. (2007b). Bronnen worden in dit deelrapport vermeld.

De grondstoffsamenstelling binnen een voersoort blijkt onderhevig aan sterke schommelingen. Deze worden voornamelijk veroorzaakt door het deels seizoensgebonden aanbod van grondstoffen alsmede de onderlinge prijsverhoudingen tussen grondstoffen. Daarnaast ontstaat bovendien variatie tussen de verschillende mengvoerfabrikanten. Deze variatie wordt veroorzaakt door het aanbod en de prijs van de grondstoffen, de mate van specialisatie van de mengvoerfabrikant voor de productie van voeders voor

één of enkele diercategorieën, door variatie in de chemische samenstelling van batches grondstoffen en door ‘persoonlijke’ voorkeur voor de inmenging van bepaalde grondstoffen van degene die het voer formuleert. Een derde bron van variatie komt voort uit de verschillende behoeften per diersoort. Granen (vooral tarwe en maïs) komen voornamelijk voor in pluimveevoeders. De hoofdbestanddelen van het rundveevoer zijn maïsglutenvoer, schilfers en schroten en daarnaast bietenpulp en citruspulp. Het varkensvoer bestaat voor meer dan 50% uit schilfers en schroten en tapioca. Het pluimveevoer bestaat voor het grootste deel uit granen en schilfers en schroten.

In de jaren die geïnventariseerd zijn (eind 2002 tot eind 2003) werden weinig dierlijke producten opgenomen in mengvoeders. Inmiddels is er voor verschillende dierlijke producten (gehydrolyseerde eiwitten, bloedproducten; Verordening 1292/2005/EC) een bredere toepassing mogelijk. Daarnaast wordt een verdere verruiming van het verbod op vismeel voorzien. Het samenstellingspatroon van de dagelijkse diëten verandert daarmee, waarmee eveneens de blootstelling aan contaminanten veranderd. Het voorbeeld van kwik in vismeel is daar een voorbeeld van: in de jaren 2002 t/m 2005 zijn 38 monsters vismeel onderzocht op kwik, die allen positief bleken te zijn (zie bijlage 2; figuur B 1). Normoverschrijdingen zijn niet gevonden omdat de norm voor zeedieren relatief hoog ligt (0,5 mg/kg). Een zelfde redenering kan gevolgd worden voor PCB's.

Wetgeving kan ook beperking in plaats van verruiming in gebruik tot gevolg hebben. Vanwege de nieuwe EU-regelgeving t.a.v. milieubelasting van koper en zink wordt vanaf 2006 slechts gedurende 14 dagen startvoer verstrekt, i.p.v. de daarvoor gebruikelijke periode van 28 dagen.

Op basis van ontwikkelingen in de loop van de tijd is het noodzakelijk periodiek deze gegevens te herzien en up-to-date te maken.

5.3 Dierlijke productie: samenstelling en omvang

Berekening van gehalten in dierlijke producten (hoeveelheid contaminant per gewichtseenheid) op basis van, eveneens, gehalten van de contaminant in de diervoeders, maakt het noodzakelijk om informatie beschikbaar te hebben over de omvang van organen in afhankelijkheid van leeftijd, en van de productie van melk en eieren. Uitgaande van rapporten uit de negentiger jaren, is een update gemaakt met recente gegevens en met informatie van dierdeskundigen van ASG. Deze tabellen zijn tezamen met de tabellen over diervoeding separaat gepubliceerd (v. Raamsdonk et al., 2007b). Bronnen worden in dit deelrapport vermeld. Hiermee ontstaat een overzicht dat toegesneden is op berekeningen als basis voor normvergelijkingen en risicobeoordelingen.

5.4 Conclusies en aanbevelingen

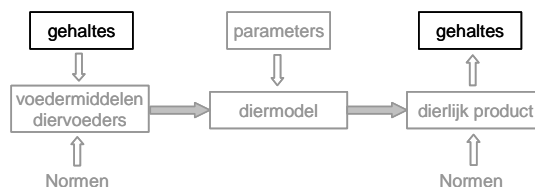
Door alleen gebruik te maken van de gegevens van VVM en Pre-Mervo voor mengvoedersamenstelling is een mogelijk onvolledig beeld van de samenstelling van krachtvoeders ontstaan. De gegevens van de Nederlands grootste particuliere en coöperatieve mengvoerindustrieën zijn niet beschikbaar gesteld en daarom ook niet meegenomen in dit overzicht. Omdat deze industrieën een groter aantal op één type voer gespecialiseerde productielijnen bezitten en een grotere diversiteit aan grondstoffen kunnen aankopen, zal het aantal in Nederland gebruikte grondstoffen groter zijn dan in de tabellen vermeld is. Wanneer echter de samenstellingen per voersoort worden vergeleken met de data over de totale stromen grondstoffen die per diersoort voor het mengvoer ter beschikking komen (bijlage H in v. Raamsdonk et al., 2004) dan komen deze over het algemeen goed met elkaar overeen. Hieruit kan worden

geconcludeerd, dat de in de tabellen weergegeven grondstoffensamenstellingen van diervoeders (redelijk) representatief zijn voor de krachtvoeders zoals die in Nederland worden gemaakt.

De tabellen van de consumptiehoeveelheden betekenen een begin van een goed overzicht van een voederopname overzicht door landbouwhuisdieren. In de huidige informatie is voor zover noodzakelijk en mogelijk rekening gehouden met verschil tussen voeding in winter en zomer. Variatie in samenstelling en opname die bepaald wordt door regionale verschillen alsmede gegevens over spreiding in samenstelling en opname zijn nog niet opgenomen.

Voor elf diercategorieën zijn nu gegevens beschikbaar over de samenstelling en opname hoeveelheden van de diervoeders. Het is noodzakelijk om deze gegevens actueel te houden, en bovendien uit te breiden naar andere diercategorieën en vooral wat betreft consumptiehoeveelheden te voorzien van spreidingsparameters. Verder is het noodzakelijk om nieuwe ontwikkelingen te verwerken in overzichten.

6 Gehaltes van chemische stoffen in diervoeders en dierlijke producten



6.1 Monitoringprogramma's

Op basis van Richtlijnen 95/53/EG en 96/23/EG worden jaarlijks controleprogramma's voor schadelijke stoffen in diervoeders en dierlijke producten uitgevoerd in alle EU lidstaten. Het doel van dit onderdeel van het project is om door middel van een survey van deze controleprogramma's in de Europese Unie informatie te verkrijgen over niveaus van gehalten in diervoeders en residuen in dierlijke producten. De door ons uitgevoerde inventarisatie betreft Nederland, Groot Brittannië, Denemarken, Duitsland (alleen dierlijke producten) en de Europese Unie over één of meer jaren tussen 2001 en 2003, voor zover resultaten beschikbaar waren. De resultaten worden in Nederland opgeslagen in de databank Kwaliteitsprogramma Agrarische Producten (RIKILT: KAP) en vormen zo een uiterst belangrijke bron voor gehalten en residuniveaus voor allerlei toepassingen, zoals trendanalyses en risicobeoordelingen.

6.1.1 Aanpak

Er is een inventarisatie uitgevoerd naar monitoringsprogramma's van voeders en voedermiddelen (Richtlijn 95/53/EG), en residu-monitoringsprogramma's (Richtlijn 96/23/EG) in dierlijke producten. Van Groot Brittannië (2003), Denemarken (2002 en 2003), Nederland (2001, 2002, 2003 en 2004) en de Europese Unie (2002) waren gegevens openbaar beschikbaar van monitoringsprogramma's naar ongewenste substanties en producten in voeders en voedermiddelen. De resultaten van residu-monitoringsprogramma's uit Groot Brittannië (2001, 2002 en 2003), Nederland (2001, 2002 en 2003), Duitsland (1999, 2000, 2001) en de Europese Unie (2001, 2002, 2003) waren eveneens beschikbaar.

De gepubliceerde resultaten van de monitoringsprogramma's zijn met elkaar vergeleken. Van alle contaminanten of stofgroepen, die in het betreffende jaar in voeders en/of voedermiddelen zijn onderzocht, is gekeken bij welke componenten al of niet een overschrijding van de grenswaarde is geconstateerd. De resultaten van deze vergelijking worden onderstaand besproken.

De gegevens over residuen in dierlijke producten zijn vergeleken met de gehalten in voeders en voedermiddelen. Op basis hiervan kan een inschatting worden gemaakt of de overschrijding van de residugrenswaarde in dierlijke producten mogelijk wordt veroorzaakt door inname van voeders en voedermiddelen met een te hoog gehalte aan een bepaalde substantie.

Voor een aantal contaminanten zijn de achtergronden voor normstelling nader uitgewerkt in de stofdossiers, die separaat worden gepubliceerd in een deelrapport (van Raamsdonk et al., 2007a).

6.1.2 Voeders en voedermiddelen

De meeste componenten die werden onderzocht behoren tot de stofgroep van zware metalen en metalen (sporelementen), ionen (bijv. fluoride, nitrieten), dioxines en PCB's, pesticiden, mycotoxines, ongewenste substanties (bijv. blauwzuur, theobromine) en verboden stoffen (bijv. hormonen en bepaalde diergeneesmiddelen) en dierbehandelingsmiddelen (coccidiostatica en antibiotica). De programma's

komen met elkaar overeen, wat betekent dat elk land dezelfde lijst van stoffen hanteert. Op stofbasis zijn deze monitoringsprogramma's dan ook met elkaar te vergelijken.

Door de EU is via richtlijnen (Richtlijn 2002/32/EG, 2003/57/EG) vastgelegd wat het maximale toegestane gehalte mag zijn van deze 'ongewenste' componenten in voedermiddelen en voeders. Voor de meeste componenten die in de richtlijnen worden genoemd, bleek de grens (norm of actiegrens) in voeders of voedermiddelen niet te worden overschreden. Indien er toch een overschrijding optrad, dan was dat maar in een gering aantal gevallen (procentueel) van het totale aantal onderzochte monsters. Ook voor het totale beeld, zoals blijkt uit de EU gegevens (de gesommeerde gegevens van alle 15 EU landen in 2002, inclusief Noorwegen en IJsland), is bij slechts een gering aantal van de onderzochte monsters een overschrijding van het maximaal toelaatbare gehalte gevonden. Dat betekent dat er geen aanwijzingen zijn, dat voor die ongewenste componenten, waarvoor normen (maximale toelaatbare gehalten) zijn vastgesteld, ernstige overschrijdingen in voedermiddelen en voeders zijn geconstateerd. Daarnaast zijn ook gegevens vergeleken van ongewenste componenten, die niet zijn toegelaten (toegestaan) in voer (zoals hormonen en antimicrobiële groeibevorderaars) of waarvoor geen normen bestaan. Uit de gegevens van de drie individuele landen Groot-Brittannië, Denemarken en Nederland blijkt dat hierop slechts sporadisch (in 2001, 2002 en 2003) wordt gecontroleerd. Dat wil zeggen dat er slechts een paar componenten gerapporteerd zijn uit de lijst van mogelijke te onderzoeken stoffen. Ook hierbij werden nauwelijks overtredingen gevonden. Het voer zal echter vaak ook niet de voor de hand liggende oorzaak zijn van eventueel overschrijdingen van normen in het dierlijk product. Veel van de stoffen die genoemd worden in de paragraaf Potentieel risicovolle stoffen van het hoofdstuk niet genormeerde stoffen (categorie D) worden echter niet meegenomen in de monitoringsprogramma's van diervoeders. Het is niet bekend in hoeverre er in gerichte – incidentele – steekproeven wel onderzoek naar wordt gedaan.

Het overzicht van de EU gegevens van het jaar 2002 (het totale beeld van 15 landen, inclusief Noorwegen en IJsland) geeft aan dat voor de zware metalen arseen, cadmium, lood en kwik, het ion fluoride, dioxines en dioxineachtige PCB's, pesticiden, en de mycotoxines aflatoxine B1, deoxynivalenol, en zearalenon in een gering percentage ($\leq 1-2\%$) van de totaal onderzochte monsters overschrijdingen in voeders of voedermiddelen worden gerapporteerd. Daarboven is er voor antibiotica en coccidiostatica (+andere geneeskrachtige stoffen) in 5-10% van de onderzochte gevallen een overschrijding van de grenswaarde (lees aantoonbaarheid) voor deze componenten vastgesteld in voeders (voor niet doeldieren). Versleping bij de bereiding van gemedicineerde voeders is daarvan de meest waarschijnlijk oorzaak. Hierbij zijn vooral de antibiotica avilamycine, flavofosfolipol, monensin en salinomycine en de coccidiostatica (en andere geneeskrachtige stoffen) monensin, salinomycine, robenidine, salinomycine en semduramicine gevonden. Van de vitamines A en D als ook de sporenelementen koper, seleen en zink is in 5-10% van de onderzochte gevallen een overschrijding van de grenswaarde waargenomen.

In dit rapport wordt aan de hand van twee voorbeelden de waarde van het VWA monitoringprogramma diervoeders geïllustreerd. Een uitwerking van kwik staat in bijlage 2 en van mycotoxines in bijlage 3. Met deze voorbeelden kunnen aanbevelingen worden gedaan. Uitgebreidere analyses worden uitgevoerd in het kader van WOT thema 4 (Adamse et al., 2007). Uit de voorbeelden blijkt dat een continuïteit in de gemeten matrices (kwik) en in de parameters van de toegepaste methoden (LOD en LOQ, mycotoxines) van groot belang is om gegevens uit monitoringsprogramma's te kunnen gebruiken in het kader van normvergelijking en risicobeoordeling.

6.1.3 Residuen in dierlijke producten

De componenten die werden onderzocht in de monitoringsprogramma's voor residuen in dierlijke producten behoren tot de stofgroep van pesticiden/PCB's, aflatoxines/mycotoxines, steroïden/hormonen, bèta-agonisten, elementen, antimicrobiële middelen, verboden middelen (annex IV), coccidiostatica, carbamaten, sedativa, ontstekingsremmers, aminoglycosiden, penicillines, anthelmintica, triazinederivaten en macroliden.

De meeste componenten uit deze stofgroepen bleken de grens (norm of actiegrens) in het dierlijke product niet te zijn overschreden. Indien er toch een overschrijding optrad dan was dit maar in een gering aantal gevallen (procentueel) van het totale aantal onderzochte monsters het geval.

Wanneer een vergelijking wordt gemaakt tussen de UK, DE, NL en de EU dan blijkt dat er binnen een stofgroep naar verschillende componenten is gekeken. De prioriteitsstelling en invulling op stofniveau van de monitoring is in ieder land anders ingevuld. Het aantal stoffen dat bepaald dient te worden is namelijk niet voorgeschreven, wel het aantal monsters per monstertype en stofgroep. Elke lidstaat heeft daarmee een zekere vrijheid bij de invulling van de richtlijn. Hierdoor maakt elk land een eigen keuze v.w.b. de te onderzoeken matrix en de keuze van de componenten. Een onderlinge vergelijking op stofniveau is daardoor moeilijk. Ook een vergelijking met de monitoring programma's in voeders en voedermiddelen is hierdoor nauwelijks te maken.

Daarnaast is men in de rapportage zeer terughoudend, dat wil zeggen alleen het aantal monsters waarin een overschrijding is waargenomen wordt gerapporteerd. De hoogte van deze overschrijding wordt niet vermeld. Voor de EU geldt dat het aantal overschrijdingen wordt gerapporteerd soms zonder opgave van het aantal gemeten monsters. Dit alles bemoeilijkt de interpretatie en onderlinge vergelijking van de resultaten.

Wel is opmerkelijk dat voor een aantal stoffen een overschrijding van de grenswaarde (MRL of actiegrens) werd geconstateerd in UK, DE en/of EU, maar waarnaar in Nederland gedurende dezelfde periode geen onderzoek in dierlijke producten is uitgevoerd in het kader van het monitoringsprogramma volgens Richtlijn 96/23/EG. Voorbeelden van deze componenten zijn: enkele PCB's, estradiol, nandrolon en trenbolon (hormonen), ronidazol en metronidazol (antimicrobiële groeibevorderaars), monensin, salinomycine, narasin, diclazoril en lasolacid (coccidiostatica), en fenbendazol en flubendazol (anthelmintica).

Sommige van deze stoffen worden overigens wel onderzocht in kleinschaliger survey's van bijvoorbeeld de Keuringsdienst van Waren. Een voorbeeld hiervan is onderzoek aan eieren uit 2005, waarin onder andere over het voorkomen van enkele van de genoemde coccidiostatica wordt gerapporteerd:

http://www2.vwa.nl/CDL/files/15/1004/11609%20OT05H003-02_Rapp_eindversie_Res.diergen.m.kippeneieren.pdf

De als veevoederadditief toegelaten stoffen monensin, salinomycine, narasin, lasalocid en diclazuril blijken in dierlijk product als residu boven de grenswaarde te kunnen voorkomen. Echter, voor deze middelen is in Nederland in het kader van 96/23/EG, gedurende de onderzoeksperiode, geen controle op de residusituatie in een dierlijk product uitgevoerd.

Verder blijkt dat in Nederland slechts gecontroleerd werd op twee PCB's in de onderzochte periode (PCB 138 en 153). Hierbij is geen overschrijding van de actiegrens in dierlijke producten geconstateerd. Echter, in andere landen (UK en DE) werd naast deze twee PCB's ook gekeken naar PCB 52, 101, 118, 135 en 180. In dierlijke producten van pluimvee en rundvee werd een overschrijding van de grenswaarde van deze PCB's geconstateerd. Dat betekent dat soms voor een veel breder scala aan PCB's gehalten boven de actiegrens in dierlijk product worden gemeten. Inmiddels (2005) wordt een

veel grotere groep van PCB's gecontroleerd in het monitoringsprogramma diervoeders in Nederland: 12 dioxine-achtige PCB's (te verdelen in non-ortho en mono-ortho) en zes indicator PCB's.

6.1.4 Potentieel risicovolle stoffen

De lijst van stoffen waarvoor normen in voedermiddelen en diervoeders zijn opgenomen in de ongewenste stoffen richtlijn is beperkt, zeker als bedacht wordt welke stoffen verder in het milieu aangetroffen worden. Door verschillende organisaties wordt wel aandacht geschonken aan deze stoffen (van Raamsdonk et al., 2007a).

Veel stoffen waarvoor geen normen in voer of dierlijk product zijn vastgesteld, komen wijd verspreid voor in het milieu en zullen bij een gevoelige analyse in voedermiddelen of (vetrijke) dierlijke producten toch aangetroffen worden. Veel van deze stoffen zijn persistent en accumuleren in vetweefsels. Vervoeding van vetrijke voedermiddelen kan een verhoogde accumulatie van deze persistente stoffen tot gevolg hebben en dit soort stoffen kunnen dan mogelijk ook (met verhoogde gehalten) in dierlijke producten terecht komen. Voorbeelden van potentieel risicovolle stoffen zijn de PCB's, waarvan een aantal via Nederlandse bovenwettelijke normen gereguleerd zijn, gebromeerde vlamvertragers en weekmakers (ftalaten). Nader onderzoek gericht op deze bioaccumulatie en specifiek op die in kweekvis kan zinvol zijn.

6.2 Conclusies en aanbevelingen

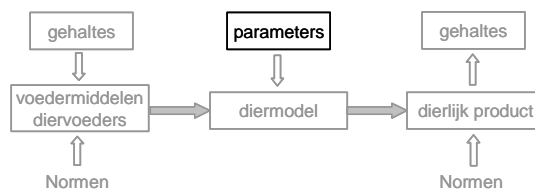
Geconcludeerd kan worden dat er in de monitoringsprogramma's voor dierlijke producten een zeer grote diversiteit van de onderzochte componenten (en matrices) bij het residuonderzoek tussen de verschillende EU lidstaten is. Voor sommige contaminanten wordt alleen in de diervoeders gemeten, zodat er niet altijd opheldering kan worden gegeven over residuen in dierlijke producten, die mogelijk worden veroorzaakt door de toedieningsroute voeders en voedermiddelen. In Nederland wordt in EU gerelateerde programma's niet altijd onderzoek gedaan naar componenten, waarvan in andere EU landen residuvorming in consumeerbare producten is geconstateerd. De redenen voor de verschillende keuzes zijn meestal niet bekend. Sommige van deze stoffen worden overigens wel onderzocht in kleinschaliger survey's van bijvoorbeeld de Keuringsdienst van Waren. Hierbij moet de kanttekening gemaakt worden dat deze conclusies gebaseerd zijn op overzichten over de jaren 2000-2003; recentere evaluaties geven mogelijk een ander beeld.

Het is zeer gewenst om de invulling van de monitoringsprogramma's voor diervoeders aan te passen m.b.t. de rapportagegrenzen en de te onderzoeken matrices.

Het verdient aanbeveling om de monitoringsprogramma's van dierlijke producten tussen lidstaten meer af te stemmen op elkaar en op de resultaten van het monitoringsprogramma voor diervoeders, en om de rapportage te evalueren op volledigheid en bruikbaarheid.

Nader onderzoek gericht op bioaccumulatie van stoffen in vetrijke producten en specifiek op die in kweekvis kan zinvol zijn.

7 Parameters voor chemische contaminanten



7.1 Inleiding

In de eerste fase van dit project zijn verkennende inventarisaties uitgevoerd naar de parameters die noodzakelijk zijn om door middel van een diermodel berekeningen te kunnen uitvoeren. Deze verkennende inventarisatie was vooral gericht op stoffen die in Richtlijn 2002/3/EC worden genoemd: lood, cadmium, dioxines, aflatoxine B1/M1 en 11 bestrijdingsmiddelen. Dit zijn de stoffen uit categorie A (normen voor voeders en voor dierlijke producten). Uit deze eerste inventarisatie is gebleken dat resultaten uit literatuur zeer kritisch moeten worden beoordeeld. Daarom is besloten om voor de tweede fase voor enkele stoffen de gegevens uit de literatuur in meer detail te bestuderen. Daarnaast zijn voor een aantal stoffen en stofgroepen de achtergronden van de normen en het voorkomen in diervoeders en dierlijke producten onderzocht. Teneinde alle op deze wijze verzamelde informatie op handzame wijze ter beschikking te stellen, is gekozen voor de bundeling van alle gegevens per stof of stofgroep in separate dossiers.

7.2 Resultaat en discussie

De stofdossiers zijn georganiseerd volgens de categorieën A, B en C. De dossiers staan in een apart rapport (v. Raamsdonk et al., 2007a). Door Kan en Meijer (2007) wordt een uitgebreid overzicht gegeven van overdrachtsstudies.

De gegevens over biologische beschikbaarheid, overdracht en halfwaardetijd zijn voor een paar stoffen uit categorie A redelijk tot goed bekend (lood, cadmium, dioxines en AFB1/M1), mede afhankelijk van het doelorgaan. “Bekend” betekent dan vooral dat overdracht naar organen (lood en cadmium), naar melk (dioxines en AFB1/M1) of naar eieren (dioxines) redelijk uitvoerig is bestudeerd. Samenvattende informatie wordt hieronder weergegeven. Andere combinaties moeten veelal nog verder worden uitgezocht, omdat goed toegankelijke cq. gemakkelijk toepasbare gegevens niet voorhanden zijn. Van de volgende stoffen of stofgroepen zijn er dossiers beschikbaar in van Raamsdonk et al. (2007a):

- Categorie A: normen voor voeders en dierlijke producten

- Lood

De loodblootstelling is in de afgelopen paar decennia duidelijk afgenomen, hoewel er nog wel incidenten zijn, waarbij ook in dierlijke producten loodniveaus worden gevonden. Lood accumuleert in enig mate in nier en lever en in de beenderen. In spier zijn de gehalten erg laag, de overdracht naar melk en ei is normaal gesproken beperkt (in gezonde dieren). Er worden geen bijstellingen van de norm voorgesteld.

- Cadmium

Lever en nieren van oudere dieren en wild vormen een belangrijke bron van cadmium blootstelling voor de mens, waarbij geschat wordt dat het 97,5^e percentiel van de inname van de totale Nederlandse populatie onder de chronische inname norm blijft. Overdracht vindt vooral plaats naar lever en nieren. EFSA geeft geen aanbeveling voor nieuwe normen voor cadmium.

Vanwege veel studies (e.g. Römken et al., 2007) is er inmiddels een uitgebreid dossier over cadmium. Een uitwerking van de Kempen situatie staat in hoofdstuk 8.

- Dioxines
Humane blootstelling van dioxines is voor ca. 90% afkomstig van voeding, waarvan weer 90% voor rekening komt van dierlijke producten. Vismeel, visolie en in incidentele gevallen ruwvoeder kunnen hoge gehalten dioxine bevatten. De overdracht naar melkvet varieert per congener tussen minder dan 0,01 % tot 70 %. Rekening houdend met de TEF-waarden is er sprake van een overdracht tussen 30 en 40 % van het totaal TEQ gehalte. Op basis van dit beeld hoort de dioxinegroep tot de belangrijke contaminanten in de dierlijke productieketen.
- Aflatoxine B1/M1
Door de scherpe normstelling van AFB1 in diervoeders sinds 1990 is het probleem van AFM1 in melk onder controle. De overdracht van AFB1 naar AFM1 in melk ligt tussen 1 en 6 %. AFB1 wordt in beperkte mate overgedragen naar spier en snel afgebroken.
- Oude bestrijdingsmiddelen (aldrin, dieldrin, chloordaan, ddt, endrin, heptachloor, hexachloorbenzeen (hcb), α hch, β hch, lindaan (γ hch) en endosulfan)
SCAN concludeert anno 2003 dat het risicomanagement van de oude bestrijdingsmiddelen (waarvan de toepassing sinds de jaren 1970-1980 verboden is in Europa en V.S.) goed werkt. De gehalten in voedermiddelen dalen, met uitzondering van die van endosulfan. De laatste wordt overigens niet meer boven de norm gevonden. Omdat in enkele derde landen de 'oude bestrijdingsmiddelen' nog steeds in gebruik zijn blijft importcontrole wel gewenst. Met name naar ei worden hoge overdrachtspercentages gevonden: β -HCH tot 70 %, Dieldrin tot 60 %, HCB tot 55 %, en DDT (totaal) tot 50%. Endosulfan kan tot 33 % overgedragen worden naar melk. De overdracht van β -HCH naar melk bedraagt ca. 60%.
- Diergeneesmiddelen
De toelating van diergeneesmiddelen is aan strikte regelgeving onderhevig, waarbij uiteindelijk een maximale dosering in het voeder én maximale residu limieten in de eetbare weefsels worden vastgesteld. Diergeneesmiddelen worden na registratie slechts toegelaten voor één of enkele doeldieren, en bij toepassing geldt een wachttermijn waarin geen dierlijk product mag worden gebruikt voor humane consumptie. De wachttermijn loopt tot het tijdstip dat de residugehaltes in 95% van de populatie met een 95% zekerheid onder de MRL zullen liggen. Hier is de "normering" voor dierlijke producten niet zozeer een niveau (gehalte), maar de duur van een periode na toediening.
- Categorie B: alleen normen in diervoeders
 - Kwik
Verschillende voedermiddelen vertonen in hoge frequentie de aanwezigheid van kwik. Ruwvoeders (grasbrok, luzernepellets) bevatten in ca. 60% van de monsters een gehalte kwik dat boven de rapportagegrens ligt (hoger dan 0,01 mg/kg). Vismeel (25 monsters in 2002-2004) bevatte in alle gevallen een gehalte boven de rapportagegrens (bijlage 2). De blootstelling van de mens via dierlijke producten (m.u.v. vis) wordt geacht beperkt te zijn, ook als de norm in diervoeders volledig wordt benut. De overdracht van kwik vanuit het voer naar het dierlijk product (vooral vlees, melk en ei) zeer beperkt, vaak 1 % of minder van de opgenomen hoeveelheid. Overdracht naar lever en nier is groter dan die naar vlees. De overdracht van kwik is overigens afhankelijk van de vorm (organisch of anorganisch gebonden). Hier is nog onvoldoende inzicht in. Normen voor sommige dierlijke producten zijn mogelijk aan te bevelen.

Er is al wel een norm voor vis. Dit is echter te eenzijdig om daarmee kwik in categorie A te plaatsen.

- Arseen

Normen in diervoeders zijn vooral gesteld i.v.m. diergezondheid. De overdracht van arseen is afhankelijk van de vorm (organisch of anorganisch gebonden). De bijdrage aan de humane blootstelling van arseen via eetbare weefsels van landbouwhuisdieren is gering. In de landbouwhuisdieren wordt anorganisch arseen snel gemethyleerd (juist in deze vorm wordt het snel uitgescheiden), daardoor is de overdracht naar eetbare weefsels laag.

- Fluoride

Voor sommige dieren wordt fluoride als een essentieel element beschouwd. De gehalten in Europa zijn over het algemeen laag en de fluoride opname via grassen is laag. De normen voor voedermiddelen geschikt voor paarden en pluimvee zijn hoger zijn dan de tolerantie van deze dieren voor fluor: ook bij niveaus onder de gestelde normen kunnen gezondheidseffecten optreden. Fluoride accumuleert vooral in de botten van landbouwhuisdieren, de gehalten in de eetbare weefsels (incl. eieren en melk) zijn laag.

- Veevoederadditieven

Diervoederadditieven worden alleen na een inhoudelijke beoordeling toegelaten (Verordening 1831/2003/EG). Gedurende een bepaalde periode voorafgaand aan de slacht mogen de additieven niet gevoerd worden, dit is redelijk vergelijkbaar met de wachtermijn waarvan bij de diergeneesmiddelen gebruik gemaakt wordt met als kanttekening dat de criteria bij de additieven toelating tot voor kort minder streng waren.

- Overige stoffen (nitriet, natuurlijke toxines, PAK's)

Dit is een grote categorie van stoffen, die op verschillende wijzen wordt gereguleerd. Voor verschillende stoffen is er (nog) geen regulering door de EU, maar zijn er in Nederland bovenwettelijke normen.

Nitriet: SCAN (2003) is van mening dat nitriet van de lijst van ongewenste stoffen in diervoeders verwijderd kan worden. Nitriet is een endogene component die van nature aanwezig is in plantaardige voedermiddelen.

Mycotoxines: Toxische effecten van DON zijn aangetoond in alle onderzochte diergroepen en in de mens. De gevoeligheid varieert aanzienlijk tussen de species, varken lijkt de meeste gevoelige soort te zijn. Herkauwers tolereren hogere concentraties doordat DON wordt afgebroken door de pensflora. Overdracht naar eetbare weefsels (en melk en eieren) is erg laag, omdat DON snel gemetaboliseerd wordt. OTA is nephrotoxisch (endemisch in de Balkan landen) en wordt als genotoxisch beschouwd. Het wordt grotendeels afgebroken door de darmflora van viermagige dieren (herkauwers), maar wordt gedeeltelijk geabsorbeerd door éénmagigen, zodat het in eetbare weefsels van deze dieren aangetroffen wordt (vooral in varken; tot 20% in spieren). OTA accumuleert in bloed, lever en nieren (in mindere mate in spier, vet en melk), overdracht naar eieren is aangetoond onder experimentele condities. De bijdrage aan de humane blootstelling van OTA via dierlijke producten is echter laag: 3-10%. ZEN heeft een oestrogene werking in alle zoogdieren, met verminderde vruchtbaarheid als gevolg. Vrouwelijke varkens zijn hiervoor het meest gevoelig. Bij een hoge blootstelling van melkvee kan een overdracht van 1-2 % gevonden worden van het totaal van ZEN en ZEL in melk. Meer informatie over mycotoxines in de stofdossiers en in Kloet et al. (2002).

PAK's: Polyaromatische koolwaterstoffen zijn carcinogeen. SCAN (2003) concludeert dat er geen zorg is voor de voedselproducerende dieren gezien de korte levensduur van de

landbouwhuisdieren. Alleen de laag moleculaire PAK's (met vier ringen of minder) worden enigszins overgedragen naar melk.

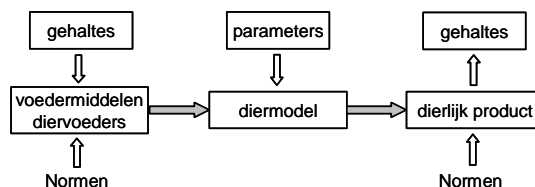
Voor de botanische verontreinigingen moederkoren (ergot), doornappel (atropine en scopolamine) en castoroliezaden (ricine) zijn er voorstellen om de inhoudsstoffen te normeren. Overdrachtniveaus zijn merendeels onbekend; de overdracht van ergot alkaloiden naar dierlijke weefsels is niet onderzocht, met uitzondering van melk waar naar geen overdracht lijkt te zijn. SCAN (2003) adviseert hiernaar verder onderzoek te doen.

- Categorie C: alleen normen in dierlijke producten
 - PCB's
PCB's zijn onvermijdbaar in het diervoeder (vooral afkomstig uit dierlijke vetten). Ook de metabolieten zijn actief. Acuut toxische effecten in dieren zijn zeldzaam. Dierlijke producten dragen voor 90% bij aan de humane blootstelling. Dit is rechtstreeks terug te voeren op de gehalten in diervoeders. Veiligheid voor de mens blijft zorgwekkend, omdat de congenen al bij erg lage concentraties actief zijn (SCAN, 2003). Kan en Meijer (2007) melden voor de verschillende congenen overdracht naar melk tussen 2 en 70 % en naar eieren variërend van 5 tot 84 %. Op basis van dit beeld hoort de PCB-groep tot de belangrijke contaminanten in de dierlijke productieketen. Diervoedernormen zijn gewenst.
 - Categorie D: geen normen (o.a. stoffen die als emerging risks worden gezien)
 - Mycotoxines
Voor enkele mycotoxines, waar geen normen voor zijn gesteld, worden relatief hoge overdrachtspercentages gemeld: CPA tot 70% naar spier, CIT: tot 50% naar eiwit. Voor de hiergenoemde mycotoxines FB1, FB2, SMC, HT-2 en T-2 is de overdracht laag (minder dan 1%) tot zeer laag (Kloet et al., 2002). Voor moniliformine en mycophenolzuur zijn geen gegevens bekend.
 - BVT's
Gebromeerde vlamvertragers (BVT's) zijn persistente, toxische en bioaccumulerende verbindingen. Er zijn aanwijzingen dat voor sommige congenen het patroon in vlees verklaard kan worden uit het patroon dat wordt aangetroffen in diervoeders.

7.3 Conclusies en aanbevelingen

Voor elke contaminant is er een unieke kennissituatie en een wijze waarop die kennis toegepast kan worden. De kennissituatie bepaalt in hoeverre het in dit rapport gepresenteerde ketenmodel toegepast kan worden. De mate waarin kennis beperkt voor handen is, bepaalt eveneens de noodzaak van aanvullend onderzoek voor de betrokken contaminant. Als instrument om deze diverse situaties in kaart te brengen wordt voorgesteld om een kennismatrix op te stellen. Deze matrix bestaat uit rijen voor de contaminanten en uit kolommen voor de doeldier/doelorgaan combinaties. De cellen bevatten een indicatie voor het kennisniveau. In een elektronische vorm kunnen de cellen ook een (hyper)link bevatten naar een fiche met een meer gedetailleerde beschrijving van het kennisniveau en de kennisbehoefte. De kennismatrix kan gekoppeld worden aan een beslisboom (zie hoofdstuk 2).

8 Synthese van gegevens: case study van cadmiumoverdracht bij runderen



8.1 Inleiding

Voor de toepassing van het ketenmodel inclusief het diermodel CORAM v2.0 is een synthese nodig van de verschillende gegevens en parameters. De invalshoeken die in de vorige hoofdstukken zijn uitgewerkt komen hier weer samen. De nu volgende toetsing van een synthese van alle benodigde gegevens en modellen is gebaseerd op de situatie van een hoog cadmium gehalte in de Kempen, dat terug wordt gevonden in het belangrijke doelorgaan nier van runderen. Met deze gegevens kan een model calibratie plaatsvinden, waarna het model gebruikt kan worden voor vergelijking van de cadmium normen in het voer en in nieren van runderen.

8.2 Cadmiumblootstelling van runderen in de Kempen

Er zijn hoge niveaus van cadmium, lood en zink aanwezig in bodem en gewassen in de Kempen vanwege de aanwezigheid van zinksmelterijen sinds 1892. Cadmium is nefrotoxisch en accumuleert sterk in de nieren. Het is daarom relevant om berekeningen uit te voeren naar opbouw van cadmium gehaltenes in nieren van runderen. Dergelijke berekeningen kunnen slechts uitgevoerd worden op basis van een aantal typen gegevens. Uitgaande van data uit de voorgaande hoofdstukken, uit KAP en uit de literatuur (zie Römken et al., 2007) kan het volgende overzicht worden gemaakt voor cadmium blootstelling aan runderen in een hoog risico gebied:

- **Consumptie en gehalte:** Er wordt uitgegaan van de gegevens voor melkvee, zodat een vergelijking gemaakt kan worden met de data van Spierenburg et al. (1988), waarin runderen met hogere leeftijden voorkomen. Consumptiehoeveelheden worden besproken in hoofdstuk 5 en v. Raamsdonk et al. (2007b: tabel 1h). De daaruit samengevatte gegevens staan in tabel 8.1. Voor de lokaal geproduceerde of beschikbare producten (gras/hooi en grond) worden gehaltenes specifiek voor de Kempen genomen, voor mengvoeders normaalwaarden voor Nederland. Blootstelling gedurende het hele jaar.
- **Dierparameters:** De berekeningen zijn gebaseerd op een productiekoe: 600 kg lichaamsgewicht, met 1,75 kg nier versgewicht (850 tot 900 gram per nier; zie van Raamsdonk et al., 2007b).
- **Contaminantparameters:** De overdrachtsfactor naar nier ligt volgens verschillende studies tussen 0,06% en 0,55%. Over de halfwaardetijd is de literatuur niet eenduidig (zie voor bronnen het stofdossier in v. Raamsdonk et al., 2007a). Verschillende studies vermelden een volledig

Tabel 8.1. Hoeveelheden en gehaltenes per voedersoort bij runderen voor berekening van dagelijkse blootstelling

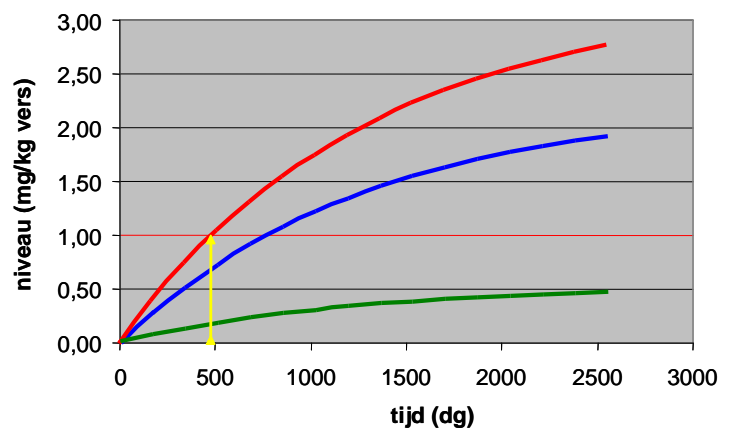
voeder	hoeveelheid (kg ds)	gehaltenes (mg/kg)	bron
gras/hooi	15	0,8	hoofdstuk 5 Römken et al., 2007: Kempen
grond	0,24	1,5	hoofdstuk 5 Römken et al., 2007: Kempen
mengvoeder	3	0,05	hoofdstuk 5 KAP databank: NL algemeen

irreversibele binding in nieren van cadmium, zodat er geen sprake kan zijn van een halfwaardetijd. Andere studies, evenals het verband tussen leeftijd en gehalte in nieren in een studie van 1984 (Baars, et al., 1984), suggereren wel een afvlakking van deze opbouw. In dit voorbeeld is daarom gekozen voor een halfwaardetijd van 900 dagen (ca. 2,5 jaar). In gras is een hoog niveau van het cadmium-bindend fytaat-complex aanwezig. Hierdoor zal de biologische beschikbaarheid voor cadmium uit gras aanzienlijk lager zijn dan 100%. De hier gekozen parameters voor biologische beschikbaarheid, overdracht en halfwaardetijd zijn respectievelijk 20%, 0,12% en 900 dagen.

- De gesimuleerde periode is vijf jaar (1825 dagen). Dit is een gemiddelde leeftijd voor melkvee. Toepassing van de bovenstaande parameters (in tabel 8.2) levert een opbouw van het cadmium gehalte in nieren van runderen op volgens de grafiek rechts in figuur 8.2.

Tabel 8.2 en figuur 8.2. Overzicht van de dier-, voeding- en contaminant-specifieke parameters (links), de te verwachten gehalten na 1825 (5 jaar) dagen en bij steady state van cadmium in nieren van runderen bij hoge blootstelling (links), en de opbouw van het gehalte bij deze parameters (blauwe lijn, rechts). Een opbouw van het te verwachten gehalte bij blootstelling volgens een achtergrondniveau (groene lijn) en volgens het normniveau in diervoeders (1 mg/kg; rode lijn) staan ter vergelijking gegeven.

hoeveelheid voeder	18	kg
totale inname (CONS)	12.51	mg/dg
lichaamsgewicht	600	kg
versgewicht nier	1,75	kg
biol. beschikbaarheid	20	%
COR nier	0,12	%
halfwaardetijd	900	dg
totale opname (D)	2.502	mg/dg
duur periode	1825	dg



gehalte nier (versgewicht)		
na 1825 dagen:	1,69	mg/kg
steady state niveau:	2,24	mg/kg

Het gehalte in de nieren (tabel 8.2) past bij de niveaus die gevonden zijn bij verschillende onderzoeken in de Kempen (zie tabel 8.3). Eenzelfde berekening met een consumptie op de normale achtergrond waarde voor Nederland (CONS = 3 mg/dg) komt uit op een niveau van cadmium in nieren van 0,4 mg/kg versgewicht na 5 jaar (steady state niveau (0,54 mg /kg; figuur 8.2 groene lijn). De norm voor nieren van runderen voor cadmium is 1 mg/kg versgewicht. In de Kempen is het vanwege het blootstellingsniveau zeer waarschijnlijk dat structureel gehalten worden gevonden boven de norm voor nieren bij melkvee.

Tabel 8.3. Cadmium gehalten in nieren van runderen.

studie	Kempen (mg/kg)	NL/BE (mg/kg)	bron
1984 NL	2,04 ± 0,15	0,83 ± 0,10	Spierenburg et al. 1988
2004 NL	1,52 ± 0,27	0,47 ± 0,05	VWA, mond. meded.
2004 BE	2,90	1,54	FAVV, 2005

Het op deze wijze gecalibreerde model kan gebruikt worden om de normniveaus voor diervoeders en voor nieren (versgewicht) te vergelijken.

Bij een consumptie van 18 kg droge stof voor melkvee per dag en een normniveau van 1 mg/kg zal de dagelijkse inname 18 mg/dg mogen bedragen. Een dergelijke consumptie zal na ongeveer 16 maanden leiden tot het normniveau voor cadmium van 1 mg/kg versgewicht in nieren (figuur 8.2, rode lijn met gele markering). Deze inschatting van de periode die leidt tot een mogelijke normoverschrijding mag zonder aanpassing van parameters niet toegepast worden op vleesvee, omdat voor deze categorie heel andere consumptiepatronen gelden.

8.3 Discussie en conclusies

Uit deze berekeningen blijkt dat bij het hanteren van gemiddelde waarden een acceptabele inschatting gemaakt kan worden van een blootstelling, binnen het kader waarvoor een één-compartimentenmodel geschikt is, namelijk “range-finding”. De verschillende bekende situaties, namelijk de algemene achtergrond blootstelling in Nederland en de specifieke situatie in de Kempen, maken het mogelijk om een model te calibreren. Met dit model kan succesvol een vergelijking van normniveaus door de keten worden uitgevoerd. Met de term “model” worden hier twee verschillende aspecten bedoeld. Het rekenmodel (hier: een exponentiele vergelijking) kan voor een aantal verschillende situaties worden toegepast. De benodigde parameters moeten per combinatie contaminant/dier/product (hier: cadmium in nieren van runderen) worden vastgesteld. Een extrapolatie naar nieren van vleesvee zou tot de mogelijkheden kunnen behoren.

In het geval van cadmium is de vraag of er sprake is van een exponentiele opbouw van het cadmium gehalte in de nieren totdat een steady state niveau is bereikt, of dat er van een irreversibele binding van cadmium sprake is, zodat het verband tussen leeftijd en cadmium gehalte lineair is. De uitgebreide dataset van Spierenburg et al. (1988) is statistisch getoetst en daarbij bleek geen verschil in betrouwbaarheid van een lineair of een exponentieel verband tussen leeftijd en cadmium gehalte in de nieren (v. Eijkeren en Zeilmaker, mondelinge mededeling). Een lineair verband kan gebruikt worden voor schattingen bij leeftijden onder zes jaar (Römkens et al., 2007). Bij hogere leeftijden is echter een exponentiële schatting veel realistischer (v. Raamsdonk et al., 2007a).

Vanwege het grote onzekerheidsinterval voor de parameters voor biologische beschikbaarheid en halfwaardetijd, en de variatie in de voederregimes en de cadmium gehalten in de voeders, kan een groot aantal scenario's worden uitgerekend. Cadmium behoort tot de contaminanten waar een redelijk aantal studies over beschikbaar zijn (zie Römkens et al., 2007). Dit geldt ook voor lood, maar voor kwik zijn er veel minder bruikbare studies beschikbaar (zie hoofdstuk 6 en van Raamsdonk et al., 2007a). Dit ligt mede in het feit, dat er onderscheid moet worden gemaakt tussen organisch en anorganisch kwik, die een verschillende biologische beschikbaarheid en toxiciteit hebben. Een vergelijkbare situatie doet zich voor bij arseen. Voor stoffen of stofgroepen als aflatoxine, dioxine en enkele pesticiden zijn (soms) veel data beschikbaar (van Raamsdonk et al., 2004; Kan en Meijer, 2007). Veel energie zal daarom nog gestoken moeten worden in het verzamelen van bruikbare data cq. parameters, uit zowel de literatuur als uit gerichte dierproeven. De databank KAP bevat veel gegevens. De trendanalyses van gehalten in voedermiddelen en mengvoeders illustreren de bruikbaarheid van deze gegevens (Adamse et al., 2007). De modelmatige benadering van de dierlijke productieketen is nu uitgewerkt in Excel als platform. De verschillende typen data worden daarbij nog handmatig ingevoerd. Het gewogen gemiddelde van gehalten en aandeel van voedermiddelen is voor het bovenstaande cadmium voorbeeld handmatig

uitgerekend. De huidige implementatie van het ketenmodel met CORAM als diermodel gaat uit van een exponentiële benadering. Daarbij wordt uitgegaan van een startsituatie en wordt een toekomstschatting berekend. Het is gewenst om een toekomstige uitbreiding van het ketenmodel onder andere te richten op mogelijkheden om andere relaties te simuleren, zoals een lineaire accumulatie in de tijd, om terug te rekenen naar oorspronkelijke blootstelling vanuit een bekend eindniveau, en om probabilistische berekeningen mogelijk te maken.

Aanbevolen wordt om bij implementatie van het ketenmodel, met het diermodel als module daarin, op een professioneel platform koppelingen uit te werken die bij voorkeur automatisch informatie halen uit de volgende bronnen:

- Samenstelling diervoeding (hoofdstuk 4): tabellen uit van Raamsdonk et al. (2007b).
- Consumptieomvang (hoofdstuk 4): tabellen uit van Raamsdonk et al. (2007b).
- Dierparameters (hoofdstuk 7; dier-, orgaangewichten, productiehoeveelheden): tabellen uit van Raamsdonk et al. (2007b).
- Gehaltes in diervoeding en voedermiddelen (hoofdstuk 5): monitoringsprogramma's via KAP; bij een calamiteit komt het verhoogde gehalte uit aanvullende informatie.
- Stofparameters (hoofdstuk 6: biologische beschikbaarheid, overdracht, halfwaardetijd): gegevens voor zover beschikbaar uit van Raamsdonk et al. (2007a).
- Controle en beleidsmatige evaluatie (hoofdstuk 3): normen uit de Database normen.
- Gegevens voor validatie van de parameterset: gehaltes in de betrokken dierlijke producten (normaalwaarden) uit KAP.

Voor het eerste deel van het hier gepresenteerde ketenmodel (berekening van de consumptie per dag met daaraan gekoppeld de totale blootstelling via een gewogen gemiddelde van de gehaltes) kan een parallel met het programma MCRA (Monte Carlo Risk Analyses; de Boer en v.d. Voet, 2006; <http://mcra.rikilt.wur.nl/mcra/mcra.html>) voor humane blootstelling worden aangegeven. MCRA gaat uit van consumptiepatronen uit de VCP (voedselconsumptiepeiling), teruggerekend naar primaire agrarische producten via de NEVO-tabel (samenstelling), gekoppeld aan gehaltes van een chemische contaminant (KAP). Uit deze set van gegevens wordt via een aantal trekkingen de gemiddelde humane blootstelling aan een chemische contaminant uitgerekend, inclusief de kans op een hoge blootstelling (percentielen). Voor het hier gepresenteerde ketenmodel is een stochastische benadering zoals in MCRA een gewenste functionaliteit. Koppeling van het ketenmodel aan MCRA is een belangrijke ontwikkeling, door de berekende gehaltes in een dierlijk product inclusief spreiding als input voor MCRA te gebruiken. Op deze wijze ontstaat een totaalconcept voor het hele deel van de voedselproductieketen van plantaardige (primaire) producten, deels via dierlijke producten, tot en met de humane blootstelling en inname.

9 Conclusies en aanbevelingen

9.1 Systematiek van normvergelijking: ontwikkeling van ketenmodellen

In het kader van dit project is een model ontwikkeld voor overdracht van chemische stoffen naar dierlijke producten. Dit model kan op basis van enkele parameters een globale schatting van resulterende niveaus uitrekenen (range finding of quick scan benadering). Door optimalisatie van de wiskundige achtergrond is inmiddels versie 2.0 beschikbaar van het overdrachtsmodel met als werktitel CORAM (Carry-Over Rate Animal Model). Er kan geconcludeerd worden dat in de Nederlandse situatie voor modellering van contaminantniveaus in dierlijke producten drie verschillende benaderingen beschikbaar zijn:

- Kinetische meer-compartmenten modellering: meest gedetailleerd voor berekening van gehalten, vraagt de meest uitgebreide set van parameters, die meestal niet snel uit literatuur kan worden geselecteerd.
- CORAM v2.0: model inzetbaar in verschillende fasen van de opbouw en eliminatie van een contaminant, geschikt voor “range-finding”, relatief kleine set van parameters.
- Berekening van steady state niveaus: in principe slechts één factor nodig, echter niet geschikt voor een andere situatie dan voor een dier in steady state.

De keus voor een benadering is afhankelijk van de situatie: gewenst niveau van detaillering, beschikbaarheid van parameters, dier/contaminant combinatie, periode van blootstelling in termen van halfwaardetijd, snelheid waarin een vraag moet worden beantwoord (risico-analyse bij een calamiteit). Op basis hiervan wordt voorgesteld om, samen met de verschillende types vraagstelling, een beslisboom te ontwikkelen voor een objectieve beslissing over de keuze van model. Een kennismatrix kan gekoppeld worden aan, of mogelijk geïntegreerd worden met deze beslisboom. Hierbij moet de mogelijkheid om een “tiered approach” toe te passen worden meegenomen.

Voor het ketenmodel, dat in het kader van dit project is ontwikkeld als Excel rekenblad, is een stochastische benadering zoals in MCRA een gewenste functionaliteit (Monte Carlo Risk Assessment: rekenmodel voor humane blootstelling). Koppeling van het ketenmodel aan MCRA is een belangrijke gewenste ontwikkeling. Op deze wijze ontstaat een totaalconcept voor het hele deel van de voedselproductieketen van plantaardige (primaire) producten, deels via dierlijke producten, tot en met de humane blootstelling en inname. Daarnaast is het gewenst dat toekomstige uitbreiding van het ketenmodel onder andere gericht is op mogelijkheden om wiskundige relaties te simuleren, en om in de tijd terug te rekenen vanuit een eindniveau.

Aanbevelingen

- Het wordt aanbevolen om een beslisboom te ontwikkelen die afhankelijk van de vraagstelling en situatie de optimale keuze van het toe te passen model aangeeft. Deze beslisboom wordt bij voorkeur gekoppeld aan de kennismatrix.
- Mogelijkheden om andere relaties te simuleren, zoals een lineaire accumulatie in de tijd, om terug te kunnen rekenen naar oorspronkelijke blootstelling vanuit een bekend eindniveau, en om probabilistische berekeningen mogelijk te maken zijn gewenst.
- Een koppeling van het ketenmodel aan het MCRA model voor humane blootstelling is gewenst.
- Het is aan te bevelen, voor een verdere ontwikkeling en toepassingsmogelijkheden, om het model te programmeren op een ander platform dan Excel (zoals C++).

9.2 Database normen voor chemische contaminanten

De ontwikkeling van het prototype van één database voor alle bestaande normen van schadelijke stoffen in voeders, voedermiddelen en dierlijke producten toont aan dat een dergelijk instrument mogelijk is. De bestaande versnippering in regelgeving voor de verschillende groepen producten maakte vergelijking tot nu toe zeer lastig. Voor de doelgroepen (LNV/VWS, controle instanties, bedrijven) kan deze data base in een behoefte voorzien. Er zijn ook signalen, dat landen en bedrijven die vanuit overige landen willen exporteren naar EU landen, behoefte hebben aan een alles dekkend overzicht van EU normen. Aangezien de Nederlandse normen vrijwel identiek zijn aan de EU normen, kan deze database na toetsing ook voor dit soort gebruikers zijn diensten bewijzen.

Aanbevelingen

- Het huidige prototype vraagt uitgebreid getest te worden op werkwijze, functionaliteit en structuur, en up-to-date gebracht worden voor wat betreft de nieuwste normen.
- Verder afspraken zijn gewenst om te komen voor onderhoud om toekomstige ontwikkelingen in normen en regelgeving te verwerken.

9.3 Achtergrond van normen

Normen voor contaminanten worden gesteld vanuit het oogpunt van diergezondheid en –welzijn, volksgezondheid en milieubelasting. Voor diergezondheid zijn normen voor mycotoxines vermoedelijk zinvol. Voor de natuurlijke toxines kunnen uit oogpunt van diergezondheid een aantal normen vervallen, en ligt het voor de hand dat sommige andere normen voor de botanische verontreiniging vervangen worden door, of aangevuld worden met een norm voor de toxische component.

Vanuit het oogpunt van voedselveiligheid blijven de dioxines, de PCB's, en kwik aandacht vragen. Dit hoeft niet bij voorbaat te resulteren in aanpassing van normen. Voor kwik is inzicht in de overdracht noodzakelijk, gezien de niveaus die in diervoeders en voedermiddelen worden gevonden (zie hoofdstuk 4). Daarbij is het nodig onderscheid te maken tussen organisch en anorganisch kwik. Mogelijk is het gewenst om op basis van nieuwe inzichten normen voor kwik in dierlijke producten te stellen. Gezien de lage incidentie van voorkomen kunnen de normen voor nitriet, gossypol, theobromine, en vinyl thiooxazolidon wellicht komen te vervallen, hoewel bescherming tegen te hoge gehalten ook geboden blijft. Gezien de schadelijkheid van ricine voor dieren is een norm in diervoeders gewenst.

Aanbevelingen

- Het is wenselijk dat het proces dat in individuele gevallen leidt tot vaststelling van normen wordt geëvalueerd. Het is tenminste gewenst om meer transparantie in en documentatie van het proces te verkrijgen voor referentie in de toekomst
- Normen zijn gewenst voor ricine en aanvullende normen voor andere mycotoxines dan nu gereguleerd.
- Aanvullend onderzoek voor kwik is noodzakelijk, waarbij mogelijk nieuwe of aangepaste normen gewenst zijn.
- Normen voor nitriet, gossypol, theobromine, en vinyl thiooxazolidon kunnen vervallen.
- Normen voor sommige botanische verontreinigingen kunnen vervangen worden door een norm voor de betrokken chemische inhoudsstof.

9.4 Diervoeding en dierlijke productie: samenstelling en omvang

Voor elf diercategorieën (verschillende leeftijdsgroepen en diertypen van runderen, varkens en pluimvee, exclusief kalkoenen) zijn nu gegevens beschikbaar over de samenstelling en consumptiehoeveelheden van de diervoeders. Bovendien zijn gegevens over samenstelling en productie van de genoemde landbouwhuisdieren verzameld, zodat vanuit de totale set van tabellen de ontwikkelde ketenmodellen direct gebruikt kunnen worden.

Aanbevelingen

- Het is noodzakelijk om deze gegevens actueel te houden en te verfijnen, zodat voldoende betrouwbaarheid van de berekeningen bereikt kan worden.
- Uitbreiding naar andere diercategorieën is gewenst.
- De consumptiehoeveelheden worden bij voorkeur voorzien van spreidingsparameters.
- Het gevolg van veranderende samenstellingen van diervoeding als gevolg van nieuwe ontwikkelingen en wetgeving (bijvoorbeeld kwik, dioxine en PCB's bij de ruimere toepassing van vismeel) dient nauwkeurig gevolgd te worden.

9.5 Gehaltes van chemische stoffen in diervoeders en dierlijke producten

Voor de monitorings-programma's voor diervoeders – voortkomend uit EU regelgeving - worden in principe elk jaar dezelfde stoffen gemeten. Enkele veranderingen die zijn doorgevoerd, betreffen het wel of niet meten van risico-voedermiddelen (kwik in kaoliniet) en het verhogen van rapportagegrenzen (mycotoxines), zodat er minder waarden of overschrijdingen worden gerapporteerd. Deze discontinuïteiten betekenen een aantasting van de waarde van de monitoringsprogramma's. Wanneer naast controle op veiligheid het verzamelen van informatie voor pro-actief handelen als nevendoeel wordt gezien, bijv. als basis voor trendanalyses, dan is de vrijwel volledige afwezigheid van meetwaarden voor enkele mycotoxines contra-productief.

In de monitoringsprogramma's voor dierlijke producten is er een zeer grote diversiteit van de onderzochte componenten (en matrices) bij het residuonderzoek tussen de verschillende EU lidstaten. Sommige contaminanten worden alleen in de diervoeders worden gemeten, zodat er niet altijd opheldering kan worden gegeven over residuen in dierlijke producten, die mogelijk worden veroorzaakt door de toedieningsroute voeders en voedermiddelen. In Nederland worden in EU gerelateerde programma's niet altijd monsters onderzocht op componenten, waarvan in andere EU landen residuvorming in consumeerbare producten is geconstateerd. De redenen voor de verschillende keuzes zijn meestal niet bekend. Voorbeelden zijn kwik, dieldrin, zeranol, tetracycline, enkele Annex IV stoffen en enkele coccidiostatica. Deze waarnemingen zijn gebaseerd op rapportages over de jaren 2001 – 2004. Veel stoffen waarvoor geen normen in voer of dierlijk product zijn vastgesteld, komen wijd verspreid voor in het milieu en zullen bij een gevoelige analyse in voedermiddelen of (vetrijke) dierlijke producten toch aangetroffen worden. Veel van deze stoffen zijn persistent en accumuleren in vetweefsels. Vervoeding van vetrijke voedermiddelen kan een verhoogde accumulatie van deze persistente stoffen tot gevolg hebben en dit soort stoffen kunnen dan mogelijk ook (met verhoogde gehalten) in dierlijke producten terecht komen.

Aanbevelingen

- Het is zeer gewenst om de invulling van de monitoringsprogramma's voor diervoeders aan te passen m.b.t. de rapportagegrenzen en de te onderzoeken matrices.
- Het verdient aanbeveling om de monitoringsprogramma's van dierlijke producten tussen lidstaten meer af te stemmen op elkaar en op de resultaten van het monitoringsprogramma voor diervoeders
- Het is verder aan te bevelen om de rapportage van de monitoringsprogramma's van dierlijke producten te evalueren op volledigheid en bruikbaarheid.
- Nader onderzoek gericht op bioaccumulatie van stoffen in vetrijke producten en specifiek op die in kweekvis kan zinvol zijn.

9.6 Parameters voor chemische contaminanten

De gegevens over biologische beschikbaarheid, overdracht en halfwaardetijd zijn voor een paar stoffen uit categorie A (norm in voer en in product) redelijk tot goed bekend (lood, cadmium, dioxines en AFB1/M1), afhankelijk van het doelorgaan. "Bekend" betekent dan vooral dat overdracht naar organen (lood en cadmium), naar melk (dioxines en AFB1/M1) of naar eieren (dioxines) is vastgesteld. Andere combinaties moeten veelal nog worden uitgezocht. Voor een aantal stoffen zijn stofdossiers samengesteld, die separaat worden gepubliceerd.

Als instrument om de diverse situaties in kaart te brengen wordt voorgesteld om een kennismatrix op te stellen. Deze matrix bestaat uit rijen voor de contaminanten en uit kolommen voor de doeldier/doelorgaan combinaties. De cellen bevatten een indicatie voor het kennisniveau. In een elektronische vorm kunnen de cellen ook een (hyper)link bevatten naar een fiche met een meer gedetailleerde beschrijving van het kennisniveau en de kennisbehoefte.

Aanbevelingen

- Het wordt aanbevolen om een kennismatrix te ontwikkelen met een overzicht van de huidige en gewenste kennisniveaus per contaminant en doeldier/orgaan combinatie.

10 Literatuur

Adamse, P., J. de Jong, A.W. Jongbloed, L.W.D. van Raamsdonk, H.J. van Egmond, 2007. Trendanalyse van gehalten aan aflatoxine B1 en dioxinen/dioxine-achtige PCB's in diervoeders. Rapport 2007.001, RIKILT, Wageningen.

Boer, W. J. de en H. van der Voet, 2006. MCRA, Release 5, a web-based program for Monte Carlo Risk Assessment. On line Manual 2006-11-01, documenting MCRA Release 5.1. RIKILT en Biometris, WUR, Wageningen, RIVM, Bilthoven.

EFSA, 2005. Arsenic. Opinion of the Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain on a request from the commission related to arsenic as undesirable substance in animal feed (Question N° EFSA-Q-2003-031) Adopted on 31 January 2005 The EFSA Journal (2005) 180, 1-35.

Eijkelen J. C. H. van, M. J. Zeilmaker, C. A. Kan, W. A. Traag en L. A. P. Hoogenboom, 2006. A toxicokinetic model for the carry-over of dioxins and PCBs from feed and soil to eggs. Food Additives and Contaminants 23: 509–517.

FAVV, 2005. Verontreiniging van de voedselketen door zware metalen in de nabijheid van de bedrijfssites van Umicore. Advies 01-2005. Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen, Brussel, België.

Kan, C.A. en G.A.L. Meijer, 2007. The risk of contamination of food with toxic substances present in animal feed. Animal Feed Science and Technology, 133: 84–108.

Kemme, P. en L.W.D. van Raamsdonk, 2004. Grondstoffensamenstelling van mengvoeders. Rapport 04/01162, ASG, Lelystad, pp. 26 met 1 bijlage.

Kloet, D.G., L.W.D. van Raamsdonk, E.J. de Waal, W.A. Traag, H.A. Kuiper en B. Schat, 2002. Mycotoxinen in de dierlijke productieketen. Rapport 2002.018, RIKILT, Wageningen. pp. 90.

Leeman, W.R., 2003. The risk assessment of contaminants or residues in animal feed using transfer factors. Leads in Life Sciences 25: 4-5.

Leeman, W.R., K. J. van den Berg, and G. F. Houben, 2007. Transfer of chemicals from feed to animal products; the use of transfer factors in risk assessment. Food Additives and Contaminants, 24(1): 1–13.

Raamsdonk, L.W.D. van, P.A. Kemme, M.Y. Noordam, M. Mul, H. Bouwmeester, C. van der Peet-Schwering en J.J. de Vlieger, 2004. Vergelijking van normen in de dierlijke productieketen. Rapport 2004.001, RIKILT, Wageningen, pp. 48 met 10 bijlagen.

Raamsdonk, L.W.D. van, G.A.L. Meijer, C.A. Kan, H. Bouwmeester, W. Beek en P.A. Kemme, 2007a. Schadelijke stoffen in de dierlijke productieketen, niveaus van voorkomen, normen en overdracht. Achtergrond en input voor ketenmodellering. Rapport 2007-011, RIKILT, Wageningen.

Raamsdonk, L.W.D. van, G.A.L. Meijer, C.A. Kan en P.A. Kemme, 2007b. Kengetallen van enkele landbouwhuisdieren en hun consumptiepatronen. Rapport 2007-010, RIKILT, Wageningen.

Rietra, R.P.J.J., P.F.A.M. Römken en J. Japenga, 2004. Onderzoek naar relatie tussen cadmium en zinkgehalte in de bodem en in het gewas in de gemeente Cranendonck. Alterra rapport 974, Wageningen.

Rietra, R.P.J.J., P.F.A.M. Römken, en J. Japenga, 2005. Vervolgonderzoek naar relatie tussen cadmium en zinkgehalte in de bodem en in het gewas in de gemeente Cranendonck, Alterra rapport 1167, Wageningen.

Römken, P.F.A.M., M.J. Zeilmaker, R.P.J.J. Rietra, C.A. Kan, J.C.H. van Eijkeren, L.W.D. van Raamsdonk, en J.P.A. Lijzen, 2007. Blootstelling en opname van Cadmium door runderen in de Kempen: een modelstudie. Alterra rapport 1438, Alterra, Wageningen, pp. 48 met 9 bijlagen.

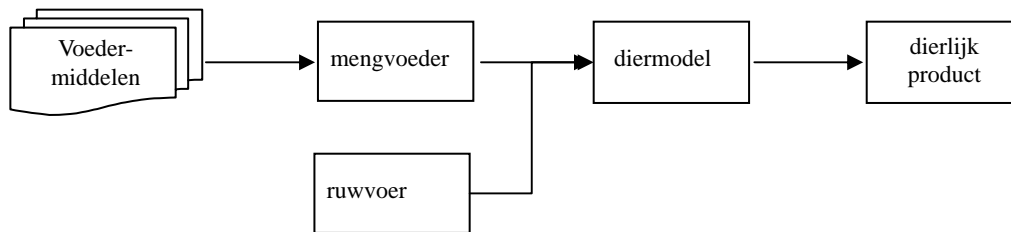
SCAN, 2003. Opinion of the Scientific Committee on Animal Nutrition on Undesirable Substances in Feed (updated 25 April 2003).

Spiereburg, Th. J., de Graaf, G. J., Baars, J., Brus, H. J., Tielen, M. J. M. and J. Arts, 1988. Cadmium, zinc, lead, and copper in livers and kidneys of cattle in the neighbourhood of zinc refineries. *Environmental Monitoring and Assessment* 11: 107-114.

Yamane, T., 1973. *Statistics, an introductory analysis*, third edition. Harper International, New York.

Bijlage 1 Ketenmodel

Voor de overdracht van chemische contaminanten vanuit voedermiddelen en diervoeders naar dierlijke producten is het volgende ketenmodel ontwikkeld.



Figuur A.1. Ketenmodel voor de dierlijke productieketen.

Voor verschillende stadia in dit model is vervolgens een kwantitatieve beschrijving gemaakt.

Mengvoeder/ruwvoeder-model

De dagelijkse inname $CONS$ is een gewogen gemiddelde van de gehalten in de voedermiddelen vg en in het ruwvoer over de percentuele aandelen va van elk ingrediënt i , vermenigvuldigd met de totale omvang van de consumptie co :

$$CONS = \sum_{ingr.} (va_i / 100 * vg_i) * co \quad (1)$$

De hoeveelheid $CONS$ die per dag van de contaminant geconsumeerd wordt, wordt meestal niet voor 100 % opgenomen door het maagdarm kanaal van het dier. Wanneer de biologische beschikbaarheid $Fabs$ bekend is, kan de opgenomen hoeveelheid worden uitgerekend. Als de parameters van een combinatie doeldier/contaminant geen informatie verschaffen over de biologische beschikbaarheid, dan is dit in principe onderdeel van de totale omvang van de overdracht in het diermodel. $Fabs$ krijgt dan in de modelberekeningen de waarde 1 (of 100 %).

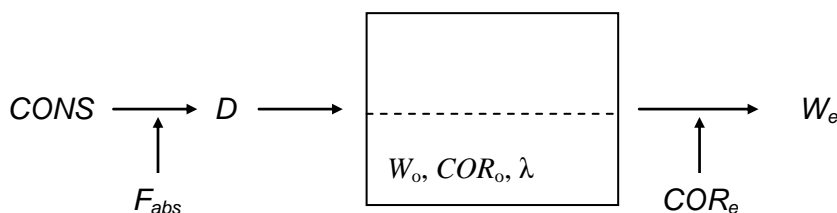
Diermodel

Bij een dagelijkse toediening van een chemische stof neemt het niveau in het dier toe, maar in de tijd zal de dagelijkse toename minder worden en uiteindelijk een maximaal niveau bereiken (steady state). Simulatie van een diermodel via deze curves op basis van een formule is een goede mogelijkheid om dit snel in een ketenmodel te verwerken. Voor de eerste testfase is gebruik gemaakt van een discrete benadering van een diermodel (genoemd Carry-Over Rate Animal Model (CORAM) v1.0), gebaseerd op Yamane (1973):

$$y = k + a \cdot b^{(t-1)} \quad (2)$$

met y = residu niveau, k = steady state niveau, a = constante (op basis van dagelijkse inname $CONS$), $b = (1/2)^{1/T}$ (groei constante; T = halfwaardetijd). Dit is de ruwe simulatie van de opbouw van een residu naar een steady state niveau. Het ketenmodel kon met deze benadering van een diermodel verder geoptimaliseerd worden. Bij lage T ontstaat vanwege de discrete benadering een afwijking ten opzichte van de ideale situatie. Daarom is een geoptimaliseerd diermodel ontwikkeld.

In de tweede fase is met betrekking tot het diermodel gekozen voor een één-compartimentmodel voor opname, distributie en eliminatie van chemische contaminanten in dieren, volgens het onderstaande concept (verder aangeduid als CORAM v2.0):



Figuur A.2. Diermodel CORAM v.2.

Met:

- $CONS$: dagelijkse inname van de contaminant (mg/dag),
- F_{abs} : absorptiefactor in het maagdarmkanaal (dimensieloos),
- D : dagelijkse totale opname (mg/dag); $D = CONS * F_{abs}$,
- W_o of W_e : gewicht van doelorgaan (kg) of doelmatrix (kg/dag),
- COR_o of COR_e : Carry-Over Rate naar doelorgaan of doelmatrix (dimensieloos),
- λ : tijdconstante eliminatie (dag⁻¹), te berekenen uit halfwaardetijd; $\lambda = \ln(2) / T_{1/2}$

In het doeldier zijn er twee routes die een contaminant kan volgen: er treedt zowel opslag op in de organen van het dier waardoor accumulatie van de contaminant optreedt, als eliminatie of afbraak waardoor het niveau van de contaminant niet boven een evenwichtsconcentratie zal uitstijgen. Naarmate de concentratie in de organen dichterbij het evenwichtsniveau (concentratie bij steady state, C_{SS}) komt te liggen, wordt het deel dat accumuleert kleiner en het deel dat omgezet of uitgescheiden wordt groter. De snelheid van eliminatie en van het bereiken van de steady state in een doelorgaan is afhankelijk van de halfwaardetijd $T_{1/2}$.

De opbouw van een niveau in een weefsel/orgaan vindt op een andere manier plaats dan in een matrix die via eliminatie het lichaam verlaat (urine, melk, ei). In een orgaan (met name nier en lever) accumuleert de hoeveelheid van een chemische contaminant van dag t naar dag $t+1$. De matrix bij een eliminatieroute wordt elke dag (of enkele keren per dag) afgevoerd, en er is slechts een rekenkundig verband tussen het niveau op dag t en op dag $t+1$, afhankelijk van de accumulatie in het dier. De parameters gewicht W en de opbouw van C_{SS} moeten anders geïnterpreteerd worden. In steady state situatie is de totale geëlimineerde hoeveelheid contaminant gelijk aan de opgenomen hoeveelheid D . Deze hoeveelheid die bij steady state per dag wordt afgevoerd via de eliminatieroutes is geen continu aanwezig niveau, maar er wordt per dag een gewicht W opgebouwd met daarin de contaminant. Hierdoor kan het eindniveau in de eliminatiematrixes per dag uitgedrukt worden als steady state concentratie (C_{SS}).

Voor alle routes geldt voor de concentratie op dag t :

$$C_t = C_0 \cdot e^{-\lambda t} + C_{SS} \cdot (1 - e^{-\lambda t}), \quad (3)$$

waarbij geldt:

$$C_{SS} = BTF \cdot D, \quad (4)$$

met:

- C_t : concentratie van contaminant (mg/kg) op tijdstip t ,
- C_0 : concentratie van contaminant (mg/kg) op tijdstip 0; startniveau van de periode,
- C_{SS} : steady state concentratie (mg/kg),
- λ : tijdconstante eliminatie (dag^{-1}), te berekenen uit halfwaardetijd; $\lambda = \ln(2) / T_{1/2}$,
- BTF : biotransformation factor,
- D : dagelijkse totale opname (mg/dg); $D = CONS * F_{abs}$.

De BTF in (4) is gedefinieerd als de omrekeningsconstante van opname (mg/dag) naar steady state concentratie (mg/kg), en heeft derhalve de eenheid dag/kg. Voor de opbouw van C_{SS} bij accumulatie in een orgaan of in een eliminatieroute wordt de biotransformation factor BTF anders berekend:

$$\text{orgaan: } BTF_o = \frac{COR_o}{W_o \cdot \lambda} \quad (5a)$$

$$\text{eliminatie: } BTF_e = \frac{COR_e}{W_e} \quad (5b)$$

met:

- BTF_o of BTF_e : biotransformation factor voor een orgaan of bij eliminatie (dag/kg),
- COR_o of COR_e : Carry-Over Rate naar doelorgaan of naar doelmatrix (eliminatie) (dimensieloos),
- W_o of W_e : gewicht van doelorgaan (kg) of doelmatrix (kg/dag),
- λ : tijdconstante eliminatie (dag^{-1}); als boven.

De koppeling van de vergelijkingen (1) en (3) in het ketenmodel betekent dat er enerzijds een verband ontstaat met bodem/gewasmodellen (Rietra et al., 2004, 2005, Römken et al., 2007) en anderzijds een direct verband met humane blootstelling en -inname (bijvoorbeeld MCRA, de Boer en v.d. Voet, 2006). Het diermodel beschrijft één compartiment, en is daarmee principieel anders dan de kinetische meercompartiment modellen zoals toegepast door RIVM (Physiologically Based Pharmacokinetic (PBPK) modellen; van Eijkeren et al., 2006; zie ook referenties in verslag Normvergelijking fase 1, v. Raamsdonk et al., 2004). Mathematisch is de beschrijving anders vanwege het ontbreken van een massa balans tussen (de niet aanwezige) compartimenten. In CORAM v2.0 zijn de parameters COR en λ (en dus BTF) slechts enkelvoudig aanwezig vanwege de opbouw als één compartiment model. Een andere benadering wordt gekozen door Leeman et al. (2004, 2006). Hier wordt de biotransfer factor (zie discussie in verslag Normvergelijking fase 1, v. Raamsdonk et al., 2004) gebruikt. Deze wordt

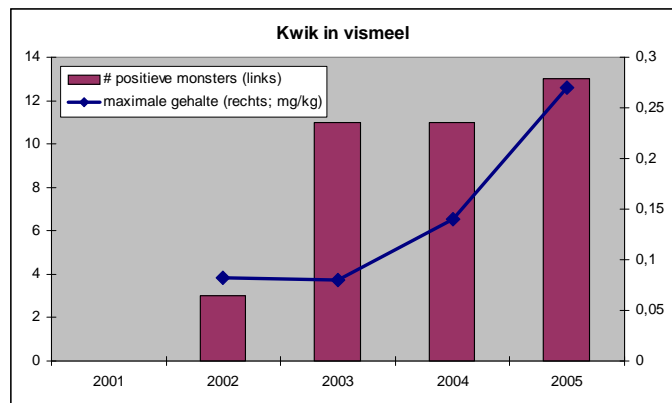
toegepast zoals de factor *BTF* in (4). Op basis van een dagelijkse inname *D* en een *BTF* berekend uit literatuurgegevens kan het steady state niveau C_{SS} worden berekend als schatting van het te bereiken eindniveau in het dierlijk product. Deze benadering is bruikbaar als bekend is dat het doeldier in een situatie van steady state is aan het einde van de periode waar de berekening op van toepassing zou zijn. In Leeman et al. (2007) wordt een voorbeeld voor nikkel uitgerekend na een week blootstelling, waarbij bekend is dat een periode van een week meer dan vijf maal de halfwaardetijd is voor nikkel in bloedplasma. Op deze wijze wordt uitgegaan van een worst case scenario. Echter, bij lange halfwaardetijden, zoals in het cadmium voorbeeld, zou bij perioden van hoge blootstelling korter dan ca. 21 maanden (gelijk aan ca. vijfmaal de halfwaardetijd) een (grote) overschatting gemaakt worden, omdat het bereikte niveau in die korte periode onder het steady state niveau zal liggen. Voor toepassing in fokregimes die beduidend korter zijn dan tenminste vijfmaal de halfwaardetijd (kalvermestertij, varkensmestertij) is deze benadering daarom minder toepasbaar, omdat een steady state niveau nog niet bij benadering gehaald zal worden

Bijlage 2 Kwik

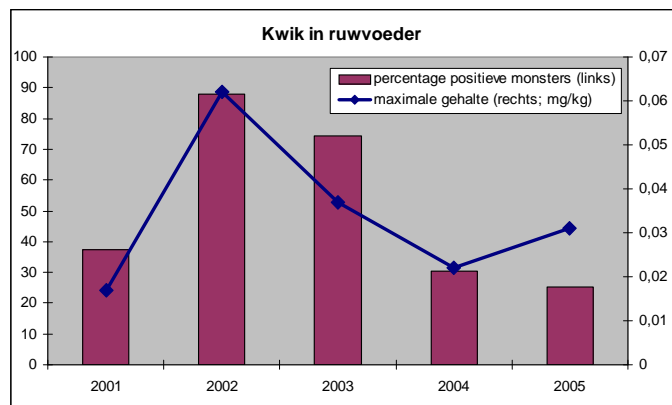
In het kader van het monitoringprogramma Diervoeders wordt in een aantal enkelvoudige voedermiddelen en diervoeders het gehalte kwik gemeten (totaal kwik). De resultaten over de jaren 2001-2005 zijn geïnventariseerd en verzameld in het stofdossier (van Raamsdonk et al., 2007a). Verschillende voedermiddelen vertonen in hoge frequentie de aanwezigheid van kwik. Vismeel (38 monsters in 2002-2005) bevatte in alle gevallen een gehalte boven de rapportage grens (tussen 0,011 en 0,27 mg/kg). Hier vond geen normoverschrijding plaats, omdat voor zeedieren de norm relatief hoog is (0,5 mg/kg). Er is echter wel een stijgende tendens in het niveau van het maximumgehalte per jaar. Deze aanwezigheid van kwik in vismeel kan een rol spelen bij de te verwachten opheffing van het verbod van toepassing van vismeel in rundveevoeders. Ruwvoeders (grasbrok, graskuil, luzernepellets) bevatten gemiddeld in ca. 47% van de monsters een gehalte kwik dat boven de rapportagegrens ligt (hoger dan 0,01 mg/kg). Hier lijkt een dalende tendens op te treden (percentage positieven per jaar van 2001 t/m 2005:

37,5 / 88,0 / 74,2 / 30,4 / 25,4), het is echter ook mogelijk dat piekjaren zoals de jaren 2002 en 2003 ook in de toekomst nog zullen optreden. Mineralen en mineralenmengsels vertonen in een aantal gevallen relatief hoge hoeveelheden kwik. Als maximum werd in 2002 in een mineralenmengsel voor runderen een gehalte van 1,2 mg/kg gevonden. Ook in 2003 was er voor dit voedermiddel een normoverschrijding. Het kleimineraal kaoliniet vertoont de hoogste gehalten: in beide jaren 2002 en 2003 werden drie overschrijdingen van de norm gevonden op een aantal van 26 respectievelijk 23 gemeten monsters. In de jaren 2001 en 2004 is het kwikgehalte in kaoliniet niet onderzocht. In de jaren 2001 tot en met 2005 werden in totaal 9,5%, 41,0%, 39,7%, 18,9% en 19,3% van alle gemeten monsters positief bevonden voor kwik. Hier is geen duidelijke trend uit te halen, ook niet dat tussen 2003 en 2004 een flinke daling van het aantal positieven is opgetreden, want over 2004 en 2005 is slechts één monster kaoliniet gemeten, dat overigens positief was. Het verdient dus aanbeveling om voedermiddelen met potentiële risico's blijvend over een reeks van jaren te meten.

In de EU rapportage over controle van dierlijke producten worden zeer lage aantallen monsters vermeld die voor kwik zijn gemeten (2001: 3, 2002: 9, 2003: 1). De overdracht vanuit diervoeder naar dierlijke



Figuur B.1. Gehalte kwik in vismeel. Aantal monsters (balken langs linker y-as; alle monsters waren positief) en maximaal gevonden gehalte (lijn langs rechter y-as).



Figuur B.2. Gehalte kwik in ruwvoeder. Percentage positieve monsters (balken langs linker y-as) en maximaal gevonden gehalte (lijn langs rechter y-as).

producten is onvoldoende bekend, en hangt bovendien af van de vorm waarin het kwik aanwezig is. Vanuit de zeer beperkte gegevens uit de survey van dierlijke producten kan verder geen conclusie getrokken worden.

Bijlage 3 Mycotoxines

In het monitoringprogramma voor diervoeders zijn vanaf de start vier mycotoxines gemeten: aflatoxine B1 (AFB1), deoxynivalenol (DON), ochratoxine A (OTA) en zearalenon (ZEN). Er zijn per jaar op een aantal van gemiddeld 400 monsters enkele tientallen monsters (voor DON meer dan 100) gerapporteerd met een gehalte van meer dan de rapportage grens (LOR). De LOR's en aantallen positieve monsters staan in de tabellen C.1 en C.2. Per 1 juli 2003 is een nieuwe multimethode ingevoerd, waarbij 12 extra mycotoxines worden gemeten. Dit zijn onder andere vier toxines uit de aflatoxinegroep, de fumonisines, en enkele stoffen verwant aan DON. Tegelijkertijd zijn de detectielimieten, en daarmee de LOR's, verhoogd tot op het niveau van de laagste norm of actiegrens (zie tabel 5.1). Het gevolg hiervan is, dat er een substantieel lager aantal monsters wordt gerapporteerd als positief. Aangezien alleen van positief bevonden monsters het werkelijke gehalte wordt gerapporteerd en daarmee in de databank KAP wordt opgenomen, zijn sindsdien slechts van enkele partijen gehalten vastgelegd. Voor OTA is in het resterende deel van 2003, 2004 en 2005 slechts één waarde gerapporteerd, voor ZEN is in de tweede helft van 2003 geen waarde gerapporteerd. Voor ZEN is per 1 januari

2004 de LOR weer verlaagd tot het eerdere niveau, zodat voor dat toxine weer een aantal waarden werd gerapporteerd. Voor DON en OTA zijn er in de eerste helft van 2003 substantieel lagere aantallen positieve monsters gevonden dan in de voorgaande jaren, ondanks een gelijkblijvende LOR (voor DON 84 omgerekend naar het hele jaar (42 voor het eerste half jaar maal 2) tegenover 197 en 174 in voorgaande jaren, voor OTA 38 omgerekend naar het hele jaar (19 voor het eerste halfjaar maal 2) tegenover 65 en 76). Er kan niet meer vastgesteld of deze dalende trend zich na 1 juli 2003 heeft voortgezet. Hierbij dient wel bedacht te worden dat de weersomstandigheden kort voor de oogst een grote invloed heeft op schimmelinfecties en toxinevorming op de verschillende granen, zodat jaarverschillen voor de hand liggen.

Een dergelijk ingrijpende verandering van LOR's veroorzaakt een principieel andere bruikbaarheid van een controleprogramma voor de betreffende mycotoxines. Het lagere aantal is dus niet automatisch een indicatie van verbetering van de voeder- of voedselkwaliteit. Door het substantieel lagere aantal waarden dat vanaf 1 juli 2003 is opgenomen in KAP (en andere databanken) vermindert het aantal toepassingsmogelijkheden van de gegevens snel. Voor AFB1 bestaat de situatie dat in KAP tegelijkertijd gegevens worden opgenomen vanuit andere monitoringsprogramma's. Voor DON en OTA geldt de

Tabel C.1. Overzicht van Rapportagegrenzen (LOR) voor vier mycotoxines in het Monitoringsprogramma Diervoeders.

	tot 1-7-2003	na 1-7-2003
AFB1 (ug/kg)	1	5 *
DON (mg/kg)	0,2	1
OTA (ug/kg)	1	50
ZEN (ug/kg)	50	250 **

* in 2004 en 2005 is voor een deel de oude methode gebruikt met een LOR van 1 ug/kg

** vanaf 1-1-2004 weer LOR = 50

Tabel C.2. Overzicht van aantal monsters boven LOR voor vier mycotoxines in het Monitoringsprogramma Diervoeders.

	2001	2002	2003	2004	2005
AFB1	37	52	37 / 2	18 *	7 *
DON	174	197	42 / 8	24	29
OTA	76	65	19 / 0	1	0
ZEN	47	87	86 / 0	64 **	102 **

* ten dele gebaseerd op de oude methode met een LOR van 1 ug/kg

** op basis van een LOR identiek aan die van 2001, 2002 en eerste helft 2003

situatie dat voor een risicobeoordeling of een innamestudie geen bruikbare weergave meer is van achtergrondniveaus. Trendanalyses (zie van Raamsdonk et al., 2001; Adamse et al., 2007) kunnen voor de periode vanaf 1 juli 2003 voor de twee betrokken mycotoxines niet meer uitgevoerd worden. Het is in dat opzicht gewenst dat op zeer korte termijn de LOR's weer worden verlaagd, zo mogelijk naar de niveaus van voor 1 juli 2003.