



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Microbiologische gevaren in de diervoederproductieketen

RIVM Briefrapport 2017-0066
R. de Jonge



Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu
*Ministerie van Volksgezondheid,
Welzijn en Sport*

Microbiologische gevaren in de diervoederproductieketen

RIVM Briefrapport 2017-0066
R. de Jonge

Colofon

© RIVM 2017

Delen uit deze publicatie mogen worden overgenomen op voorwaarde van bronvermelding: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), de titel van de publicatie en het jaar van uitgave.

DOI 10.21945/RIVM-2017-0066

R. de Jonge (Opdrachtcoördinator), RIVM

Contact:

Rob de Jonge

Z&O

rob.de.jonge@rivm.nl

Dit onderzoek werd verricht in opdracht van Nederlandse Voedsel en Warenautoriteit, in het kader van Project V/092182

Dit is een uitgave van:

**Rijksinstituut voor Volksgezondheid
en Milieu**

Postbus 1 | 3720 BA Bilthoven

Nederland

www.rivm.nl

Publiekssamenvatting

Microbiologische gevaren in de diervoederproductieketen

Diervoer, voer voor landbouwhuisdieren, gezelschapsdieren en vis, kan besmet zijn met humane ziekteverwekkers. Van de potentiële ziekteverwekkers voor de mens wordt Salmonella het vaakst aangetroffen in diervoer. Het zijn vooral mengvoeringrediënten van dierlijke oorsprong en eiwitrijke productstromen waar Salmonella in kan worden aangetroffen.

Consumptie van besmet voer door dieren kan leiden tot infectie van dieren. Via direct contact met besmette dieren, besmet diervoer of door consumptie van bijvoorbeeld vlees of eieren van besmette dieren kan vervolgens de mens blootgesteld worden. Salmonella wordt in dieren, in dierlijke producten en bij de mens aangetroffen. En kwantitatieve gegevens zijn beschikbaar over aantallen dieren, mate van consumptie van dierlijke producten en over het voorkomen van Salmonella in dieren, diverse dierlijke producten en bij de mens. Toch zijn kwantitatieve schattingen van de bijdrage van in diervoer voorkomende Salmonella aan het totaal aantal Salmonella infecties in Nederland met de beschikbare gegevens niet mogelijk omdat onder andere gegevens over het vóórkomen van Salmonella in andere mogelijke besmettingsbronnen voor mens en dier dan diervoer veelal ontbreken.

Mocht diervoer besmet zijn met Salmonella, dan kan bijvoorbeeld door verhitting van diervoer het aantal eventueel aanwezige Salmonella verlaagd worden. Voor voeders die niet verhit worden kan het verplicht stellen van het gebruik van Salmonella-vrije ingrediënten voor de productie van diervoer bijdragen aan een verlaagd risico. Zowel verhitting als het gebruik van Salmonella-vrije ingrediënten moet gekoppeld zijn aan strikte hygiëne tijdens verwerking en opslag van gereed product om het risico op besmet diervoer zoveel mogelijk beperken.

Kernwoorden: salmonella, diervoer, veevoer, gevaar, risico, mengvoer, besmetting, huisdier.

Synopsis

Microbiological hazards in the production of animal feed

Human pathogenic micro-organisms can be present in feed for animals. The most frequently detected human pathogen in feed is Salmonella. Protein rich ingredients for industrial compound feed, like oil seed meal, and animal derived ingredients are the major risk materials for introducing Salmonella in feed.

Consumption of contaminated feed by animals can lead to infected animals. Direct contact with infected animals or contaminated feed or consumption of products from infected animals, like eggs and meat, could lead to exposure of humans to zoonotic agents originating from feed. Salmonella can be detected in animals and animal products. And prevalence data of Salmonella in animals, food of animal origin and the incidence of Salmonella in the Dutch population are known. Yet, a quantitative contribution of Salmonella in feed to the number of Salmonella infections in humans cannot be assessed because of various reasons. A lack of prevalence data of Salmonella in other potential infection sources for man and animal than feed is one of them.

If feed is a source of Salmonella, the risk of contamination can be decreased by procedures like heat treatment, in combination with the implementation of strict hygiene measures aiming at the prevention of re-contamination of finished product. If re-contamination cannot be prevented, or in case of raw, non-treated feed, the obligatory use of Salmonella-free ingredients could be an effective measure to minimize the risks of Salmonella-contaminated feed.

Keywords: salmonella, feed, forage, compound, hazard, risk, contamination, animal, pet

Lijst van gebruikte afkortingen

AMR	antimicrobiële resistentie
BSE	bovine spongiforme encephalopathie
CF	compound feed (mengvoer)
DALY	disability adjusted life year
ECDC	European center for disease control
EFPPA	European fat processors and renderers association
EFSA	European food safety authority
FEDIOL	federation for European oil and proteinmeal industry
FEFAC	European feed manufacturers' federation
FEFANA	EU association of specialty feed ingredients and their mixtures
GAP	good agricultural practices
GD	gezondheidsdienst voor dieren
GGD	gemeentelijke gezondheidsdienst
GMP	good manufacturing practices
GMP+	GMP plus HACCP
GWWD	Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren
HACCP	hazard analysis and critical control points
IGZ	inspectie voor de gezondheidzorg
IKB	integrale keten beheersing
LTO	land- en tuinbouw organisatie
MARAN	monitoring of antimicrobial resistance and antibiotic usage in animals in the Netherlands
NEFATO	Nederlandse fabrikanten van voedertoevoegingen
NEVEDI	Nederlandse vereniging diervoederindustrie
NVWA	Nederlandse voedsel- en warenautoriteit
OPNV	overleggroep producenten natte diervoeders
PVE	productschap voor vlees en eieren
PVV	productschap voor vee en vlees
RIKILT	Rijks- kwaliteitsinstituut voor land-en tuinbouwproducten
RIVM	Rijks instituut voor volksgezondheid en milieu
RIVM-CIb	RIVM-centrum voor infectieziektenbestrijding
RIVM-IIV	RIVM-centrum Immunologie van infectieziekten en vaccins
SE	<i>Salmonella</i> Enteritidis
ST	<i>Salmonella</i> Typhimurium
STEC	Shiga toxine producerende <i>Escherichia coli</i>
VERNOF	vereniging van Nederlandse fabrikanten van eetbare oliën en vetten
VKI	voedsel keten informatie
WPG	wet publieke gezondheid

Inhoudsopgave

Samenvatting — 11

Summary — 13

1 Inleiding — 15

2 Diervoeders en identificatie van zoönotische agentia in diervoeders en bij mensen — 19

- 2.1 Omschrijving van diervoeders — 19
- 2.2 Consumptie van diervoeders — 20
 - 2.2.1 Diervoer voor gezelschapsdieren — 20
 - 2.2.2 Diervoer voor landbouwhuisdieren niet gehouden voor voedselproductie — 20
 - 2.2.3 Diervoer voor vis in aquacultuur — 20
 - 2.2.4 Diervoer voor landbouwhuisdieren gehouden voor voedselproductie — 21
- 2.3 Zoönotische agentia in diervoer — 22

3 Blootstelling van dieren aan Salmonella via voer — 27

- 3.1 Prevalentie van Salmonella in diervoeders in Nederland — 27
 - 3.1.1 Salmonella in diervoer voor gezelschapsdieren — 27
 - 3.1.2 Salmonella in diervoer voor landbouwhuisdieren niet gehouden voor voedselproductie — 28
 - 3.1.3 Salmonella in diervoer voor vis in aquacultuur — 28
 - 3.1.4 Salmonella in diervoer voor landbouwhuisdieren gehouden voor voedselproductie — 29

4 Humane blootstelling aan Salmonella in diervoer via dieren — 33

- 4.1 Via direct contact met gezelschapsdieren — 33
- 4.2 Via direct contact met landbouwhuisdieren niet gehouden voor voedselproductie — 34
- 4.3 Via vis en landbouwhuisdieren gehouden voor voedselproductie — 35
 - 4.3.1 Via direct contact — 35
 - 4.3.2 Via voedselconsumptie — 35
- 4.4 Salmonella in voer, dier, dierlijk voedsel en de mens. — 37

5 Wet- en regelgeving en controle — 45

6 Risico-factoren en interventiemogelijkheden — 49

7 Toekomstige ontwikkelingen — 53

8 Discussie en conclusies — 55

Referenties — 61

- Verordeningen, beschikkingen en richtlijnen — 61
- Overige literatuur en websites — 63

Bijlage — 73

Samenvatting

Pathogene micro-organismen die van dier op mens overdraagbaar zijn worden zoönotische agentia genoemd. In diervoer (voer voor landbouwhuisdieren, gezelschapsdieren en vis) kunnen deze humaan pathogene micro-organismen voorkomen. Consumptie van besmet voer door dieren kan leiden tot infectie van dieren. Via direct contact met besmette dieren, besmet diervoer of door consumptie van producten van besmette dieren kan vervolgens de mens blootgesteld worden. Wetgeving en publicaties over het voorkomen van zoönotische agentia in diervoeders zijn vooral gericht op Salmonella. In diervoer wordt van de zoönotische agentia Salmonella het vaakst aangetroffen. Tijdens deze studie zijn nauwelijks tot geen gegevens over de incidentie van Campylobacter en andere zoönotische agentia organismen naar voren gekomen.

Diervoer bestaat uit ruwvoer en mengvoer. Over ruwvoer zijn geen prevalentiegegevens van Salmonella gevonden. Het zijn vooral mengvoeringrediënten van dierlijke oorsprong en al dan niet geïmporteerde eiwitrijke productstromen, zowel van dierlijke als van plantaardige oorsprong, waar Salmonella in kan worden aangetroffen. Met Salmonella besmette dierlijke ingrediënten (die vervoerd mogen worden) zijn waarschijnlijk afkomstig van met Salmonella besmette dieren. Dierlijke ingrediënten kunnen ook tijdens het slachten besmet raken vanuit andere dieren of de omgeving. Plantaardige producten kunnen tijdens teelt (mest, vogels, ongedierte, irrigatie water), verwerking, opslag en transport besmet raken.

In 1 tot 2 % van de monsters van industrieel mengvoer voor pluimvee, varkens en runderen kan Salmonella worden aangetoond. In 0,5 – 1,5% van de monsters van oliezaden en afgeleide producten wordt Salmonella aangetroffen. In andere plantaardige ingrediënten voor mengvoer bedraagt de prevalentie ongeveer 0,5 procent. Salmonella wordt niet elk jaar aangetroffen in vismeelmonsters. Er zijn beperkt gegevens gevonden over het voorkomen van Salmonella in diervoeders voor andere dieren dan landbouwhuisdieren die bestemd voor zijn voor de voedselproductie. Besmetting van mengvoer kan veroorzaakt worden door gebruik van met Salmonella besmette grondstoffen. Mocht diervoer microbiologisch besmet zijn, dan kan door diervoeders een kiemreducerende behandeling te geven, bijvoorbeeld door verhitting, een eventueel aanwezig microbiologisch gevaar verkleind of ongedaan gemaakt worden. Bij het lossen van besmette ingrediënten op een mengvoer fabriek kan hierbij vrijkomend besmet stof ook zorgen voor nabesmetting van partijen mengvoer die een hittebehandeling hebben ondergaan. Vanwege het gevaar van nabesmetting van gereed industrieel mengvoer met stof vanuit besmette, nog onbehandelde ingrediënten voor diervoer, zal een kiemreducerende behandeling plaats moeten vinden in combinatie met strikte hygiëne maatregelen gericht op het voorkomen van zo' n nabesmetting, want ook ongedierte en medewerkers (via kleding en schoenen) kunnen een besmetting overbrengen. Dit geldt niet alleen voor industrieel vervaardigde mengvoeders voor landbouwhuisdieren die als voedselbron worden gehouden, maar ook voor de productie van industrieel vervaardigd gedroogd diervoer voor gezelschapsdieren.

Salmonella wordt ook in dieren, in dierlijke producten en bij de mens aangetroffen. Kwantitatieve gegevens zijn beschikbaar over aantallen dieren (pluimvee, varkens, runderen), mate van consumptie van dierlijke producten en over het voorkomen van Salmonella in dieren, diverse dierlijke producten en bij de mens. Kwantitatieve schattingen van de bijdrage van in diervoer voorkomende humane pathogene micro-organismen aan de humane ziektelast zijn met de beschikbare gegevens echter niet mogelijk, want:

- Er bestaan andere bronnen van in diervoer voorkomende humane pathogene micro-organismen die dieren of hun producten kunnen besmetten. Over hun bijdrage aan besmetting van landbouwhuisdieren is geen kwantitatieve informatie beschikbaar.
- Er bestaat geen gestandaardiseerde bemonsteringsmethode voor diervoeders. Het ontbreekt aan voldoende en representatieve kwantitatieve gegevens van in diervoer voorkomende pathogene micro-organismen, waaronder Salmonella.
- Er zijn onvoldoende bruikbare gegevens gevonden over direct contact met dieren of besmet diervoer.
- Er wordt vooral onderzoek gedaan naar en gerapporteerd over het voorkomen van Salmonella.
- De gebruikte typeringstechniek voor Salmonella heeft onvoldoende onderscheidend vermogen om een eventueel causaal verband tussen bron en patiënt aan te tonen.

Niet al het industrieel vervaardigde mengvoer wordt verhit. Vanwege dit gegeven en de combinatie van het risico op nabesmetting, de hoge omloopsnelheid van mengvoer en het ontbreken van een voldoende snelle detectietechniek voor Salmonella is een preventieve benadering van microbiologische risico's in diervoer noodzakelijk. In dit kader kan het verplicht stellen van het gebruik van Salmonella-vrije ingrediënten voor de productie van diervoer, gekoppeld aan strikte hygiëne tijdens verwerking en opslag van gereed product het risico op microbiologisch verontreinigd diervoer beperken.

In de toekomst zou het gebruik van alternatieve eiwitbronnen (algen, insecten) en herintroductie van het gebruik van diermeel gevolgen kunnen hebben voor de microbiologische veiligheid van veevoeder. Als gevolg van een vergroot maatschappelijk duurzaamheidsbesef kunnen veranderingen optreden in het aanbod (soort en omvang) van rest- en retourstromen en bijproducten uit de levensmiddelenindustrie. Dit heeft mogelijk gevolgen voor de samenstelling en daarmee de (microbiologische) veiligheid van diervoer. En een toename van het aantal zelfmengende boeren heeft mogelijk ook gevolgen voor de diervoederveiligheid.

Summary

Pathogenic micro-organisms transmissible from vertebrate animals to humans are called zoonotic agents. Zoonotic agents can be found in feed and animals fed contaminated feed can become infected. Direct contact with infected animals or contaminated feed or consumption of products from infected animals could lead to exposure of humans to zoonotic agents originating from feed.

Legislation and publications on zoonotic agents in feed focus on the presence of Salmonella. Little information is available on the incidence of Campylobacter and other zoonotic hazards.

The major feed material used are cereals, oil seed residues (cakes and meals), co-products from the food industry, minerals, additives, vitamins, and several others such as dried forage, dairy products, oils and fats, pulses, tapioca and others. Salmonella is identified as the major zoonotic hazard for microbial contamination of animal feed.

Industrial compound feed is the feed group with the contamination risk with Salmonella. Oil seed meal and animal derived ingredients are the major risk feed materials for introducing Salmonella contamination to feed mills and industrial compound feed. Contamination of vegetable products with Salmonella is possible through the spreading of contaminated fertilizers, irrigation water, birds and vermin during production, storage and transport. Salmonella in animal derived ingredients originates from infected animals and from ingredients contaminated with Salmonella during processing.

In 1 to 2% of industrial compound feed samples for poultry, pigs and cattle, Salmonella is detected. Non-heat-treated feed can become contaminated by the use of Salmonella positive ingredients, heat-treated feed can become re-contaminated at the feed mill from dust. But also co-workers can transmit a contamination via clothes and shoes and lack of vermin control further contributes to the risk of Salmonella contamination of finished feed.

Salmonella can be detected in animals and animal products and is a frequently identified pathogen involved in human infections.

For a risk assessment of Salmonella from feed, quantitative data are available for animals (chickens, pigs and cows), human consumption of animal products, Salmonella in animals and animal products and the incidence of Salmonella in the Dutch population is known. Yet, a quantitative contribution of Salmonella in feed to the number of Salmonella infections in humans cannot be assessed:

- Other sources than feed of zoonotic agents found in animals exist. No relevant information on Salmonella in these other sources is available.
- Lack of a standardized sampling scheme/technique for Salmonella in feed
- Data on direct contact with animals and animal feed are not found
- No information available for other zoonotic agents in feed
- Reported research mainly focuses on Salmonella
- Used typing techniques for Salmonella are not specific enough to allow for the identification of identical subtypes of Salmonella isolates in both feed and human patients.

If feed is a source of zoonotic agents, the risk of contamination can be decreased by procedures including a bacteriocidal treatment (heating, drying, ensiling) in combination with the implementation of strict hygiene measures aiming at the prevention of re-contamination of finished product. If re-contamination cannot be prevented, or in case of raw, non-treated feed, the obligatory use of pathogen-free ingredients could be an effective measure to minimize the microbiological, zoonotic risks linked to feed.

In the future, the use of alternative protein sources (algae, insects) and the re-introduction of animal protein (meals other than fish meal) might have consequences for the microbiological safety of feed.

Social awareness of the need of a more sustainable food production system might have consequences for the amount and type of by-products from the food industry used in the production of feed. This also might affect the microbiological safety of feed produced from such by-products.

An increase in the number of home-mixing farmers can also have consequences for the safety of feed as the standards of feed production and microbiological safety are undoubtedly lower in home-mixing facilities.

1 Inleiding

De WHO definieert een zoonose als een ziekte of infectie die op natuurlijke wijze kan worden overdragen tussen vertebrate dieren en mensen. Dit kan een bacterie, virus, schimmel, parasiet of ander overdraagbaar agens zijn; eventuele toxinen geproduceerd door deze organismen vallen niet onder deze definitie.

Dieren kunnen vanuit verschillende bronnen besmet raken met een zoönotisch agens. Dieren kunnen dus via mensen, maar ook vanuit het milieu, via ongedierte, in een stal (stof, andere dieren) of via diervoer besmet raken. Transmissie van dier naar de mens kan door direct contact met dieren, indirect via het milieu en door het eten van besmet voedsel van dierlijke afkomst (vlees, zuivel, eieren en vis). Ook door contact met besmet diervoer kan de mens worden blootgesteld aan zoönotische agentia.

In dit rapport wordt onderscheid gemaakt tussen landbouwhuisdieren voor de voedselproductie (o.a. pluimvee, rund en varken), landbouwhuisdieren voor andere doeleinden dan voedselproductie (o.a. kinderboerderijdieren, paardachtigen en pelsdieren), gezelschapsdieren (o.a. hond en kat) en kweekvis. Pluimvee beperkt zich in dit rapport tot vleeskuikens en leghennen omdat de bijdrage van ander pluimvee (kalkoen, eend, gans) aan het consumptiepatroon van de Nederlandse consument klein is en omdat over het voorkomen van Salmonella in eieren en eenden en ganzen geen data gevonden zijn. Omdat direct contact met dieren in een dierentuin of circus niet of nauwelijks mogelijk is, wordt de transmissieroute naar de mens vanuit diervoer via deze dieren niet behandeld.

De algemene levensmiddelenwet ((EG) Nr. 178/2002) 'verschafft de grondslag voor een hoog beschermingsniveau voor de volksgezondheid en de belangen van de consument met betrekking tot levensmiddelen.' In deze verordening zijn 'algemene beginselen inzake levensmiddelen en diervoeders in het algemeen en de voedsel- en voederveiligheid in het bijzonder, op Gemeenschaps- en nationaal niveau' vastgesteld. In aanvulling hierop zijn door de Europese commissie hygiënevoorschriften opgesteld. Specifiek voor de productie van levensmiddelen voor humane consumptie zijn de hygiënevoorschriften beschreven in (EG) Nr. 852/2004 en in (EG) Nr. 853/2004 (levensmiddelen van dierlijke oorsprong) van toepassing; voor diervoeders is (EG) Nr. 183/2005 van kracht. Volgens deze laatste verordening moet 'de veiligheid van diervoeders door de gehele voedselketen worden gewaarborgd, van de primaire productie van diervoeders tot en met het voeren van voedselproducerende dieren.' Dit met als doel een hoog niveau van consumentenbescherming op het vlak van de voedsel- en voederveiligheid te garanderen. Tot 2014 verzamelde het voormalig productschap voor vlees en eieren (PVE) monitoringsgegevens over het voorkomen van Salmonella, één van de zoönotisch agentia, in (ingrediënten van) bepaalde diervoeders. De gegevens verzameld tot en met 2012 zijn in 2015 (Yassin *et al*) gerapporteerd. Een aantal zoönotische infectieziekten is meldingsplichtig bij een bevoegde autoriteit. Artsen zijn, op basis van de Wet Publieke Gezondheid (WPG), verplicht een aantal infectieziekten bij mensen te

melden bij de Gemeentelijke Gezondheidsdienst (GGD). Dierenartsen zijn, op basis van de Gezondheids- en Welzijnswet voor Dieren (GWWD), verplicht een aantal dierziekten te melden bij de NVWA. Een overzicht hiervan wordt jaarlijks gerapporteerd door het RIVM-IIV, voorheen RIVM-CIb in de 'Staat van Zoönosen.'

In dit rapport worden de microbiologische gevaren in de diervoerketen beschreven die kunnen leiden tot een humane, zoönotische infectie. Er wordt ingegaan op de volgende vragen zoals die zijn gesteld in de opdracht van de NVWA:

1. Wat zijn de specifieke microbiologische gevaren voor de volksgezondheid die zich in de diervoeder productieketen kunnen voordoen?
2. Wat zijn de prevalenties/incidenties van de microbiologische gevaren en de mate van contaminaties van die gevaren in de keten en wat zijn de carry-over gegevens van die gevaren via consumptie van diervoeder naar humaan.
3. In welke schakels van de ketens doen die gevaren zich voor c.q. worden ze geïntroduceerd?
4. Welke mogelijkheden voor interventie in de ketens zijn aanwezig om de gevaren voor de veiligheid van diervoeder te minimaliseren?
5. Welke ontwikkelingen in de ketens die de diervoeder-respectievelijk de voedselveiligheid vergroten of verkleinen zijn er tot 2025 te verwachten?

Na de inleiding volgt een beschrijving van diervoer en van microbiologische gevaren in diervoeders die tussen mens en dier overdraagbaar zijn en de aan deze gevaren gekoppelde ziektelast, voor zover bekend (hoofdstuk 2). Dan volgt een hoofdstuk (3) waarin wordt ingegaan op de potentiële mate van blootstelling van dieren aan zoönotische agentia via diverse diervoeders. Blootstelling van mensen aan zoönotische agentia vanuit dieren via direct contact en consumptie van dierlijke producten wordt beschreven in hoofdstuk 4. Ook wordt in dit hoofdstuk verslag gedaan van de bepaling van de bijdrage van in diervoer aanwezige zoönotische agentia aan de humane ziektelast. Daarna volgen nog hoofdstukken over relevante wetgeving (5), interventiemogelijkheden (6) en toekomstige ontwikkelingen (7), om te eindigen met discussie en conclusies (8).

Gevolgde werkwijze.

Dit rapport is tot stand gekomen op basis van literatuuronderzoek en kennisuitwisseling tijdens een expertmeeting. Het in 2008 uitgebrachte EFSA rapport (Anonymous (2)), over de microbiologische risico's van industrieel vervaardigde diervoeders voor voedselproducerende dieren, is als basis voor het literatuuronderzoek gebruikt. Bij literatuuronderzoek naar referenties van latere datum is gebruik gemaakt van via het RIVM beschikbare referenties uit de database van PubMed en van Google. Bij het literatuuronderzoek zijn de volgende termen gebruikt: feed, food, fur, risk, hazard, microbiological, oil, seed, contamination, primary, production, Salmonella, silage, aquaculture, pet, al dan niet in combinatie. Ook is gebruik gemaakt van publicaties waarnaar verwezen wordt in gevonden referenties.

Voor productiegegevens over landbouwhuisdieren en industrieel vervaardigd veevoeder is voornamelijk gebruik gemaakt van gegevens van EUROSTAT (<http://ec.europa.eu/eurostat/>), het CBS (<https://www.cbs.nl/>) en van gegevens verstrekt door relevante brancheorganisaties (o.a. FEFAC).

Wetgeving en publicaties over het voorkomen van zoönotische agentia in diervoeders zijn vooral gericht op Salmonella. Tijdens deze studie zijn nauwelijks tot geen gegevens over de incidentie van *Campylobacter* en andere zoönotische agentia organismen naar voren gekomen. De nadruk in deze studie naar de microbiologische gevaren in diervoeders ligt dan ook op Salmonella.

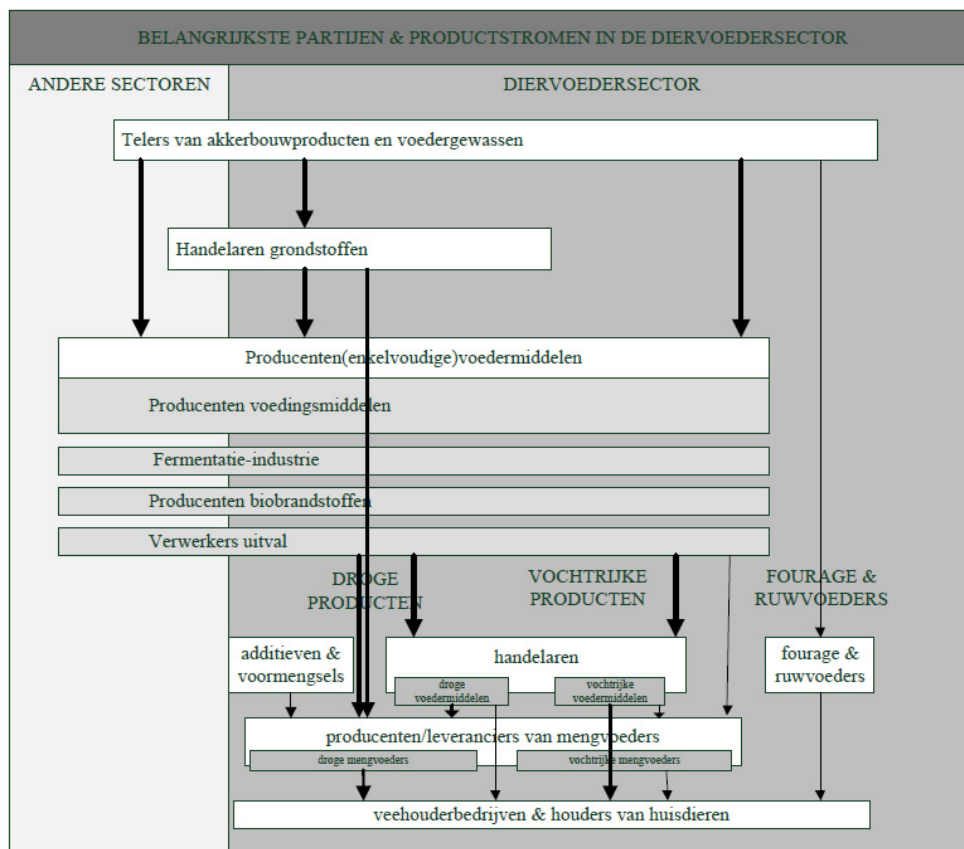
Gegevens over het voorkomen van Salmonella in voer, dier en mens zijn voornamelijk afkomstig uit de jaarlijkse gezamenlijke rapportages van de EFSA en ECDC ('The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in (year)'), uit Yassin *et al* (2015) en uit de jaarlijkse RIVM rapportages over de 'Staat van Zoönosen.'

In dit rapport wordt zoveel mogelijk gebruik gemaakt van data over 2012 omdat de laatste publiekelijk toegankelijke monitoringsgegevens van Salmonella in de veevoederketen in Nederland uit de periode 2008-2012 afkomstig zijn (Yassin *et al*, 2015).

2 Diervoeders en identificatie van zoönotische agentia in diervoeders en bij mensen

2.1 Omschrijving van diervoeders

Volgens verordening (Eg) Nr. 178/2002 zijn diervoeders: alle stoffen en producten, inclusief additieven, verwerkt, gedeeltelijk verwerkt of onverwerkt, die bestemd zijn om te worden gebruikt voor orale vervoeding aan dieren. Diervoeders bestaan uit onbewerkt (gras, knollen) of bewerkt (gedroogd, gesileerd) ruwvoer en mengvoer. Mengvoer kan droog of vochtrijk zijn (Figuur 1).



Figuur 1. Overzicht van de diervoederproductieketen.

Bron: OPNV (<http://www.opnv.nl>).

Voor de productie van mengvoer wordt een groot aantal ingrediënten gebruikt, waaronder verschillende graansoorten, peulvruchten, restproducten uit de maal- en bio-energie industrie, tapioca, sojaschroot, veeoeken (persresten uit de zaadolie-industrie), vetten, oliën, melasse, vismeel en additieven als krijt, zout en een premix met vitamines en mineralen. Circa 50% van het in Nederland geproduceerde mengvoer bestaat uit natte en droge rest- en retourstromen uit de levensmiddelenindustrie (Nevedi, 2016). Tot de natte reststromen (natte grondstoffen) worden onder meer bostel, biergist, maisgluten, aardappelrest-producten en resten van suikerbieten gerekend.

Retourstromen uit de brood- en koek-industrie en retail worden gerekend tot de droge bijproducten. De totale industriële mengvoerproductie had in 2012 een omvang van 13.902 megaton, in 2013 was dit 13.441 MT. De totale waarde van de in 2013 industrieel geproduceerde mengvoerproducten bedroeg 5.855 miljoen euro.

2.2 Consumptie van diervoeders

In Nederland wordt op grote schaal diervoer geproduceerd. Dit is deels voor binnenlandse consumptie, een ander deel wordt geëxporteerd. Ook wordt diervoer geïmporteerd. Hieronder volgt een overzicht van in Nederland verbruikte diervoeders.

2.2.1 *Diervoer voor gezelschapsdieren*

In Nederland wordt een verscheidenheid aan gezelschapsdieren gehouden. In een door Leenstra en Vellinga (2011) uitgebracht rapport wordt hiervan een overzicht gegeven (zie Tabel 8). Door Leenstra en Vellinga (2011) zijn ook gegevens verzameld over het voergebruik door honden en katten (maar niet over het verbruik van diervoeders door andere gezelschapsdieren). Voor een hond van 13,5 kg wordt berekend dat deze jaarlijks 116 kg plantaardig en 95 kg dierlijk voer eet; een kat (4 kg) eet jaarlijks 49 kg plantaardig en 49 kg dierlijk voer. Het dierlijk voer voor honden en katten bestaat voornamelijk uit dierlijke bijproducten. In natte voeders betreft dit vers vlees, in droge voeders gaat het om vleesbeendermeel en dierlijk vet (Leenstra en Vellinga, 2011). Daarnaast zijn diverse versnaperingen van dierlijke oorsprong voor hond en kat verkrijgbaar, 'jerky-type treats' als bullenpezen, gedroogde varkensoren en kauwsticks op basis van kip. Over de mate van gebruik van treats zijn geen gegevens gevonden. Muizen, kuikens en eieren worden gebruikt als diervoer voor reptielen. Onduidelijk is hoeveel muizen, kuikens en eieren het betreft. Over het gebruik en de samenstelling van diervoer door andere gezelschapsdieren (o.a. amfibieën, vissen, vogels en knaagdieren) zijn geen bruikbare gegevens gevonden.

2.2.2 *Diervoer voor landbouwhuisdieren niet gehouden voor voedselproductie*

In Nederland worden zo' n 0,4 miljoen paarden gehouden (Swanenburg *et al*, 2014). Daarnaast wordt een onbekend aantal pelsdieren (konijn, nerts, vos) gehouden. Paarden consumeren jaarlijks 507 kg plantaardig voer en 1858 kg ruwvoer (Leenstra en Vellinga, 2011). Plantaardig voer voor paarden bestaat uit granen en plantaardige bijproducten van o.a. mais en oliezaden; gras en luzerne gelden als ruwvoer. Incidenteel worden ook producten van dierlijke oorsprong vervoederd aan paarden (Murrell *et al*, 2004). Gegevens over het voerverbruik door pelsdieren zijn niet gevonden. Het is in principe niet toegestaan om pelsdieren dierlijke bij-producten categorie-2 te vervoederen ((EU) Nr. 1069/2009). Er zijn geen bruikbare gegevens gevonden over het voerverbruik in kinderboerderijen.

2.2.3 *Diervoer voor vis in aquacultuur*

In Nederland wordt op beperkte schaal consumptievis gekweekt. De grondstof voor het visvoer van veel kweekvissen bestaat onder meer uit vismeel en visolie (CBS *et al*, 2013). Er zijn geen bruikbare gegevens gevonden over het voerverbruik voor de productie van vis in

aquacultuur. Schaal- en schelpdieren halen hun voedsel uit water en worden niet gevoerd.

2.2.4

Diervoer voor landbouwhuisdieren gehouden voor voedselproductie

Het dieet van landbouwhuisdieren die als voedselbron worden gehouden bestaat uit ruwvoer en mengvoer, industrieel vervaardigd of zelf gemengd. Producten die als ruwvoer worden gebruikt zijn gras, hooi, stro, kuilvoer (silage) en voederbieten. Het percentage ruwvoer in het dieet van landbouwhuisdieren hangt o.a. af van de diersoort en van het doel waarvoor ze gehouden worden.

Gegevens over mengvoer worden gerapporteerd door de Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (Nevedi; <https://www.nevedi.nl>). In Tabel 1 zijn de verbruiksgegevens van industriële mengvoeders in Nederland weergegeven voor 2012 en 2013.

Tabel 1. Verbruik van industrieel mengvoer per onderdeel van de verschillende diersectoren.

		2012	2013
Runderen		3.543	3.543 * 1.000 ton
	vlees	487	487
	melk	2.969	2.969
	kalveren	nd	nd
	overig	87	87
Varkens		5.451	5.360
	biggen	682	682
	mestvarkens	3.581	3.490
	zeugen	1.188	1.188
	overig	nd	nd
Pluimvee		3.802	3.602
	vleeskuikens	1.785	1.585
	legghennen	2.017	2.017
	overig	nd	nd
Melkvervangers#		619	619

#: bestaan uit soja-eiwit, dierlijk serum-eiwit en gluteneiwit.

nd: geen gegevens voorhanden

Bron: NEVEDI; (<https://www.nevedi.nl>) of FEAC (2013).

Gegevens over het gebruik van natte producten in de productie van mengvoer worden gerapporteerd door de 'overleggroep producenten natte veevoeders' (OPNV; <http://www.opnv.nl>).

De afzetcijfers van natte producten in 2012 staan vermeld in Tabel 2. Onduidelijk is hoe de vermelde voerstromen verdeeld worden over de diverse onderdelen van de verschillende diersectoren zoals die vermeld staan in Tabel 1. Er zijn geen gegevens gevonden over de afzet van droge bijproducten.

Tabel 2. Herkomst naar industrie van natte bijproducten in Nederland in 2012.

Industrie	totaal (kT)	aandeel varken	aandeel rund ^{#1}
graan	1.600	903	697
aardappel	1.465	816	650
suiker	685		685
zuivel	635	635	
alcohol	815	480	335
divers	200	128	72
Totaal	5.400	2.962	2.438

Graanverwerkende industrie: tarwezetmeel, bierbostel, maisgluten/maiswaswater, biergist/voerbier; Aardappelverwerkende industrie: persvezel, stoomschillen, snippers, voorgebakken friet, zetmeel, diversen;

Suikerindustrie: bietenperspulp, cichorieperspulp; fermentatie en gistindustrie: tarwegistconcentraat, overig;

Zuivelindustrie: wei, melk;

Alcohol: tarwegistconcentraat, overig;

Diversen: graanenergieproducten, sojaproducten; producten uit de groente en fruit verwerkende industrie, dranken en suikerwaters; overige, waaronder vetten.

^{#1}: aannname is dat brijvoer uitsluitend wordt toegepast in diëten van varkens en koeien, waarbij het aandeel in het dieet van runderen gelijk is aan het verschil tussen totaal en aandeel varkens.

Bron: <http://www.opnv.nl>.

Eiwitrijke producten worden op grote schaal verwerkt in industriële diervoeders voor landbouwhuisdieren die als voedselbron worden gehouden (Tabel 3).

Tabel 3. Omvang van de eiwitrijke productstromen in 2011/2012 in de EU-27.

	productie (kT)	import (kT)	consumptie (kT)
soja	1.275	31.397	32.672
raapzaad en			
zonnebloemzaad/meel	27.492		21.779
peulen	2.180		1.780
gedroogd ruwvoer	4.483		4.250
overig	3.205	2.851	6.056
vismeel	324	252	576

Opmerking: In sommige gevallen (raapzaad en zonnebloemzaad/meel en peulen) is de productie groter dan de totale consumptie. Waarschijnlijk wordt het overschot geëxporteerd naar buiten de EU-27.

Bron: FEAC, 2013.

Naast industrieel vervaardigd mengvoer, wordt ook een deel van al het mengvoer op de boerderij samengesteld. Over de productie-omvang van dit home-mixed diervoer zijn geen gegevens gevonden.

2.3 Zoönotische agentia in diervoer

Vervoeding van met zoönotische agentia besmet diervoer kan leiden tot geïnfecteerde dieren. Tot de zoönotische agentia die via diervoeders kunnen worden overgedragen behoren volgens Hinton (2000) (sporen van) *Bacillus anthracis*, *Toxoplasma gondii*, *Mycobacterium spp.*,

Trichinella spiralis en *Salmonella enterica*. In haar Scientific Opinion (Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals) stelt het 'Panel on Biological Hazards' (Anonymous (2), 2008) dat vooral *Salmonella* een gevaar vormt en in veel mindere mate *Listeria monocytogenes*, *Escherichia coli* O157:H7 en *Clostridium spp.*

Tot de zoönotische agentia die in verband gebracht worden met ruwvoer behoren *Bacillus anthracis*, *Toxoplasma gondii* en *Mycobacterium bovis*. *B. anthracis* wordt vooral in verband gebracht met runderen. Grasland (en mengvoer, zie hieronder) vormt een waarschijnlijke bron. Vanwege de ernst van de ziekte bij runderen is het onwaarschijnlijk dat besmette dieren een risico vormen voor de mens (Hinton, 2000). Het verbod op de vervoeding van diermeel (van met *B. anthracis* besmette runderen) draagt er verder toe bij dat mensen nauwelijks risico lopen om aan *B. anthracis* uit diervoer via dieren te worden blootgesteld. Kuilvoer kan via katten en knaagdieren besmet raken met *Toxoplasma gondii* (Hinton, 2000). Dit wordt bevestigd door Guo *et al* (2015) die ook stelt dat het voorkomen van *Toxoplasma* in landbouwhuisdieren vooral samenhangt met ongediertebestrijding en de aanwezigheid van katten. Ook de manier van houden van dieren is van invloed: voor free-range dieren geldt een verhoogd risico (Djokic *et al*, 2016; Guo *et al*, 2016; Herrero *et al*, 2016; Wallander *et al*, 2016). Dit hangt samen met hun gedrag: varkens bijvoorbeeld wroeten in de aarde. In Nederland is de prevalentie van *Toxoplasma* hoog onder lammeren (17,7%) en schapen (53,2%; Opsteegh *et al*, 2011). In Europa vormt de das een reservoir voor *Mycobacterium bovis*. Dassen kunnen grasland fecaal verontreinigen. Koeien die op dit grasland grazen, kunnen vervolgens besmet raken (Hinton, 2000).

In het in 2008 uitgebrachte rapport van de EFSA (Anonymous (2), 2008) wordt gesteld dat zoönotische agentia als o.a. *E. coli*, *Listeria* en *Clostridium* voorkomen in industrieel vervaardigd mengvoer, maar dat *Salmonella* veruit het grootste microbiologische gevaar verbonden aan industrieel vervaardigd mengvoer is. Ook Hinton (2000) stelt dat *Salmonella enterica* geassocieerd wordt met mengvoer en dat *Listeria* en *Clostridium botulinum* toxine in diervoeders een verwaarloosbaar risico vormen voor de volksgezondheid. Mengvoer heeft volgens Hinton (2000) ook een risico op *B. anthracis*. *Trichinella* kan via verwerking van voedselresten ook in mengvoer terechtkomen. *Trichinella spiralis* wordt geassocieerd met varkens (Hinton, 2000) en paarden (Hinton, 2000; Murrell *et al*, 2004). Er zijn geen publicaties gevonden waaruit blijkt dat *Toxoplasma* via industrieel vervaardigd diervoer in de productieketen van voedsel wordt geïntroduceerd. Over de gevaren in niet-industrieel vervaardigd mengvoer zijn geen gegevens gevonden.

Overdracht van een zoönotisch agens van een geïnfecteerd dier naar de mens kan plaatsvinden via direct contact met of door consumptie van producten van deze besmette dieren. Bij vervoeding kan ook door contact met besmet voer een persoon geïnfecteerd raken. De (in termen van ziektelast) belangrijkste via voedsel en direct contact met dieren overdraagbare veroorzakers van ziekte staan vermeld in Tabel 4. De vermelde veroorzakers zijn niet uitsluitend zoönotische agentia: *Staphylococcus aureus* toxine is geen agens en noro- en rotavirus kunnen als gevolg van onvoldoende hygiëne via voedsel van mens op mens worden overgedragen en zijn dus niet zoönotisch.

De in Tabel 4 vermelde ziektelast gekoppeld aan transmissie via direct contact (dier) geldt voor alle dieren, voor in het wild voorkomende dieren, voor landbouwproductiedieren die als voedselbron worden gehouden of voor andere economische doeleinden (bijvoorbeeld pels), voor dieren op een kinderboerderij en voor gezelschapsdieren. En de ziektelast gekoppeld aan transmissie via voedsel geldt voor alle typen voedsel, inclusief voedsel van niet-dierlijke herkomst zoals dranken, groente, fruit en graanproducten.

Tabel 4. Ziektelast (in DALY) per blootstellingsroute in Nederland in 2012.

Organisme	voedsel	milieu	mens	dier ^{#2}	reizen	Totaal
Campylobacter	1.458	715	219	663	417	3.472
Salmonella	1.215	165	119	117	180	1.796
<i>St. aureus</i> toxine	668	28	25	17	29	767
Toxoplasma	1.951	1.266	31	87	161	3.496
Overig ^{#1}	1.251	604	1.929	204	442	4.430
Totaal	6.543	2.778	2.323	1.088	1.229	13.961

^{#1}: Noro- en rotavirus, STEC O157, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus cereus* en *Clostridium perfringens* toxine, Hepatitis A en E virus, *Cryptosporidium parvum* en *Giardia lamblia*.
Bron: Anonymous (1), <http://www.nationaalkompas.nl>.

^{#2}: direct contact met landbouwhuisdieren, gezelschapsdieren, kinderboerderijdieren e.a..
Bron: (Havelaar *et al*, 2008).

Infecties via consumptie van besmet voedsel (totaal geschatte incidentie: 703.000) leidden in 2012 tot een geschatte ziektelast van 6543 DALY. Groenten kunnen via besmette mest of irrigatie besmet raken, maar het merendeel van de ziektelast (4.878 DALY) gekoppeld aan voedsel kan worden toegeschreven aan de consumptie van producten van dierlijke oorsprong: vlees (rund- en schapevlees, varkensvlees en pluimveevlees), eieren, zuivel en vis (Tabel 5).

Tabel 5. Attributie van geschatte incidentie en DALY van voedsel gerelateerde infecties (2012) aan voedselgroepen.

	rund ^{#1}	varken	pluimvee	eieren	zuivel	vis ^{#2}	overig ^{#3}	Totaal
Incidentie (x1000)	107	45	61	22	55	80	322	703
DALY	934	1.280	1.089	249	427	899	1.665	6.543

^{#1} Inclusief schapevlees;

^{#2} Inclusief schaal- en schelpdieren;

^{#3} o.a. groente en fruit, dranken en graanproducten.

Bron: Bouwknecht *et al*, 2014.

Belangrijke bijdragen aan de totale (geschatte) incidentie van voedselgerelateerde infecties kunnen volgens Bouwknecht *et al* (2014) worden toegeschreven aan non-zoönotische infecties met norovirus (117.471 gevallen) en vergiftigingen met toxines van *Clostridium perfringens* (153.533 gevallen) en *Staphylococcus aureus* (255.137 gevallen). Van de zoönotische infecties opgelopen via direct contact met een dier en door consumptie van besmet voedsel in Nederland in 2012 gaven infecties met Campylobacter, Toxoplasma en Salmonella de hoogste ziektelast (Tabel 4). In Tabel 6 worden de hieraan ten grondslag liggende incidenties gepresenteerd, uitgesplitst naar direct contact met dier en dierlijke voedselgroep.

Tabel 6. Attributie van geschatte incidentie aan verschillende zoönotische transmissieroutes in 2012.

Organisme	dier ^{#1}	voedsel van dierlijke oorsprong					
		rund ^{#2}	varken	kip	ei	zuivel	vis ^{#3}
Campylobacter	19.249	1.735	2.159	22.814	1.312	3.767	2.963
Salmonella	3.342	2.494	2.831	2.930	4.395	1.307	25.194
Toxoplasma	20	100	219	21	0	20	16

^{#1} direct contact;

^{#2} inclusief schapenvlees;

^{#3} Inclusief schaal- en schelpdieren; Incidentie in 2012 sterk verhoogd (24000 gevallen) als gevolg van uitbraak met *S. Thompson* in zalm.

Bron: Bouwknecht *et al*, 2014.

Infecties bij de mens met *Campylobacter* kunnen opgelopen zijn via direct contact met dieren, maar de grootste bijdrage aan de ziektelast verbonden aan infecties met *Campylobacter* wordt toegeschreven aan de consumptie van besmet voedsel (1.458/3.472, Tabel 4). In Nederland worden infecties met *Campylobacter* in verband gebracht met pluimvee (Mughini-Gras *et al*, 2012) en dan met name met de consumptie van pluimveevlees (Doorduyn *et al*, 2010).

Omgevingsfactoren vormen een risico op besmetting van een stal met *Campylobacter* (Bouwknecht *et al*, 2004; Jacobs-Reitsma *et al*, 1995; Sommer *et al*, 2013; Bull *et al*, 2006; Hansson *et al*, 2007; Meunier *et al*, 2015). Onvoldoende reiniging en desinfectie van stallen voor introductie van een nieuw koppel vormt daarbij het grootste risico. Voer lijkt geen belangrijke rol te spelen, maar voer kan tussen productie en gebruik tijdens transport en opslag besmet raken met *Campylobacter* (Meunier *et al*, 2015).

Geschat wordt (Havelaar *et al*, 2008) dat 56% van alle *Toxoplasma* infecties via voedsel worden opgelopen en dat binnen voedsel de consumptie varkensvlees de grootste bijdrage levert. Dit is een opmerkelijke schatting omdat varkensvlees in Nederland niet rauw geconsumeerd wordt en *Toxoplasma* pasteurisatie niet overleeft en afsterft in verduurzaamde (gefermenteerd, gedroogd) producten waarin varkensvlees verwerkt is. Onduidelijk is ook hoe vleesvarkens besmet raken met *Toxoplasma*. Hygiënisch geproduceerd en opgeslagen diervoeders worden niet als risico-factor beschreven (Djokic *et al*, 2016; Guo *et al*, 2016; Herrero *et al*, 2016). Een groot deel van de vleesvarkens wordt op stal gehouden, terwijl varkens die niet op stal worden gehouden maar toegang hebben tot buiten de stal een verhoogd risico op *Toxoplasma* hebben (zie hierboven). Hoewel *Toxoplasma* in Nederland tussen 2009 en 2014 niet in runderen is aangetoond (Zomer *et al*, 2015) en de prevalentie onder runderen laag wordt geschat (2%), is de geschatte bijdrage van rundvlees (inclusief schapenvlees) aan de ziektelast veroorzaakt door *Toxoplasma* hoog omdat er relatief veel rauw (niet ingevroren) of onvoldoende verhit rundvlees wordt gegeten in Nederland. De meest gegeten rauwe en *rare* bereide lams- en rundvleesproducten in Nederland zijn runderbiefstuk, filet americain en rundertartaar

(http://www.rivm.nl/Onderwerpen/V/Voedselconsumptiepeiling/Overzicht_voedselconsumptiepeilingen/VCP_Basis_7_69_jaar_2007_2010).

Voor *Toxoplasma* in vleeskuikens en varkens zijn geen recente gegevens gevonden. De in de bovenstaande tabellen weergegeven ziektelast veroorzaakt door *Toxoplasma* is gebaseerd op schattingen (Havelaar *et al*, 2008).

De via direct contact met dieren en voedsel van dierlijke oorsprong veroorzaakte humane infecties met *Salmonella* (Tabel 3) leveren een hoge bijdrage aan de ziektelast. Op basis van de EFSA publicatie (Anonymous (2), 2008) en Hinton (2000) kan gesteld worden dat van de belangrijkste veroorzakers van een zoonose bij de mens (*Campylobacter*, *Toxoplasma* en *Salmonella*) vooral *Salmonella* diervoer als bron zou kunnen hebben.

In het volgende hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van prevalentie data van *Salmonella* in diervoeders.

3 Blootstelling van dieren aan Salmonella via voer

De mate van blootstelling van een dier aan een microbiologisch gevaar in voer is het resultaat van de prevalentie en concentratie van een gevaar in voer en de mate van consumptie van dat voer. In dit hoofdstuk wordt een overzicht gegeven van het vóórkomen van Salmonella in diervoeders. Consumptie gegevens staan vermeld in hoofdstuk 2, er zijn geen gegevens gevonden over de concentratie van Salmonella in diervoeders.

3.1 Prevalentie van Salmonella in diervoeders in Nederland

3.1.1 *Salmonella in diervoer voor gezelschapsdieren*

Salmonella komt voor bij gezonde honden en katten (Chomel, 2014). In het industrieel vervaardigd voer voor honden en katten worden verschillende eiwitrijke ingrediënten gebruikt van dierlijke oorsprong. Diermeel (MBM: meat and bone meal) is een ingrediënt waarin Salmonella kan worden aangetoond (Tabel 4). Daarnaast worden nog potentieel met Salmonella besmette rauwe (mogelijk ingevroren) dierlijke producten gebruikt als ingrediënt van diervoer voor gezelschapsdieren. In een Canadese studie (Lenz *et al*, 2009) is gevonden dat 5% van de onderzochte rauw vlees producten voor honden was besmet met Salmonella. Een dieet gebaseerd op rauw voer is dus een risico factor (Finley *et al*, 2006; Lenz *et al*, 2009) voor Salmonella bij gezelschapsdieren. Of in rauw vlees, diermeel of MBM aanwezige Salmonella ook in het uiteindelijke geproduceerd diervoer terecht komt, hangt af van de wijze van conserveren (drogen, steriliseren) en van het risico op na-besmetting (droog voer, zie hier onder). Gesteriliseerd, ingeblikt voer heeft geen risico, maar op basis van epidemiologisch bewijs is door Behravesh *et al* (2010) gedroogd honden- en kattenvoer als bron van *S. Schwarzengrund* geïdentificeerd. Lambertini *et al* (2016) hebben een kwantitatieve blootstellingsschatting gemaakt van mens en dier aan Salmonella bij gebruik van gedroogd diervoer voor gezelschapsdieren (petfood). De aanwezigheid van Salmonella is het gevolg van een na-besmetting in de fabriek. Opslag onder verkeerde condities in huishoudens (warm en vochtig) geeft vervolgens het hoogste risico op blootstelling. De auteurs merken op dat de schattingen sterk aan waarde zouden winnen als er meer gegevens beschikbaar zouden zijn over besmettingsniveaus met Salmonella van voor de productie van petfood gebruikte ingrediënten, over het effect van het productieproces op het besmettingsniveau en over de mate van na-besmetting in de fabriek.

Er zijn diverse versnaperingen van dierlijke oorsprong voor hond en kat verkrijgbaar. Uit een Amerikaanse studie (Nemser *et al*, 2014) bleek dat rauw voer en 'jerky-type treats' (bullenpezen, gedroogde varkensoren, kauwsticks op basis van kip) regelmatig besmet waren met *Listeria monocytogenes* en Salmonella. 'Natural pet treats' zijn geïdentificeerd als risico-factor voor Salmonella bij gezelschapsdieren (Finley *et al*, 2006).



Figuur 2. Voorbeelden van gedroogde producten voor gezelschapsdieren.

Muizen en vogels die door katten worden gegeten vallen niet onder de definitie van diervoer (zie hoofdstuk 2) en worden daarom niet behandeld.

Reptielen en amfibieën kunnen besmet zijn met Salmonella (Lowther *et al*, 2011). In het geval van reptielen kan met Salmonella besmet voer (muizen, kuikens, eieren) de bron van infectie van reptielen zijn. Maar volgens het Bertrand *et al* (2008) zijn in Nederland reptielen geen belangrijke bron van Salmonella voor humane infecties.

3.1.2 *Salmonella in diervoer voor landbouwhuisdieren niet gehouden voor voedselproductie*

Tot de landbouwhuisdieren die niet voor consumptie zijn bedoeld, worden in deze studie pelsdieren, paardachtigen en kinderboerderijdieren gerekend. Over zoönotische agentia aanwezig in voer voor pelsdieren is zeer beperkt informatie aanwezig. In principe mag alleen categorie-3 materiaal verwerkt worden in diervoer en alleen indien de risico's voor de volksgezondheid beheerst worden is het toegestaan om pelsdieren onverhitte dierlijke bij-producten categorie-2 te vervoederen ((EU) Nr. 1069/2009). Over aan- of afwezigheid van Salmonella in dierlijke bij-producten van categorie-2 zijn geen gegevens gevonden. Maar Myllykoski *et al* (2011) rapporteerden wel over de aanwezigheid van *Clostridium botulinum* in pelsdiervoer (31/236 positieve monsters). Het vervoederen van dierlijke producten aan paarden is geen normale gang van zaken. Toch rapporteerden Murrell *et al* (2004) dat paarden besmet raakten met *Trichinella* na consumptie van met *Trichinella* besmet voer van dierlijke oorsprong. Omdat dierlijke producten ook een bron van Salmonella kunnen zijn, geldt dat vervoeding van dierlijke producten aan paarden een risico-factor vormt voor een Salmonella infectie bij paarden. Prevalentie gegevens over Salmonella en andere zoönotische agentia in gangbaar paardenvoer in Nederland zijn niet gevonden. Dit geldt ook voor voeders die op kinderboerderijen worden gebruikt.

3.1.3 *Salmonella in diervoer voor vis in aquacultuur*

Plankton kan als diervoer (ruwvoer) worden beschouwd maar wordt niet behandeld. Vismeel in het dieet van kweekvissen kan een bron van

Salmonella zijn. In Tabel 4 staat de prevalentie van Salmonella in vismeel weergegeven.

3.1.4 *Salmonella in diervoer voor landbouwhuisdieren gehouden voor voedselproductie*

In Nederland worden grote aantallen landbouwhuisdieren gehouden voor de productie van dierlijk voedsel en dan met name runderen, varkens en kippen. Het dieet van deze dieren bestaat uit ruw- en mengvoer (zie 3.2).

Vers ruwvoer zoals gras kan bij teelt fecaal verontreinigd worden via bemesting, dieren, vogels, ongedierte en irrigatiewater. Kwantitatieve gegevens over Salmonella in onbewerkt ruwvoer of over infecties bij landbouwhuisdieren als gevolg van de consumptie van besmet vers ruwvoer zijn niet gevonden. Wel zijn in de literatuur incidentele gevallen beschreven over microbiologische gevaren in vers ruwvoer, waaronder Salmonella, maar ook andere zoönotische agentia. Cryptosporidium kan bijvoorbeeld worden aangetoond in grond en gras (Boyer and Kuczynska, 2010). Uitscheiding van *E. coli* O157 (Williams *et al*, 2015) en Salmonella door koeien kan leiden tot besmetting van de omgeving. De grond rondom watertanks in een grasland bijvoorbeeld is besmet gevonden met deze soorten (Looper *et al*, 2006). De outdoor omgeving van varkens speelt ook een rol bij transmissie van Salmonella in varkens (Nygaard Jensen *et al*, 2006). En verder raakten runderen mogelijk besmet met *Clostridium botulinum* via de omgeving als gevolg van een botulisme uitbraak bij pluimvee op een gemengd bedrijf (Souillard *et al*, 2015). Ook dassen, bron van *Mycobacterium spp.*, kunnen grasland fecaal verontreinigen (Hinton, 2000).

De bewerking van ruwvoer bestaat uit verzuring of droging. Verzuurd ruwvoer kent voornamelijk een probleem met (van nature aanwezige) schimmels (Alonso *et al*, 2013). In een goed geproduceerde (snelle en voldoende verzuring in een anaeroob milieu) en zorgvuldig opgeslagen silage zal een eventueel aanwezig bacterieel gevaar, bijvoorbeeld Salmonella, afsterven als gevolg van de lage pH in combinatie met de aanwezigheid van zwak organische zuren. Bacteriële sporen, van bijvoorbeeld Clostridium soorten, sterven niet af maar kunnen onder deze omstandigheden niet tot ontkieming komen. Ook in goed gedroogde producten als stro en hooi zal een eventueel aanwezig bacterieel gevaar afsterven en kunnen overlevende sporen niet ontkiemen. Zorgvuldige opslag van bewerkt ruwvoer beperkt het risico op fecale verontreiniging door besmette knaagdieren of katten (Hinton, 2000).

Industrieel vervaardigd mengvoer is een potentiële bron van Salmonella. Uit de data van de EFSA/ECDC (Anonymous (2), 2008) komt naar voren dat dierlijke en eiwitrijke ingrediënten toegepast in industrieel vervaardigd mengvoer een relatief hoog risico hebben op aanwezigheid van Salmonella. Eiwitrijke producten kunnen zowel van dierlijke (diermeel, vismeel) als van plantaardige (o.a. granen, peulvruchten, perskoeken uit de olieaad-industrie en soja) oorsprong zijn. Tijdens de primaire productie van gewassen kan een fecale besmetting optreden. De belangrijkste bronnen van besmetting zijn mest, ongedierte en vogels of fecaal besmet irrigatiewater (Jung *et al*, 2014). Dierlijke producten besmet met Salmonella kunnen afkomstig zijn van Salmonella positieve dieren. Dierlijke producten van niet-Salmonella dragende

dieren kunnen met Salmonella besmet raken tijdens de productie als gevolg van menging, van onvoldoende hygiëne bij medewerkers of via slecht gereinigde apparatuur.

De door de EFSA/ECDC gerapporteerde prevalenties van Salmonella in verschillende eiwitrijke producten, als ook prevalentie gegevens van het PVE van Salmonella in (ingrediënten van) mengvoeder in Nederland (Yassin *et al*, 2015), staan weergegeven in Tabel 7.

Tabel 7. Prevalentie van Salmonella in eiwitrijke producten en mengvoerders.

Product	Informatie	2008	2009	2010	2011	2012
	EFSA/ECDC	% pos	% pos	% pos	% pos	% pos
vismeel		2,1	0,7	9,1	1,1	4,2
MBM		1	1,4	0,6	1,3	1,9
granen		0,2	0,4	0,9	0,5	0,3
oliezaden en afgeleide producten		1,8	1,3	1,5	2	2,6
cf rundvee		0,5	0,4	0,7	0,3	0,7
cf pluimvee		0,9	1	0,5	0,3	0,2
cf varkens		0,6	0,7	0,5	0,4	0,5
	PVE					
vismeel		0	0,4	3,4	0	0
diermeel		4,9	2,5	4,6	1,1	1,4
granen		0,2	0,3	1,3	1,1	0,5
oliezaden en afgeleide producten		1,4	0,8	0,9	0,7	1,5
andere plantaardige producten		0,6	0,2	0,6	0,4	0
cf rundvee		0,5	0,1	0,2	0,3	0,2
cf pluimvee		0,2	0,1	0,1	0,1	0,8
cf varkens		0,3	0,2	0,3	0,2	0,5

cf: compound feed (mengvoer); MBM: Meat and bone meal.

Bron: Anonymous (3, 2010; 4, 2011; 5, 2012; 6, 2013; en 7, 2014); Yassin *et al* (2015).

Met het opheffen van het PVE per 1 januari 2014, is het monitoren van veevoer een private aangelegenheid geworden. Tot de private organisaties die zich bezighouden met de microbiologische veiligheid van diervoeders behoort 'SecureFeed'. Een aantal producten wordt door deze organisatie als microbiologisch hoog riskant ingeschat (www.securefeed.nl). Producten met een hoog risico op Salmonella zijn eierschalen (verhit; toegepast in premixen), eiwithydrolysaat uit varkensmucosa, kool- en raapzaadschroot en vismeel. Ook de combinatie eierschalen en Clostridium wordt als hoog riskant geschat. Aan andere producten van dierlijke oorsprong (o.a. eipoeder en gelatine van niet-herkauwers) en diverse (bij-) producten van oliehoudende zaden wordt een gemiddeld Salmonella risico toegekend. De risicoschattingen zijn gebaseerd op expert opinion en op de frequentie van gesignaleerde besmettingen die binnenkomen via het GMP+ monitoringssysteem (pi F. Gort).

Natte rest- en retourstromen uit de levensmiddelenindustrie en -handel worden verzuurd gebruikt. Producten verzuren van nature (zetmeelrijk) of worden aangezuurd. De opslag ervan vindt plaats onder anaerobe condities. Aangezuurde of verzuurde natte bijproducten hebben een

verlengde houdbaarheid ten opzichte van niet-verzuurde natte bijproducten. Van zure condities gaat namelijk een bacterie-groei-remmende tot bacterie-dodende werking uit. Bij onvoldoende verzuring treedt mogelijk een microbiologisch risico op (overleving en eventueel zuuradaptatie van *Salmonella* (Jonge *et al*, 2003) en bij onzorgvuldige anaerobe opslag kan schimmelvorming optreden. Er zijn geen gegevens voorhanden over de prevalentie van *Salmonella* in brijvoer. Van droge rest- en retourstromen producten zijn geen gegevens over het voorkomen van *Salmonella* gevonden.

4 Humane blootstelling aan Salmonella in diervoer via dieren

Humane blootstelling aan zoönotische agentia vanuit diervoeders kan via verschillende routes plaatsvinden. Dit kan door contact met een dier dat besmet is vanuit diervoer of door consumptie van dierlijke producten van dieren die vanuit diervoer besmet zijn. Ook contact met besmet diervoer kan leiden tot infecties bij de mens.

Het humane risico op infectie met een zoönotisch agens via één van die routes kan geschat worden met behulp van een risico-schatting of kan worden afgeleid uit epidemiologische gegevens.

Bij een risico-schatting wordt vanuit een potentiële bron (diervoer) berekend hoe groot de kans is dat een persoon via een bepaalde blootstellingsroute geïnfecteerd raakt. In de risico-analytische benadering is het noodzakelijk kennis te hebben van o.a. de contactfrequentie met dieren, prevalentie van de ziekteverwekker in diervoer, bij dieren en mensen, mate van transmissie bij een contact en van de mate van consumptie van dierlijk voedsel. Bij een epidemiologische benadering worden op basis van risico-factoren waaraan patiënten wel of niet zijn blootgesteld potentiële bronnen van infectie geïdentificeerd. Bij een epidemiologische benadering is het nodig inzicht te hebben in het voorkomen van een ziekteverwekker in de verschillende onderdelen (bronnen) van de verschillende infectie-routes. In het voorgaande hoofdstuk is een overzicht gegeven van mogelijk met Salmonella besmette (ingrediënten van) diervoeders en de consumptie daarvan door dieren, in dit hoofdstuk wordt een zo volledig mogelijk overzicht gegeven van de verschillende factoren die van invloed zijn op het oplopen van een Salmonella infectie vanuit dieren.

Er zijn geen gegevens gevonden die inzicht geven in het risico op een infectie via direct contact met diervoer. Deze besmettingsroute wordt daarom verder niet behandeld.

4.1 Via direct contact met gezelschapsdieren

Direct contact met dieren leidt tot een geschat aantal van 3342 ziektegevallen veroorzaakt door Salmonella (ter vergelijking: 20 ziektegevallen door Toxoplasma; zie Tabel 3). Deze schattingen zijn echter niet uitgesplitst naar contact met gezelschapsdieren, landbouwhuisdieren of met dieren in het wild. In deze paragraaf wordt ingegaan op infecties via direct contact met gezelschapsdieren.

Het houden van honden en katten geeft een risico op een infectie met Salmonella (zie bijvoorbeeld Chomel, 2014). In het rapport van Leenstra en Vellinga (2011) wordt vermeld dat er in Nederlandse huishoudens de volgende aantallen gezelschapsdieren worden gehouden:

Tabel 8. Overzicht van in Nederlandse huishoudens aanwezige aantallen gezelschapsdieren.

Honden	1,8
Katten	
Vissen	16,8
Siervogels	2,4
Konijnen	1
Knaagdieren	0,9
Pluimvee	1,1
Reptielen	0,3
Duiven	1
Overig	nd

Aantallen in miljoenen. nd: geen gegevens.
Bron: Leenstra en Vellinga, 2011.

De aantallen, gepresenteerd in Tabel 8 zijn gebaseerd op een enquête onder een steekproef van Nederlandse gezinnen en huishoudens. In het aangehaalde rapport wordt verder vermeld dat 20% van de huishoudens één of meerdere honden heeft en 25% één of meerdere katten. Er zijn geen gegevens gevonden over de frequentie van contacten met deze dieren, over de prevalentie van Salmonella in gezelschapsdieren en over de mate van transmissie van een zoönotisch agens bij de verschillende, mogelijke directe contacten met gezelschapsdieren. Vanwege het ontbreken van o.a. deze gegevens kan de bijdrage aan de humane ziektelast als gevolg van direct contact met gezelschapsdieren niet berekend worden.

4.2 Via direct contact met landbouwhuisdieren niet gehouden voor voedselproductie

Volgens Swanenburg *et al* (2014) worden er in Nederland 0,4 miljoen paarden gehouden. Een beperkt aantal paarden wordt geslacht (in 2010: 2083; Swanenburg *et al*, 2014) en komt in de voedselketen terecht. Het aantal pony's (jonger dan drie jaar) in Nederland bedraagt ca. 2000 stuks (<http://statline.cbs.nl/>). Over andere paard-achtigen (pony' s van drie jaar of ouder, ezels) zijn geen gegevens gevonden. Kwantitatieve gegevens over direct contact tussen paard en mens die nodig zijn om inzicht te krijgen in het risico op transmissie via direct contact zijn niet gevonden.

Naast paard-achtigen wordt in Nederland nog een onbekend aantal pelsdieren als landbouwhuisdier gehouden en zijn er dieren op een kinderboerderij. Met uitzondering van konijnen zal de mate van direct contact met andere pelsdieren dan konijnen (vossen en nertsen) vanwege het bijtgevaar zeer gering zijn. Het risico op infectie door kinderboerderij bezoek is beschreven door Evers *et al* (2014). Geschat wordt dat jaarlijks 239 personen een infectie oplopen met *Campylobacter* tijdens kinderboerderij bezoek (totaal aantal ziektegevallen veroorzaakt door *Campylobacter* als gevolg van direct contact met dieren wordt geschat op 19.249; Tabel 6). Door Evers *et al* (2014) zijn ook gegevens over *Salmonella* verzameld (pi, Evers). Het risico op infectie met *Salmonella* tijdens een bezoek aan een kinderboerderij is echter niet berekend. Omdat *Salmonella* en *Campylobacter* in verschillende mate voorkomen bij

kinderboerderijdieren, zal het risico op een Salmonella infectie niet hetzelfde zijn als op een infectie met Campylobacter.

4.3 Via vis en landbouwhuisdieren gehouden voor voedselproductie

4.3.1 Via direct contact

Voor het berekenen van de bijdrage aan het risico op infectie met Salmonella via direct contact met landbouwhuisdieren die als voedselbron worden gehouden zijn onvoldoende gegevens beschikbaar. Dit geldt ook voor het risico op infectie door direct contact met vis.

4.3.2 Via voedselconsumptie

In Nederland worden grote aantallen landbouwhuisdieren als voedselbron gehouden. Van leghennen die besmet veevoer eten kunnen de eieren besmet raken en de slacht van geïnfecteerde landbouwdieren kan leiden tot besmet vlees. Rauwe verwerking van melk van met Salmonella besmette dieren kan leiden tot met Salmonella besmette kaas (Duynhoven *et al*, 2009). Consumptie van zuivel bereid uit rauwe, besmette melk, besmette eieren of vlees kan vervolgens leiden tot ziekte bij de mens. In de onderstaande Figuur 3 staan de transmissieroutes van Salmonella vanuit diervoer voor vis, runderen, varkens en pluimvee via (meng-) voer, dier, dierlijk voedsel naar de humane populatie schematisch, samengevat weergegeven.



Figuur 3. Humane blootstelling aan Salmonella vanuit diervoer via consumptie van dierlijk voedsel.

De onderstaande gegevens over de geschatte bijdrage van producten van dierlijke oorsprong aan de humane ziektelast (incidentie) veroorzaakt door Salmonella in 2012 zijn afkomstig uit Tabel 6.

	voedsel van dierlijke oorsprong					
	rund ^{#1}	varken	kip	ei	zuivel	vis ^{#2}
Salmonella	2.494	2.831	2.930	4.395	1.307	25.194

^{#1} inclusief schapenvlees;

^{#2} Inclusief schaal- en schelpdieren; Incidentie in 2012 sterk verhoogd (met 24000 gevallen) als gevolg van uitbraak met *S. Thompson* in zalm.

Bron: Bouwknecht *et al*, 2014.

Mengvoer consumptie gegevens en Salmonella prevalenties in (ingrediënten van) mengvoer staan vermeld in Tabel 1 en 7.

De aantallen als voedselbron gehouden landbouwhuisdieren (in miljoenen) in Nederland staan weergegeven in Tabel 9. In Nederland worden jaarlijks meer dan 10x zoveel vleeskuikens geproduceerd als leghennen. Dat de voederconsumptie van vleeskuikens (Tabel 5) lager ligt dan die van leghennen komt door het verschil in levensduur tussen vleeskuikens (ca 6 weken) en leghennen (> 1 jaar). Daarnaast worden in Nederland in aquacultuur ook vis en schaal- en schelpdieren gekweekt voor consumptie. De totale aquacultuur productie in Nederland in 2013 bedroeg 46,6 miljoen kg. De door het CBS gepubliceerde aquacultuur data over vis beperken zich tot productiegegevens van paling hoewel er in Nederland ook andere vissoorten worden gekweekt. In 2011 maakte paling ca. 50% uit van de totale kweekvisproductie (CBS *et al*, 2013).

Tabel 9. Samenstelling van de Nederlandse veestapel en productie van vis uit aquacultuur.

Diersoort	2012	2013	2014	
legghennen ^{#1}	37	39	40	x 1.000.000 dieren
vleeskuikens ^{#1}	477	499	483	x
runderen ^{#2}	4	4,1	4,2	x
waarvan melkkoeien	1,5	1,6	1,6	x
varkens ^{#2}	12,1	12,1	nd	x
schapen ^{#2}	1,1	1,1	1,1	x
geiten ^{#2}	0,4	0,4	0,4	x
aquacultuur ^{#3,4}	46	46,6	nd	kT
paling	1,8	2,9	nd	kT

kT: kiloton; nd: geen gegevens.

#1: jaarlijkse productie

#2: jaarlijkse telling

#3: bron: CBS (<http://statline.cbs.nl>)

#4: inclusief de productie van oesters en mosselen

Bron: Eurostat (<http://ec.europa.eu/eurostat>), m.u.v. aquacultuur en paling.

Prevalentiegegevens van Salmonella in voedselproductiedieren (behalve vis) staan vermeld in Tabel 12.

De productie van dierlijke producten in Nederland staat weergegeven in Tabel 10. Een deel van het geproduceerde vlees is voor exportdoeleinden, het merendeel wordt geconsumeerd binnen Nederland. Maar niet al het in Nederland geconsumeerde vlees is van Nederlandse herkomst, een deel wordt geïmporteerd. Welk deel van het in Nederland geconsumeerde vlees in Nederland wordt geproduceerd en welk deel wordt geïmporteerd is niet duidelijk. Dit geldt ook voor vis en eieren.

Tabel 10. Productie van vlees, melk en eieren in Nederland.

Vleessoort	2012	2013	
varkensvlees ^{#1}	1.332	1.307	kT
pluimveevlees ^{#1}	836	852	kT
rundvlees ^{#1}	373	379	kT
paardenvlees ^{#2}	nd	1	kT
melk ^{#3}	11,8	12,4	mT
eieren ^{#4}	10,2	nd	x 10 ⁹ stuks

nd: geen gegevens.

^{#1} Bron: FEFAC, 2013 (<http://www.fefac.eu/files/57916.pdf>)

^{#2} Bron: <http://statline.cbs.nl/>

^{#3} Bron: <http://www.zuivelnl.org/wp-content/uploads/2014/11/Zuivel-in-cijfers-2013.pdf>

^{#4} Bron:

http://www.agriholland.nl/cijfers/PVE_Vee,%20Vlees%20en%20Eieren%20in%20Nederland%202012.pdf

De totale hoeveelheid vlees die in Nederland wordt gegeten bestaat voor meer dan 95% uit varkens-, pluimvee- en rundvlees (Tabel 11) en per hoofd van de bevolking worden er jaarlijks zo' n 190 eieren gegeten. De visconsumptie (incl. schaal- en schelpdieren) bedroeg in 2011 zo' n 3,7 kg per persoon. De consumptiegegevens staan vermeld in Tabel 11.

Tabel 11. Vlees^{#1}-, eieren^{#2}-, zuivel^{#3}- en vis^{#4}-verbruik per hoofd van de bevolking in Nederland, 2008-2012 (kg).

Productsoort	2008	2009	2010	2011	2012
varkensvlees	39,5	39,9	39,9	39,6	38,9
pluimveevlees	21,6	22,5	22,5	22,1	22
rundvlees	16,3	16	15,9	15,3	14,9
kalfsvlees	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3
schapen- en geitenvlees	1,1	1,1	1,1	1,1	1,1
paardenvlees	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1
Totaal vlees	80,1	80,9	80,8	79,6	78,2
vis				3,7	
eieren		184		188	192
zuivel			139		

^{#1} Vlees en vleeswaren op basis van karkasgewicht (gewicht met been), de consumptie van vlees bedraagt de helft van het verbruik op basis van karkasgewicht.

Bron: Verhoog *et al*, 2015.

^{#2} In stuks per hoofd van de bevolking.

Bron: PVE, 2013.

^{#3} Gemiddelde inname van zuivel door mannen en vrouwen van alle leefstijds categorieën.

Bron: Sluik en Feskens, 2013.

^{#4} Consumptie van vis, schaal- en schelpdieren, zowel vers, diepvries als conserve.

Bron: Bastiaans, 2012.

Prevalentiegegevens van Salmonella in dierlijk voedsel (rund, kip, varken) in Nederland en in de EU staan vermeld in Tabel 12. Recente prevalentiegegevens van Salmonella in eieren, vis en zuivel zijn niet gevonden.

4.4 Salmonella in voer, dier, dierlijk voedsel en de mens.

Consumptie van besmet diervoer kan leiden tot besmette dieren. Contact met of consumptie van producten van besmette dieren kan

leiden tot infecties bij de mens. Voor het schatten van de kwantitatieve bijdrage van in diervoer aanwezige zoönotische agentia aan de humane ziektelast vanuit diervoer ontbreken teveel gegevens (zie hierboven, zie discussie). In deze paragraaf wordt vanuit humaan, epidemiologisch perspectief het risico kwalitatief beschreven. Komen isolaten die ziekte veroorzaken bij de mens voor in diervoer?

Om de volksgezondheid te beschermen tegen zoönosen, is een Europese richtlijn uitgebracht (oorspronkelijk: 92/117/EEG, nu aangepast tot 2003/99/EG) waarin gesteld wordt dat gegevens moeten worden verzameld over het vóórkomen van zoönosen en zoönoseverwekkers bij dieren, in voedsel en diervoeders om de bronnen van zoönosen te kunnen bepalen. In (EG) Nr. 2160/2003 wordt ter bestrijding van *Salmonella* gesteld dat lidstaten verplicht zijn een plan op te stellen voor toezicht bij pluimvee. De resultaten van deze controles op *Salmonella* worden door de EU lidstaten verzameld en gerapporteerd aan de EFSA. De resultaten van de in Nederland uitgevoerde controles worden jaarlijks beschreven in de 'Staat van Zoönosen'. In Europees verband wordt verwezen naar jaarlijkse gemeenschappelijke rapportages van de EFSA en het European Center for Disease Control, het ECDC (Trends and Sources of Zoonoses and Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in the European Union).

Voor *Salmonella* in patiënt, mengvoer, dier (o.a. rund, varken, pluimvee) en dierlijk product zijn dus prevalentie en typeringsgegevens beschikbaar. Van alle *Salmonella* isolaten die worden aangetroffen bij humane patiënten en waarvan het serotype is bevestigd, worden de serotypen *S. Enteritidis* (SE) en *S. Typhimurium* (ST; incl. de monofasische variant 1,4,[5],12:i:-) zowel in Europa als in Nederland het vaakst aangetoond. In Tabel 12 staan binnen de EU gerapporteerde data over SE en ST bij de mens, in dieren, in vlees van die dieren en in mengvoer voor die dieren met betrekking tot 2013 weergegeven (prevalentie en serotypering gegevens uit Nederland uit 2013 van *Salmonella* in mengvoer zijn niet aanwezig). Pluimvee is hierbij beperkt tot leghennen en vleeskuikens omdat de bijdrage van ander pluimvee (kalkoen, eend, gans) aan het consumptiepatroon van de Nederlandse consument klein is en omdat over het voorkomen van *Salmonella* in eieren en eenden en ganzen geen data gevonden zijn. De consumptie van paard, schaap en geit door de Nederlandse consument is beperkt en systematisch verzamelde gegevens over het voorkomen van *Salmonella* in voer voor, producten van en paard, schaap en geit zelf zijn niet gevonden.

Tabel 12. Overzicht van de in 2013 aan de EFSA gerapporteerde data m.b.t. *Salmonella* isolaten gevonden bij de mens en in monsters van mengvoer (CF), dieren en vlees van die dieren, voor Nederland en voor Europa.

Bron	n (monsters) ^{#1}	% pos ^{#2}	%SE ^{#3}	%ST ^{#4,5}
Humaan				
EU	87.360 bevestigd	nvt ^{#6}		
NL	979 bevestigd	nvt ^{#6}		
serotype EU	73.632		39,5	28,8
serotype NL	994		25,7	34,5
CF Pluimvee				
EU	2.551	1,9		
NL	nd ^{#6}			
serotype EU	41		nd ^{#6}	24,4
serotype NL	nd ^{#6}			
Vleeskuikens				
EU	23.4052	3,7		
NL	15.929	4,8		
serotype EU	4.613		5,9	2,8
serotype NL	202		5,4	3,5
Vleeskuikenvlees ^{#8}				
EU	2.764	7,5		
NL	600	3,2		
serotype EU	1.329		37,6	6,2
serotype NL	14		85,7	14,3
Leghennen				
EU	38.602	2,6		
NL	3.457	0,7		
serotype EU			30,2	8,5
serotype NL	57		29,8	22,8
CF Varkens				
EU	1.590	1,6		
NL	nd ^{#6}			
serotype EU	18		11,1	16,7
serotype NL	nd ^{#6}			
Varkens				
EU	40.523	8,1		
NL	185	52,4		
serotype EU	2.145		1,6	57,6
serotype NL	49		nd ^{#6}	59,2
Varkensvlees ^{#8}				
EU	1.194	2,0		
NL	708	0,6		
serotype EU	706		nd ^{#6}	36,8
serotype NL	4		nd ^{#6}	25,0
CF Runderen				
EU	1.091	1,8		
NL	nd ^{#6}			
serotype EU	11		nd ^{#6}	9,1
serotype NL	nd ^{#6}			
Runderen				
EU	124.142	3,7		
NL	26.734	4,4		

Bron	n (monsters) ^{#1}	% pos ^{#2}	%SE ^{#3}	%ST ^{#4,5}
serotype EU	4.859		1,2	38,6
serotype NL	442		1,4	72,4
Rundvlees ^{#8}				
EU	790	0,8		
NL	435	0,5		
serotype EU	87		20,7	23,0
serotype NL	2		50,0	50,0

^{#1} :n: aantal onderzochte monsters. Opmerking: niet alle lidstaten rapporteren serotyperingsdata.

^{#2} :%pos: percentage monsters waarin Salmonella is aangetoond

^{#3} : *Salmonella* Enteritidis

^{#4} : *Salmonella* Typhimurium

^{#5} : inclusief monofasische variant 1,4,[5],12:i:-.

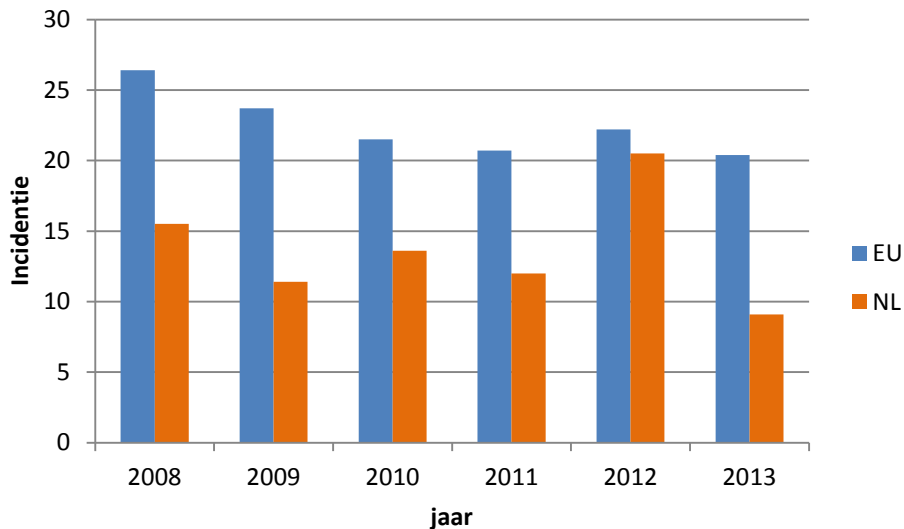
^{#6} : nd: niet aangetoond of niet gerapporteerd; nvt: niet van toepassing.

^{#7} : Zomer *et al*, 2014; overige data uit Anonymous (7, 8), 2014, 2015.

^{#8} : at retail.

Zowel in de EU lidstaten, als in Nederland is ST aangetoond in monsters van vlees van rund, varken of kip, in runderen, varkens en vleeskuikens en in mengvoer (CF) voor runderen, varkens en pluimvee. SE is aangetroffen in vlees van runderen en vleeskuikens, in runderen, varkens en vleeskuikens, maar kan niet altijd worden aangetoond in CF. SE is bijvoorbeeld wel aangetoond in CF voor varkens (11,1% van de onderzochte isolaten), maar niet in CF voor pluimvee (41 stammen getypeerd) of runderen (11 stammen getypeerd). Dit is opmerkelijk want voor de vervaardiging van de verschillende CF's wordt gebruik gemaakt van dezelfde ingrediënten. Opmerking: stammen die buiten de top 10 van meest gevonden serotypen vallen, worden niet gerapporteerd. Uit de gerapporteerde data (Anonymous (8), 2013) kan worden afgeleid dat de prevalentie van buiten de top vallende serotypen in CF voor pluimvee maximaal 2,4% bedraagt. In tegenstelling tot CF voor vleeskuikens wordt CF voor leghennen niet verhit. Dit hoeft niet te betekenen dat CF slechts een risico vormt voor de introductie van Salmonella in leghennen. CF voor vleeskuikens (en ook voor varkens en runderen) kan nl. ook via nabesmetting op de diervoederfabriek Salmonella positief worden (zie Hfdstk 6). Op basis van de prevalentie van SE in mengvoer voor varkens (11,1% van de isolaten is een SE) zou te verwachten zijn dat in de 41 EU monsters van CF voor pluimvee SE wordt aangetroffen. Dit is echter niet het geval. In CF voor runderen is ook geen SE aangetoond, maar in dit geval kan het aantal onderzochte monsters (11) te beperkt zijn om een verwachting goed te kunnen toetsen.

Ook in de aan 2013 voorafgaande jaren is door de EFSA gerapporteerd over de prevalentie van Salmonella in mens, dier, vlees en voer. SE en ST zijn de vaakst aangetroffen serotypen bij humane patiënten. De incidentie van Salmonella in de EU-lidstaten en in Nederland (humaan) in de periode 2008-2013 staat weergegeven in Figuur 4. In Nederland ligt de incidentie lager dan in Europa. De piek in 2012 in Nederland is het gevolg van de uitbraak met *S. Thompson* in koudgerookte zalm.



Figuur 4. Incidentie (meldingen per 100.000 inwoners) van Salmonella (alle serotypen) in de humane populatie in EU-lidstaten en in Nederland.
Bron: Anonymous (7, 2014; 8, 2014).

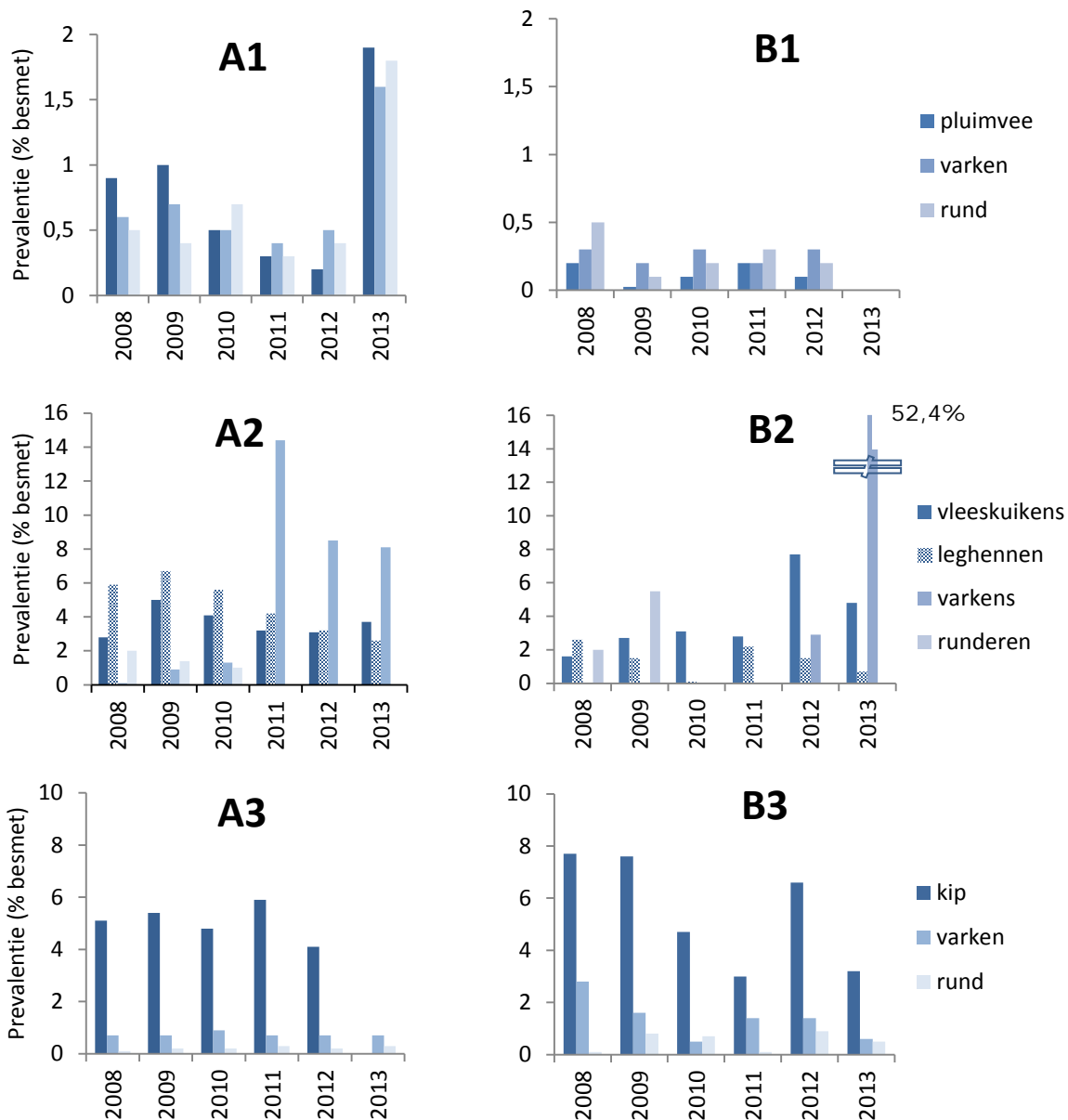
In mengvoer voor pluimvee, varken, rund ligt de prevalentie van Salmonella tussen 2008 en 2013 in Europa gemiddeld tussen de 0,5 en 1%, met een uitschieter in 2013. In Nederland liggen de prevalenties in mengvoer onder de 0,5% (Figuur 5, A1 en B1). Om onduidelijke reden wijkt de door de EFSA gerapporteerde prevalentie van Salmonella in mengvoer voor pluimvee (0,1%; Figuur 5 B1) af van de door het PVE gerapporteerde prevalentie (0,8%; Tabel 7). Over het verschil in prevalentie van Salmonella in mengvoer tussen Nederland en Europa doet de EFSA de volgende uitspraak: 'It should be highlighted that the reported proportions of positive samples might not always be representative of feedingstuffs on the national markets, as some reports might reflect intensive sampling of high-risk products.'

Salmonella komt in de periode 2008-2013 ook voor bij rund, varken en pluimvee (Figuur 5). Sinds 2011 is de prevalentie het hoogst onder varkens en het laagst bij runderen. Ook in Nederland kan Salmonella worden aangetoond bij pluimvee, runderen en varkens. Er zijn echter niet altijd data voor alle dieren uit de periode tussen 2008 en 2013 beschikbaar (Figuur 5, A2 en B2; geen data: geen kolom).

Ook vlees is een bron van Salmonella. Tussen 2008 en 2013 geldt dat zowel in Europa als in Nederland Salmonella het vaakst wordt aangetroffen in kippenvlees. Het percentage met Salmonella besmette kippenvlees monsters ligt in Europa en Nederland tussen 2008 en 2013 rond de 5%. Varkensvlees is minder vaak besmet en rundvlees het minst (Figuur 5, A3 en B3).

In 2008 kon SE worden aangetoond in de verschillende CF's, maar is ST niet als aangetoond gerapporteerd in CF voor varkens en runderen (niet getoond). Uit de gerapporteerde data kan worden afgeleid dat percentage ST in Salmonella positieve monsters van CF voor varkens lager was dan 2,1%, in CF voor rundvee was het percentage ST lager dan 2,9%. Typeringsgegevens van Salmonella isolaten in CF voor rund, varken en pluimvee worden niet altijd gerapporteerd door de lidstaten

aan EFSA. Voor Nederland geldt over het algemeen dat het aantal mengvoermonsters laag is en dat het aantal getypeerde isolaten nog lager is. In Nederland is een overall overzicht van serotypen gerapporteerd in de periode 2008-2012 (Yassin *et al*, 2015). ST en SE zijn aangetroffen in (ingrediënten van) veevoer voor rund, varken en pluimvee, maar vaker aangetoond zijn *S. Senftenberg* (20,6% van de getypeerde isolaten), *S. Mbandaka* (7,6%) en *S. Agona* en *S. Livingstone* (beide 6,4%; Yassin *et al*, 2015). In dezelfde periode konden *S. Senftenberg* (0,2%), *S. Mbandaka* (0,2%), *S. Agona* (0,3%) en *S. Livingstone* (0,2%) ook worden aangetoond bij humane patiënten. Infecties bij humane patiënten met *S. Agona*, *S. Senftenberg* en *S. Mbandaka* waren vaak reisgerelateerd (Graveland *et al*, 2013). ST en SE zijn algemeen voorkomende serotypen. Om een eventueel causaal verband aan te tonen tussen ST en SE in diervoer en bij humane patiënten is een aanvullende typeringstechniek nodig met voldoende onderscheidend vermogen om een verband te kunnen bevestigen. In deze rapportage is getracht antimicrobiële resistentie (AMR) data uit diverse MARAN (Monitoring of Antimicrobial Resistance and antibiotic usage in Animals in the Netherlands) studies uitgevoerd tussen 2002 en 2015 als aanvullende typeringstechniek te gebruiken. Op basis van de in de MARAN rapportages gepresenteerde data kon echter geen uitspraak worden gedaan over transmissie van stammen met een bepaald AMR-patroon, omdat de resistenties niet per stam worden gepresenteerd, maar per serotype.



Figuur 5. Prevalentie van Salmonella in Europa (A) en Nederland (B) in mengvoer (1), dieren (2) en vlees (3) in de periode 2008-2013. dieren: animals on farm, zoals gepubliceerd door EFSA (anonymous); vlees: at slaughter, cutting/processing level and retail, zoals gepubliceerd door EFSA. Opmerking: Om onduidelijke redenen wijken sommige gegevens over 2011 en 2012 die gebruikt zijn voor het maken van Figuur 5 B1 van de EFSA af van de gegevens zoals die vermeld staan in Tabel 4 en afkomstig zijn uit de publicatie van Yassin *et al* (2015). Bron: Anonymous (3, 2010; 4, 2011; 5, 2012; 6, 2013; en 7, 2014); Aalten *et al*, 2010.

In Nederland worden door de Inspectie voor de GezondheidsZorg (IGZ) en de NVWA monitoring en surveillance programma's uitgevoerd naar het voorkomen van zoönotische agentia, waaronder Salmonella, in mens, dier, voedsel en voer. Ook het RIVM is hierbij betrokken. Op het RIVM zijn gegevens (o.a. bron, serotype, AMR) van aangetoonde Salmonella vastgelegd in een database. Deze database bevat uit de periode 1999 – 2015 gegevens van ongeveer 33.000 Salmonella isolaten, uit verschillende bronnen als diervoer, vlees, dier en mens (pi

W. van Pelt). Van de 3.265 in deze periode uit diervoer geïsoleerde *Salmonella* stammen (alle serotypen) zijn er 2.120 getest op resistentie tegen de aangegeven antimicrobiële middelen. Hiervan beschikten 105 stammen over een resistentie voor één of meer van de gebruikte middelen. Van de op AMR geteste ST isolaten (43) bleek 44% resistent voor één of meer van de geteste antimicrobiële middelen. Een aantal van deze resistente isolaten is gevonden in diervoer waarin dierlijke bijproducten zijn verwerkt en in pet treats. Bij SE (42 isolaten) lag het percentage stammen met één of meerdere resistenties veel lager: 2,4%. Een overzicht staat weergegeven in Tabel 13.

Tabel 13. *Salmonella* in diervoermonsters uit Nederland tussen 2005 en 2015.

Serotype	ST^{#1}	SE	overig	Totaal
aantal isolaten	55	78	3.132	3.265
aantal getest op AMR ^{#2}	43	42	2.035	2.120
resistent	19	1	85	105
gevoelig	24	41	1.950	2.015

^{#1}: inclusief de monofasische variant

^{#2}: resistent tegen één of meer van de volgende antimicrobiële middelen: amoxicilline, cefotaxime, ceftazidime, gentamycine, (desoxy-) tetracycline, sulfametoxazole, trimethoprim, ciprofloxacin, nalidixine zuur of chlooramfenicol.

In andere bronnen dan diervoer, zoals bijvoorbeeld varkens, runderen, kippen en de mens, zijn ook SE (7.400) en ST (7.800) isolaten aangetoond. Geen van de isolaten met één of meerdere antibiotica resistenties bleek over een AMR patroon te beschikken dat overeenkomt met het AMR patroon van een uit diervoer of pet treats geïsoleerde SE of ST (niet getoond). Humane isolaten met één of meerdere resistenties tegen antimicrobiële middelen lijken daarmee hun oorsprong niet te hebben in diervoer.

Ge *et al* (2013) rapporteerden dat in 201 onderzochte monsters van veevoeder ingrediënten (122 dierlijke producten en 79 plantaardige producten) ca. 23% besmet was met *Salmonella*. Dit betrof voornamelijk producten van dierlijke oorsprong (42/122). Alle geïsoleerde *Salmonella* stammen waren volledig gevoelig voor geteste antibiotica. Niet uitgesloten kan worden dat niet-resistente isolaten bij de mens hun oorsprong hebben in diervoer. De fractie ST uit humane patiënten die gevoelig is voor de in Tabel 13 genoemde antimicrobiële middelen bedraagt 638/5597, de fractie gevoelige SE uit humane patiënten bedraagt 2.288/6.349.

5 Wet- en regelgeving en controle

Voor wat betreft de microbiologische veiligheid van diervoeders is o.a. de volgende algemene Europese wet- en regelgeving van toepassing:

- Verordening (EG) Nr. 178/2002 (algemene levensmiddelen verordening),
- Verordening (EG) Nr. 183/2005 (vaststelling van voorschriften voor diervoeder hygiëne),
- Verordening (EG) Nr. 882/2004 (officiële controles op de naleving van de wetgeving inzake diervoeders en levensmiddelen),
- Verordening (EG) Nr. 1069/2009 (gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten)
- Richtlijn 2002/99/EG (bewaking van zoonosen en zoonoseverwekkers)

Specifiek voor de pluimveesector geldt verordening (EG) Nr. 2160/2003 (bestrijding van Salmonella en andere zoonoseverwekkers) en afgeleiden daarvan. Tot deze afgeleiden behoren o.a.:

- Verordening (EU) Nr. 517/2011 voor legkippen van *Gallus gallus* waarin gesteld wordt dat een lidstaat moet streven het maximumpercentage dat nog positief is voor *S. Enteritidis*, *S. Infantis*, *S. Hadar*, *S. Typhimurium* (inclusief de monofasische variant), en *S. Virchow* te verminderen tot 1% of minder. In 517/2011 worden ook de verordeningen 2160/2003 en 200/2010 gewijzigd, zodat deze verordeningen ook gelden voor monofasische *Salmonella* Typhimurium met de antigene formule 1,4,[5],12:i:-.
- Verordening (EU) Nr. 200/2010 (vermeerderingskoppels) waarin opgenomen de doelstelling om het jaarlijkse maximumpercentage van volwassen vermeerderingskoppels dat positief blijft voor *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium* (inclusief de monofasische variant) te verminderen tot 1% of minder.
- Verordening (EU) Nr. 200/2012 (vleeskuikens) waarin opgenomen de doelstelling om het jaarlijkse maximumpercentage van koppels slachtkuikens dat positief blijft voor *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium* (inclusief de monofasische variant) te verminderen tot 1% of minder.

Van 2005 tot 2014 bestond in Nederland een landelijk monitoringsprogramma voor Salmonella bij vleesvarkens. Dit hield in dat van alle bedrijven die varkens leveren voor de slacht (met uitzondering van zeugen) 36 bloedmonsters per jaar moeten worden verzameld om de Salmonella-status van het bedrijf in beeld te brengen. Dit monitoringsprogramma was vanaf 2009 als verordening ingesteld. Met het opheffen van het productschap voor vee en vlees (PVV) is dit monitoringsprogramma per 1 januari 2014 komen te vervallen. Sinds 2015 kunnen bedrijven op vrijwillige, maar niet vrijblijvende basis, voldoen aan het integrale keten beheersing (IKB) productievoorwaarden reglement. In dit reglement is o.a. gesteld dat varkens, die naar het slachthuis gaan, moeten worden vergezeld van voedselketeninformatie (VKI). De deelnemers verplichten zich met betrekking tot Salmonella tot

bloedmonitoring. De resultaten worden verzameld door de gezondheidsdienst voor dieren (GD).

Ook voor runderen geldt sinds 1 januari 2010 de regeling dat alle runderen die naar het slachthuis gaan, moeten worden vergezeld van VKI. Er is geen verplichting tot het monitoren van runderen op Salmonella.

Het vervoederen van eiwitten van dierlijke oorsprong houdt een risico in op verspreiding van ziekten. In verordening (EG) Nr. 1069/2009 staan de voorschriften vermeld die gelden voor producten van dierlijke oorsprong die niet voor humane consumptie zijn bestemd. Voor veevoeder is nog andere specifieke wetgeving van kracht. In antwoord op de BSE crisis is het gebruik van van zoogdieren afkomstige eiwitten in de voeding van herkauwers verboden (94/381/EC). Dit verbod is in 2001 uitgebreid (Verordening (EG) Nr. 999/2001). Vanaf die datum is het niet toegestaan producten van dierlijke oorsprong te vervoederen aan dieren (Artikel 7, lid 1 en 2), met uitzondering van honden en katten. Nog later ((EG) Nr. 1234/2003) zijn ook carnivore pelsdieren uitgezonderd. Volgens deze laatste verordening geldt nu ook een verbod op het vervoederen aan landbouwhuisdieren van verwerkte (verkleind/verhit) dierlijke eiwitten, van herkauwers afkomstige gelatine, bloedproducten, gehydrolyseerde eiwitten, di- en tricalciumfosfaat van dierlijke oorsprong en diervoeders die dergelijke producten bevatten. Voer voor herkauwers mag de volgende dierlijke eiwitten bevatten:

- melk, melkproducten en colostrum (biest)
- eieren en eiproducten
- van niet-herkauwers afkomstige gelatine.

Aan niet-herkauwers mogen de volgende dierlijke producten worden vervoederd:

- vismeel
- gehydrolyseerde eiwitten van huiden van herkauwers en niet herkauwers
- dicalciumfosfaat en tricalciumfosfaat.

Door het verbod op het vervoederen van producten van dierlijke oorsprong aan landbouwhuisdieren is het risico op introductie van Salmonella in mengvoer voor pluimvee, varkens en vooral runderen gereduceerd.

Controle op de veiligheid van veevoer, eerst een publieke zaak, is na opheffing van de productschappen een private zaak, die wordt uitgevoerd door de sector zelf. Veevoerbedrijven kunnen zich (vrijwillig) aansluiten bij bijvoorbeeld de Nederlandse vereniging diervoederindustrie (NEVEDI; <https://www.nevedi.nl>) of Securefeed (<http://www.securefeed.eu>). SecureFeed 'ontwikkelt en beheert een gezamenlijk systeem voor monitoring en risicobeoordeling van grondstoffen en de leveranciers ervan' die zijn aangesloten bij het GMP+ programma. Op basis van expert-opinion is een risico-classificatie van ingrediënten gemaakt waarin 'overeenkomstig de HACCP principes ernst en waarschijnlijkheid tegen elkaar worden uitgezet, resulterend in een risico (score)'. De classificatie wordt jaarlijks herzien. De Overleggroep

Producenten Natte Veevoerders afgekort tot OPNV (<http://www.opnv.nl>) bevordert de toepassing van vochtrijke voedermiddelen die geproduceerd worden door de agro-, levensmiddelen- en fermentatie industrie. Deze branche vereniging levert vooral informatie over brijvoerders en stelt eisen aan deelnemers voor wat betreft hygiëne bij personeel of productie of opslag van brijvoerders (http://opnv.nl/index.php?option=com_content&view=article&id=216&Itemid=299&lang=nl). FEDIOL (<http://www.fediol.be>) is een federatieve organisatie die Europese producenten van plantaardige olie en plantaardige eiwitmelen representeert. Vanuit Nederland neemt de Vereniging van Nederlandse Fabrikanten van Eetbare Oliën en Vetten (VERNOF, <http://www.vernof.nl>) deel, de deelname is vrijwillig. De FEDIOL heeft een aantal hygiëne codes opgesteld, waaronder één voor de beheersing van Salmonella (code of practice for the control of Salmonella in oilseed crushing plants). Deelname aan FEDIOL verplicht tot het toepassen van deze code. In deze code zijn maatregelen opgenomen die het risico op Salmonella in een oliepers fabriek moeten reduceren. Deze maatregelen gelden zowel voor de productie, als voor opslag en personeel. NEFATO (<http://www.nefato.nl>) is het Nederlandse platform van FEFANA de Europese branche organisatie voor producenten en leveranciers van toevoegingsmiddelen, premixen en functional feed ingredients voor de diervoederindustrie. Tot de activiteiten van FEFANA behoort o.a. het ontwikkelen van (vrijwillige) voorschriften en handleidingen die bijdragen aan de kwaliteit en veiligheid van toevoegingsmiddelen, premixen en functional feed ingredients. Met aansluiting bij Securefeed verplichten bedrijven zich tot productie volgens gecombineerde 'Good Manufacturing Practices' (GMP) en 'Hazard Analysis and Critical Control Points' (HACCP) principes: GMP+ ([GMP+ Portaal](#)).

In dit GMP+ programma zijn de volgende microbiologische (M) normen opgenomen:

- (M3) *Enterobacteriaceae* in dierlijke bijproducten (< 300kve/g).
- (M4a) Salmonella in diervoeders, voedermiddelen, vochtrijke mengsels bestemd voor veehouderijbedrijven: afwezig.
- (M4a) Salmonella in diverse pluimveevoeders: afwezig, m.u.v. veevoer voor leghennen en opfokleghennen: 1%, maar 0% voor SE en ST.
- (M4a) Salmonella in dierlijke bijproducten: afwezig in 25 g.
- (M4b) pH:
 - max 4,5 voor spontaan gefermenteerde producten;
 - max 4 voor met organisch zuur toegevoegd;
 - max 3,5 voor met anorganisch zuur toegevoegd.
- (M5a) Schimmels in voedermiddelen (10^6 kve/g)
- (M5b) Gisten in voedermiddelen met vochtgehalte $\leq 12\%$ of $A_w \leq 0,95$ (10^6 kve/g)

Het betreft afkeurgrenzen, met uitzondering van M4a, M5a en M5b. Bij het overschrijden van deze productnormen voor Salmonella in legpluimveevoer voor leghennen en opfokleghennen (M4a), of schimmels en gisten in voedermiddelen (M5a en M5b) hoeft een partij niet te worden afgekeurd, maar dient actie te worden ondernomen (onderzoek naar oorzaak in combinatie met corrigerende maatregelen).

6 Risico-factoren en interventiemogelijkheden

Diervoer bestaat uit ruwvoer en (ingrediënten van) mengvoer. Mengvoer kan industrieel vervaardigd zijn of door zelfmengende boeren. Zoönotische agentia als Salmonella, Campylobacter en Toxoplasma kunnen in verschillende stadia van de diervoederproductieketen geïntroduceerd worden.

Omdat in hoofdstuk 2 Salmonella is geïdentificeerd als belangrijkste zoönotisch gevaar in diervoer, worden in dit hoofdstuk vooral interventie maatregelen besproken waarmee het risico op besmetting van diervoer met Salmonella kan worden verkleind. Deze maatregelen kunnen ook van toepassing zijn op andere agentia.

Algemeen geldt dat om de veiligheid van diervoer te garanderen diervoederproducenten wettelijk verplicht zijn HACCP principes toe te passen in elk stadium van de productie (niet van toepassing voor producenten van diervoer voor niet voor de voedselproductie gehouden dieren). Het gebruik van dierlijke ingrediënten in diervoeders is aan wetgeving gebonden ((EG) Nr. 1069/2009). In deze verordening zijn voorschriften vastgesteld voor dierlijk bijproducten en afgeleide producten om o.a. risico's voor de volksgezondheid te voorkomen en tot een minimum te beperken en om de voedselveiligheid van de voedsel- en voederketen te beschermen. Ook kunnen GMP regels worden toegepast. Voor de productie van plantaardige ingrediënten kunnen naast GMP ook Good Agricultural Practices (GAP) regels worden gebruikt.

In de literatuur wordt vooral verslag gedaan van de identificatie van risico-factoren voor fecale besmetting van plantaardige producten. Er zijn geen specifieke studies gevonden waarin het effect van bepaalde interventies in de primaire productie van plantaardige voeder ingrediënten is onderzocht. De in dit hoofdstuk genoemde mogelijke maatregelen in de primaire productie van plantaardige producten hebben dan ook een algemeen karakter.

Ruwvoer

In de keten diervoedergewassen (Schans, pi, 2015) worden o.a. snijmais, vers gras, hooi en kuilvoer als ruwvoer aangemerkt. Voor onbewerkt ruwvoer (niet gedroogd of ongesileerd) gelden het voorkomen van een fecale verontreiniging tijdens de teelt (gebruik van oude of verhitte dierlijke mest, kunstmest, schoon water voor irrigatie) en vogel- en ongediertebestrijding tijdens teelt en opslag als risico-beperkende maatregelen. Fecale verontreiniging tijdens opslag door vogels kan voorkomen worden door producten afgedekt op te slaan. Eenmaal besmet zijn de mogelijkheden tot interventie voor geogste producten die geen bewerking ondergaan (o.a. gras, snijmais, voederbieten en –knollen) beperkt tot het vernietigen van ongeschikt bevonden partijen. Voor grasland bestaat geen andere mogelijkheid tot interventie dan het op stal houden van dieren in combinatie met het niet vervoederen van vers gemaaid gras.

Hooi (gedroogd) en kuilvoer (gefermenteerd) ondergaan een conserverende behandeling. Ook snijmais wordt ingekuuld.

Geconserveerd ruwvoer kan fecaal besmet zijn bij de teelt of fecaal besmet raken door ongedierte of vogels tijdens verwerking en opslag.

Het voorkómen van een fecale verontreiniging tijdens de teelt (gebruik van kunstmest, oude of verhitte dierlijke mest en schoon water) en ongediertebestrijding en afdekking (vogels) tijdens teelt en opslag (ongediertebestrijding tijdens opslag is ook van toepassing als interventie maatregel voor *Toxoplasma*) zijn risico-beperkende maatregelen voor geconserveerd ruwvoer. Fermentatie heeft een kiemdodende werking, ook van drogen gaat een kiemdodende werking uit. De snelheid waarmee *Salmonella* afsterft in gefermenteerde of gedroogde producten hangt af van de pH en soort en concentratie van gevormde organische zuren (fermentatie) en de a_w (gedroogde producten). Zorgvuldige, droge opslag van gedroogd ruwvoer beperkt het risico op uitgroei van eventueel aanwezige *Salmonella*.

Industrieel vervaardigd voer

De kwaliteit van grondstoffen voor de vervaardiging van mengvoer ((afgeleiden of bijproducten van) luzernebrok, voederbieten en knollen, graangewassen, peulvruchten, oliezaad, suikerbieten, aardappels, schilfers en schroten, maniok, olie en vet, dierlijke bijproducten, vismeel, rest- en retourstromen uit de levensmiddelenindustrie, restaurantafval en reststromen uit de biofuel en alcoholindustrie, zoals beschreven door Schans), is van invloed op de kwaliteit van het eindproduct. In de EFSA publicatie (Anonymous (2), 2008) wordt gesteld dat tijdens de primaire productie van plantaardige grondstoffen voor industrieel vervaardigde diervoeders een fecale verontreiniging kan optreden door het gebruik van mest. Er worden verschillende maatregelen gesuggereerd die zouden kunnen bijdragen aan de beperking van dit risico, zoals het gebruik van mest ouder dan 2 maanden of verhitte mest. Een fecale verontreiniging tijdens de primaire productie van plantaardige producten kan ook veroorzaakt worden door andere dieren, ongedierte, vogels en door het gebruik van gecontamineerd irrigatiewater (voor een recent review, zie: Jung *et al*, 2014). Het gebruik van schoon water, ongediertebestrijding en maatregelen gericht op het afschrikken van vogels in de productieomgeving kunnen het risico op fecale verontreiniging in de primaire productie mogelijk ook beperken.

In de bewerkingsfase kan een besmetting geïntroduceerd of verspreid worden als gevolg van onvoldoende hygiëne via personeel, apparatuur en opslagfaciliteiten. Naast toepassing van HACCP en GMP principes kan de controle van de luchtvochtigheid in productie- en opslagruimtes van gedroogd voer bijdragen aan een verminderd risico omdat daarmee de groei van eventueel aanwezige micro-organismen wordt geremd. In de bewerkingsfase kunnen dierlijke ingrediënten worden geïntroduceerd. Het gebruik van dierlijke ingrediënten is wettelijk geregeld voor de productie van diervoeders van voedselproducerende landbouwhuisdieren, maar voor de productie van diervoeders en versnaperingen voor gezelschapsdieren en voor diervoeders voor landbouwhuisdieren die niet gehouden worden voor de voedselproductie bestaan geen wettelijke hygiënevoorschriften. Verplichtstelling van een kiemreducerende bewerking (verhitting bijvoorbeeld) van voer en versnaperingen kan het risico op transmissie van zönotische agentia via gezelschapsdieren en dieren die niet als voedselbron worden gehouden beperken.

Naast dierlijke ingrediënten worden ook natte en droge reststromen uit de levensmiddelenindustrie toegepast in de productie van diervoeders.

Afhankelijk van het koolhydraatgehalte worden natte producten aangezuurd (toegevoegd zuur) of gefermenteerd (natuurlijke verzuurd) aangeleverd (Anonymous (11), 2006). De effectiviteit (mate van Salmonella reductie) van de methode is afhankelijk van type gebruikte of geproduceerde zuren in combinatie met de bereikte pH (Van Winsum *et al*, 2000). Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat in correct gesileerde natte reststromen (snel en voldoende verzuurd) een risico bestaat op Salmonella. Gedroogde reststromen bestaan uit koek- en broodresten. Deze moeten vrij zijn van Salmonella, maar een besmetting kan optreden bij transport en opslag. HACCP, hygiënische, droge, afgedekte opslag en ongediertebestrijding kunnen een besmetting bij transport en opslag voorkomen en een zoönotisch risico in een onbedoeld besmet product beperken.

De genoemde mogelijke maatregelen in de bewerkingsfase zijn ook van toepassing in de handelsfase. Transportmiddelen kunnen ook een bron van besmetting kunnen zijn. Onvoldoende reiniging kan aanleiding geven tot kruisbesmetting van partijen. Open transport geeft een risico op fecale verontreiniging door ongedierte en vogels. Maatregelen gericht op hygiëne, reiniging en desinfectie tussen transport van verschillende batches voer en voorkómen van besmetting door bijvoorbeeld vogels kunnen het risico op een fecale besmetting in de handelsfase beperken.

Ook op de boerderij zullen maatregelen gericht op het voorkómen van besmetting door bijvoorbeeld ongedierte het risico op een fecale besmetting. Zorgvuldige, droge opslag van gereed mengvoer op de boerderij beperkt het risico op uitgroei van eventueel aanwezige Salmonella.

Indien het productie proces van mengvoer geen kiemreducerende stap bevat, dan vormt ingangscntrole van grondstoffen een kritisch controle punt in de productie. Inzicht in de aanwezigheid van een fecale indicator (bijv. *E. coli*) biedt producenten van veevoer de mogelijkheid om fecaal besmette grondstoffen (dus met verhoogd risico op aanwezigheid van Salmonella) uitsluitend te verwerken in voeders die een kiemreducerende behandeling ondergaan.

Kiemreductie in grondstoffen of eindproduct door middel van chemische (aanzuren) en/of fysische (verhitten, drogen) inactivatie vormt mogelijk een belangrijke interventie-maatregel. Maar dan wel in combinatie met maatregelen gericht op het voorkomen van een nabesmetting, zoals kan worden afgeleid uit de bevinding dat zowel onverhit mengvoer voor leghennen als gepelletteerd (verhit) mengvoer voor vleeskuikens besmet kan zijn met Salmonella. Hierbij dient opgemerkt te worden dat pelletteren niet op de temperatuur gestuurd wordt (p.i. Hoetelmans-Vlot, AgruniekRijnvallei) en dat pelletteren dus mogelijk niet altijd een maximaal kiemdodend effect heeft.

Nabesmetting van gereed mengvoer geldt als een belangrijk risico. Om het risico op nabesmetting te reduceren zullen strikte hygiëne regels opgesteld en toegepast moeten worden. Dat betekent strikte regels (HACCP + GMP: GMP+) voor wat betreft training van personeel, bouw van apparatuur, proces condities, gebouwen, logistiek (transportvoertuigen), onderhoud en schoonmaken. Op een mengvoer bedrijf moet specifiek aandacht geschonken worden aan stof controle, aan een indeling in schoon en vuil en aan ongedierte bestrijding (Jones, 2011; Morita *et al*, 2006; Wierup and Kristoffersen, 2014).

Toevoeging van organische zuren aan verhit of gedroogd voer reduceert de risico's verbonden aan een na-besmetting. Juiste opslag (droog) van gepelletteerd veevoer draagt bij aan controle op uitgroei van een eventueel aanwezig microbiologisch gevaar in diervoer.

Voor veehouders die zelf voer samenstellen maar niet verhitten, kan aanzuring van het voer het risico op aanwezigheid van een microbiologische besmetting verkleinen.

7 Toekomstige ontwikkelingen

Vergelijking van het grondstoffen verbruik voor de productie van mengvoer (FEFAC, 2014) laat zien dat er de afgelopen tien jaar nauwelijks veranderingen hebben plaatsgevonden. Ook voor de toekomst zien vertegenwoordigers uit de veevoedersector die aanwezig waren tijdens de expert meeting (maart 2016, zie bijlage) geen grote nieuwe ontwikkelingen in de diervoeder-industrie die van invloed zouden kunnen zijn op de microbiologische veiligheid van diervoer.

Stijgende prijzen voor graan en soja zouden het gebruik van alternatieve eiwitbronnen, zoals insecten en algen, kunnen stimuleren. Hieraan zijn mogelijk andere microbiologische risico's verbonden dan aan het gebruik van soja en graan. Algen kunnen gezien worden als een alternatief plantaardig onderdeel van de feed-to-farm keten, met mogelijk andere bemestingsbehoeften en dus andere besmettingsbronnen dan graan of soja. Insecten vormen een extra schakel in die keten. Insecten moeten weer gevoerd worden met producten die nu geen onderdeel uitmaken van de feed-to-farm keten, waarmee mogelijk een nieuw, extra microbiologisch risico wordt geïntroduceerd.

Stijgende prijzen voor soja en graan, maar ook een maatschappelijk verhoogd duurzaamheidsbesef, zouden de herintroductie van het gebruik van diermelen kunnen bevorderen. In verband met anti-kannibalisme wetgeving (Verordening (EG) Nr. 999/2001) zou in eerste instantie gedacht kunnen worden aan het gebruik van diermeel van pluimvee voor bijvoorbeeld varkens en varkensmeel voor pluimvee (Rijksoverheid, 2011), maar ook herintroductie van diermeel van herkauwers in veevoerders zou in de toekomst kunnen plaatsvinden. Eiwitrijke producten van dierlijke oorsprong vormen een belangrijke bron van Salmonella (Anonymous (2), 2008).

Als gevolg van een verminderd vleesverbruik (duurzaamheid), van vergroting van de melkveestapel (internationale vraag naar melkpoeder, liberalisering van melkquota) of van bijvoorbeeld een veranderende consumptie-verhouding tussen roodvlees en witvlees kunnen veranderingen plaatsvinden in de omvang of samenstelling van de veestapel in Nederland. Welke gevolgen dit zal hebben voor de microbiologische veiligheid van veevoeder en of dat gevolgen heeft voor de volksgezondheid is niet eenduidig aan te geven.

Een verhoogd duurzaamheidsbesef kan mogelijk gevolgen hebben voor het aanbod van retour- en reststromen uit de levensmiddelenindustrie. De gevolgen hiervan kunnen twee kanten opgaan. Levensmiddelen blijven langer behouden voor humane consumptie waardoor er andere bronnen voor de productie van diervoer gezocht zullen moeten worden, anderzijds kan een vergroot aanbod van retour- en reststromen uit de levensmiddelenindustrie die nu niet vervoerd (mogen) worden, leiden tot een vergroot aanbod van grondstoffen voor diervoer. Beide veranderingen kunnen ook tegelijk optreden. Onduidelijk is wat de gevolgen hiervan zijn voor de microbiologische veiligheid van diervoeders.

Veranderingen in het assortiment van levensmiddelen, bijvoorbeeld meer ready-to-eat producten en koelverse complete maaltijden, kunnen aanleiding vormen voor een veranderd aanbod van ingrediënten voor de

diervoeder industrie. Onduidelijk is wat de gevolgen hiervan zijn voor de microbiologische veiligheid van diervoeders.

Een toename van het aantal zelfmengende boeren, nu ook onder pluimveehouders, die niet deelnemen aan een programma ter waarborging van de kwaliteit en veiligheid van het door hen vervaardigde voer kan gevolgen hebben voor de microbiologische veiligheid van veevoer.

8 Discussie en conclusies

Van de zoönotische infecties opgelopen via direct contact met een dier en door consumptie van besmet voedsel in Nederland in 2012 gaven infecties met *Campylobacter*, *Toxoplasma* en *Salmonella* de hoogste ziektelast (Tabel 4). In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op mogelijke bronnen van infecties met deze agentia. Infecties bij de mens met *Campylobacter* kunnen worden opgelopen via direct contact met dieren, maar de grootste bijdrage aan de ziektelast verbonden aan infecties met *Campylobacter* wordt toegeschreven aan de consumptie van besmet pluimveevlees, afkomstig van met *Campylobacter* besmet pluimvee. Omgevingsfactoren vormen een risico op besmetting van een pluimveestal met *Campylobacter*. Onvoldoende reiniging en desinfectie van stallen voor introductie van een nieuw koppel vormt daarbij het grootste risico. Voer lijkt geen belangrijke rol te spelen, maar voer kan tussen productie en gebruik tijdens transport en opslag besmet raken met *Campylobacter*.

De consumptie varkensvlees levert de grootste bijdrage aan de incidentie van *Toxoplasma* via voedsel van dierlijke oorsprong, direct contact speelt een beperkte rol. Varkens die niet op stal worden gehouden maar toegang hebben tot de buiten de stal hebben een verhoogd risico op *Toxoplasma*. Diervoeders worden niet als risico-factor beschreven.

De via direct contact met dieren en voedsel van dierlijke oorsprong veroorzaakte humane infecties met *Salmonella* (Tabel 6) leveren een hoge bijdrage aan de ziektelast. Op basis van de EFSA publicatie (Anonymous (2), 2008) en Hinton (2000) kan gesteld worden dat van de belangrijkste veroorzakers van een zoonose bij de mens (*Campylobacter*, *Toxoplasma* en *Salmonella*) vooral *Salmonella* diervoer als bron zou kunnen hebben.

In de literatuur zijn voorbeelden aanwezig waarin de rol van veevoer als bron van *Salmonella* bij de mens staat beschreven. *S. Agona* in vismeel uit Peru zou via pluimvee in de Verenigde Staten in de humane voedselketen terechtgekomen zijn gekomen (Crump *et al*, 2002). Dit is als verklaring gebruikt voor een daarna toenemend aantal patiënten dat geïnfecteerd bleek met een *S. Agona*. In deze publicatie wordt ook verwezen naar andere studies waarin patiënten besmet zijn met een type *Salmonella* dat voorkwam in een geconsumeerd product van dierlijke oorsprong en in diervoer van dierlijke oorsprong.

Direct contact met dieren vormt een risico op infectie met zoönotische agentia als *Salmonella* en *Campylobacter*. Er zijn publicaties gevonden die aantonen dat direct contact met diervoer of gezelschapsdieren die besmet waren vanuit voer mogelijk kan leiden tot een humane infectie. Ook contact met dieren tijdens kinderboerderijbezoek kan leiden tot een infectie. In welke mate diervoer als oorspronkelijke bron van infectie een bijdrage levert aan de humane ziektelast als gevolg van direct contact met besmet diervoer of met vanuit diervoer besmette dieren is niet duidelijk. De mate van transmissie bij de verschillende vormen van direct contact en de frequentie ervan zijn onbekend. Daarnaast kunnen dieren ook via andere routes besmet zijn geraakt.

In diervoer worden vele serotypen van *Salmonella* aangetroffen. Om bij de mens via consumptie van dierlijke producten problemen te kunnen veroorzaken moeten serotypen die voorkomen in diervoer in ieder geval kunnen overleven in de verschillende schakels van de dierproductieketen (dier en dierlijke producten). Verschillende *Salmonella* serotypen kennen een verschillend gastheerbereik en/of verschillende gastheerspecificiteit (Van Amsterdam *et al*, 2004). *S. Enteritidis* en *S. Typhimurium* zijn voorbeelden van serotypen met een breed gastheerbereik. Deze studie heeft laten zien dat *S. Typhimurium* en *S. Enteritidis* voorkomen in veevoer, in verschillende landbouwhuisdieren en in dierlijke producten en het zijn de vaakst geïdentificeerde serotypen bij humane patiënten met een salmonellose. Het is dus mogelijk dat humaan pathogene *Salmonella* stammen hun oorsprong hebben in diervoer en via de dierlijke productieketen de mens kunnen infecteren, maar op basis van alleen serotyperingsdata is een causaal verband niet te leggen (Hald *et al*, 2006). De gebruikte typeringstechnieken voor *Salmonella* hebben een onvoldoende onderscheidend vermogen waardoor het ontbreekt aan voldoende inzicht in de rol van de verschillende bronnen van *Salmonella* waaraan dieren, dierlijke producten en mensen worden blootgesteld. Bij vergelijking van AMR gegevens van ST en SE isolaten uit vlees, dier en mens bleek geen van deze isolaten over een AMR patroon te beschikken dat overeenkwam met het AMR patroon van een uit diervoer of pet treats geïsoleerde SE of ST. Humane isolaten met één of meerdere resistenties tegen antimicrobiële middelen lijken daarmee hun oorsprong niet te hebben in diervoer.

Op basis van een uitgebreide literatuurstudie komen O' Connor *et al* (2008) tot de conclusie dat voedereigenschappen als verzuurd, verhit, gepelletterd, fijn of grof vermalen en droog of nat nauwelijks effect hebben op de *Salmonella* status van de dieren en dat mogelijk andere bronnen van besmetting dus een rol spelen. Dieren kunnen via medewerkers, water of ongedierte en andere dieren besmet raken. Bij de besmetting van landbouwhuisdieren zijn vlg. Davies *et al* (2004) on-farm infectie cycli belangrijker dan veevoer. Een ander aspect is dat de uitwisseling van *Salmonella* bidirectionaal is, d.w.z. dat landbouwhuisdieren ook knaagdieren en vogels (*Salmonella* in feces van vogels en knaagdieren met bepaalde serotypen komen ook voor bij landbouwhuisdieren) kunnen besmetten en zo zorgen voor het in stand houden en verspreiden van *Salmonella* infecties (Andrés-Barranco *et al*, 2014). Dieren kunnen later in de keten, in het slachthuis besmet raken. Bekend is het risico op kruisbesmetting van niet-besmette varkens tijdens lairage op een slachthuis door contact met besmette varkens. Nog verder in de vleesproductieketen kunnen karkassen van runderen, varkens of kippen besmet raken via apparatuur of medewerkers.

Indien diervoer een bron van *Salmonella* is, dan kan over de bijdrage van deze bron aan het aantal humane gevallen van *Salmonella* infecties uitsluitend een kwalitatief oordeel worden gegeven. Naast het feit dat niet alle bronnen van *Salmonella* onderzocht worden, is het niet duidelijk in hoeverre de gegevens die wel beschikbaar zijn representatief zijn voor de werkelijke situatie. Het ontbreken van een standaard bemonsteringsschema voor veevoer in de EU en andere factoren als inhomogene besmetting (Davies *et al*, 2004) en

onbekende batchgrootte dragen er verder toe bij dat prevalentiegegevens van Salmonella in veevoermonsters moeilijk te interpreteren zijn (Binter *et al*, 2011; Matt *et al*, 2015). Ook is onduidelijk in hoeverre lidstaten typeringsgegevens van Salmonella in de diverse monsters uit de voedselproductieketens aanleveren. Voor Salmonella in leghennen (Verordening (EG) Nr. 1168/2006) en vleeskuikens (Beschikking 2008/815/EG) geldt dat monsters waarin *S. Enteritidis* of *S. Typhimurium*, inclusief de monofasische variant met antigene formule 1,4,[5],12:i:- (Anonymous (9), 2010), is aangetoond, gerapporteerd moeten worden, onduidelijk is hoe lidstaten de resultaten van Salmonella positieve monsters noteren en rapporteren aan EFSA waarin een ander serotype dan Enteritidis of Typhimurium wordt aangetoond.

En er is geen inzicht in de Salmonella status van diervoeders die geproduceerd worden door niet-geregistreerde bedrijven en van diervoeders die door boeren zelf worden gemengd. Ook dit maakt dat een kwantitatief oordeel over de bijdrage van in diervoer aanwezige Salmonella niet mogelijk is.

Mocht diervoer besmet zijn, dan kan door diervoeders een kiemreducerende behandeling te geven, bijvoorbeeld door verhitting, een eventueel aanwezig microbiologisch gevaar verkleind of ongedaan gemaakt worden. Vanwege het gevaar van een nabesmetting van gereed product met stof van besmette, nog onbehandelde ingrediënten voor diervoer, zal een kiemreducerende behandeling van diervoeders plaats moeten vinden in combinatie met strikte hygiëne maatregelen gericht op het voorkomen van zo' n nabesmetting.

Niet al het industrieel vervaardigde mengvoer wordt verhit. Vanwege dit gegeven, het moeilijk te beheersen risico van een nabesmetting van wel verhit mengvoer en de combinatie van een snelle verwerking en het ontbreken van een voldoende snelle microbiologische analyse techniek, verdient een preventieve benadering gericht op het beheersen van zoönotische agentia in diervoer de voorkeur. In dit kader kunnen handhaving van het heersende verbod op het gebruik van diermeel en het verplicht stellen van het gebruik Salmonella-vrije ingrediënten voor de productie van diervoeders, gekoppeld aan strikte hygiëne tijdens verwerking, transport en opslag van gereed product het risico op microbiologisch verontreinigd diervoer beperken.

Samenvattend

1. Wat zijn de specifieke microbiologische gevaren voor de volksgezondheid die zich in de veevoeder productieketen kunnen voordoen?

Diervoer bestaat uit ruwvoer en mengvoer. In diervoer komen zoönotische agentia voor. Deze kunnen via de landbouwhuisdieren en aquacultuur terecht komen in de humane voedselketen. Ook bij direct contact met deze maar ook andere dieren (gezelschapsdieren, paard-achtigen, pels- en kinderboerderijdieren) kunnen deze agentia worden overgedragen op de mens. Van de via voedsel en direct contact met dieren overdraagbare zoönotische agentia die een hoge ziektelast veroorzaken in Nederland (Salmonella, Campylobacter en Toxoplasma), wordt in diervoer met name Salmonella

aangetroffen. Het zijn vooral dierlijke en eiwitrijke productstromen zowel van plantaardige als van dierlijke oorsprong, gebruikt voor de productie van mengvoer, waar Salmonella in kan worden aangetroffen.

2. Wat zijn de prevalenties/incidenties van de microbiologische gevaren en de mate van contaminaties van die gevaren in de keten en wat zijn de carry-over gegevens van die gevaren via consumptie van diervoer naar humaan.

Van ruwvoer zijn geen prevalentiegegevens van Salmonella gevonden. In 1 tot 2 % van de monsters van industrieel mengvoer voor pluimvee, varkens en runderen kan Salmonella worden aangetoond. In 0,5 – 1,5% van de monsters van oliezaden en afgeleide producten wordt Salmonella aangetroffen. In andere plantaardige ingrediënten voor mengvoer bedraagt de prevalentie ongeveer 0,5%. Salmonella wordt niet elk jaar aangetroffen in vismeelmonsters. Er zijn beperkt gegevens gevonden over het voorkomen van Salmonella in diervoeders voor andere dieren dan landbouwhuisdieren die bestemd voor zijn voor de voedselproductie.

Besmet diervoer zou kunnen leiden tot besmette dieren. Direct contact met deze dieren, of consumptie van producten van besmette dieren kan leiden tot humane infecties. Kwantitatieve schattingen van de bijdrage van in diervoer voorkomende humane pathogene micro-organismen aan de humane ziektelast zijn met de voorhanden zijnde gegevens niet mogelijk:

- Er bestaan andere bronnen van in veevoer voorkomende humane pathogene micro-organismen die landbouwhuisdieren of hun producten kunnen besmetten. Over hun bijdrage aan besmetting van landbouwhuisdieren is geen kwantitatieve informatie beschikbaar.
- Er bestaat geen gestandaardiseerde bemonsteringsmethode voor diervoeders. Het ontbreekt aan voldoende en representatieve kwantitatieve gegevens van in diervoer voorkomende pathogene micro-organismen.
- Er zijn onvoldoende bruikbare gegevens gevonden over direct contact met dieren of besmet diervoer.
- Er wordt vooral onderzoek gedaan naar en gerapporteerd over het voorkomen van Salmonella.
- De gebruikte typeringstechniek voor Salmonella heeft onvoldoende onderscheidend vermogen om een eventueel causaal verband tussen bron en patiënt aan te tonen.

3. In welke schakels van de ketens doen de gevaren zich voor c.q. worden ze geïntroduceerd?

Dierlijke ingrediënten en al dan niet geïmporteerde eiwitrijke plantaardige ingrediënten voor de vervaardiging van mengvoer zijn veelal de bron van Salmonella. Dierlijke ingrediënten kunnen afgeleid zijn van besmette dieren of kunnen besmet raken bij de slacht en verdere verwerking van dieren. Plantaardige ingrediënten kunnen bij de teelt (mest, ongedierte, irrigatiewater), bij verwerking (besmetting op crushing fabrieken)

of tijdens (open) transport en tijdens opslag (ongedierte, vogels) verontreinigd raken. Bij het lossen van deze ingrediënten op een mengvoer fabriek kan hierbij vrijkomend besmet stof zorgen voor nabesmetting van partijen veevoer die al een hittebehandeling hebben ondergaan. Medewerkers kunnen besmettingen via kleding en schoenen overbrengen. Veevoer kan in een diervoederfabriek ook besmet raken door ongedierte.

4. Welke mogelijkheden voor interventie in de ketens zijn aanwezig om de gevaren voor de veiligheid van diervoeder te minimaliseren?

Mocht diervoer microbiologisch besmet zijn, dan kan door diervoeders een kiemreducerende behandeling te geven, bijvoorbeeld door verhitting, een eventueel aanwezig microbiologisch gevaar verkleind of ongedaan gemaakt worden. Vanwege het gevaar van nabesmetting van gereed industrieel mengvoer met stof vanuit besmette, nog onbehandelde ingrediënten voor diervoer, zal een kiemreducerende behandeling van dergelijk diervoeder plaats moeten vinden in combinatie met strikte hygiëne maatregelen gericht op het voorkomen van zo'n nabesmetting. Dit geldt niet alleen voor industrieel vervaardigde mengvoeders voor landbouwhuisdieren die als voedselbron worden gehouden, maar ook voor de productie van industrieel vervaardigd gedroogd diervoer voor gezelschapsdieren.

Niet al het industrieel vervaardigde mengvoer wordt echter verhit. Vanwege dit gegeven en de combinatie van het risico op nabesmetting, de hoge omloopsnelheid van mengvoer en het ontbreken van een voldoende snelle detectietechniek voor bijvoorbeeld Salmonella is een preventieve benadering van microbiologische risico's in diervoer noodzakelijk.

In dit kader kan het verplicht stellen van het gebruik Salmonella-vrije ingrediënten voor de productie van diervoer, gekoppeld aan strikte hygiëne tijdens verwerking en opslag van gereed product het risico op microbiologisch verontreinigd diervoer beperken.

5. Welke ontwikkelingen in de ketens die de diervoeder-respectievelijk de voedselveiligheid vergroten of verkleinen zijn er tot 2025 te verwachten?

Het gebruik van alternatieve eiwitbronnen (algen, insecten) en herintroductie van het gebruik van diervoeder zouden gevolgen kunnen hebben voor de microbiologische veiligheid van veevoer.

Als gevolg van een vergroot maatschappelijk duurzaamheidsbesef kunnen veranderingen optreden in het aanbod (soort en omvang) van rest- en retourstromen en bijproducten uit de levensmiddelenindustrie. Dit heeft mogelijk gevolgen voor de samenstelling en daarmee de (microbiologische) veiligheid van veevoer.

Een toename van het aantal zelfmengende boeren heeft mogelijk gevolgen voor de diervoederveiligheid.

Referenties

Verordeningen, beschikkingen en richtlijnen

92/117/EEG inzake maatregelen voor de bescherming tegen bepaalde zoönoses en bepaalde zoönoseverwekkers bij dieren en in produkten van dierlijke oorsprong ten einde door voedsel overgedragen infecties en vergiftigingen te voorkomen. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:31992L0117&qid=1462970127268&from=EN>.

(EG) Nr. 178/2004 tot vaststelling van de algemene beginselen en voorschriften van de levensmiddelenwetgeving, tot oprichting van een Europese Autoriteit voor voedselveiligheid en tot vaststelling van procedures voor voedselveiligheidsaangelegenheden. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&from=NL>.

(EG) Nr. 183/2005 tot vaststelling van voorschriften voor diervoederhygiëne . Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2005:035:0001:0022:NL:PDF>.

(EG) Nr. 882/2004 inzake officiële controles op de naleving van de wetgeving inzake diervoeders en levensmiddelen en de voorschriften inzake diergezondheid en dierenwelzijn. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32004R0882&from=en>.

2003/99/EG inzake de bewaking van zoönoses en zoönoseverwekkers en houdende wijziging van Beschikking 90/424/EEG van de Raad en intrekking van Richtlijn 92/117/EEG van de Raad. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003L0099&from=en>.

(EG) Nr. 2160/2003 inzake de bestrijding van Salmonella en andere specifieke door voedsel overgedragen zoönoseverwekkers . Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R2160&from=EN>.

(EU) Nr. 517/2011 ter uitvoering van Verordening (EG) nr. 2160/2003 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft een doelstelling van de Unie voor het verminderen van de prevalentie van bepaalde serotypes van Salmonella bij legkippen van *Gallus gallus* en tot wijziging van Verordening (EG) nr. 2160/2003 en Verordening (EU) nr. 200/2010 van de Commissie. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R0517&from=NL>.

(EG) Nr 1168/2006 ter uitvoering van Verordening (EG) nr. 2160/2003 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft een communautaire doelstelling voor het verminderen van de prevalentie van bepaalde serotypen *Salmonella* bij legkippen van *Gallus gallus* en tot wijziging van de Verordening (EG) nr. 1003/2005. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1168&from=EN>.

(EU) Nr. 200/2010 ter uitvoering van Verordening (EG) nr. 2160/2003 van het Europees Parlement en de Raad wat betreft een doelstelling van de Unie voor het verminderen van de prevalentie van serotypen *Salmonella* bij volwassen vermeerderingskoppels van *Gallus gallus*. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32010R0200&qid=1462966353263&from=EN>.

(EU) Nr. 200/2012 tot vaststelling van een doelstelling van de Unie voor het terugdringen van *Salmonella enteritidis* en *Salmonella typhimurium* bij koppels slachtkuikens, als vastgesteld in Verordening (EG) nr. 2160/2003 van het Europees Parlement en de Raad. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012R0200&from=NL>.

(EG) Nr 1069/2009 tot vaststelling van gezondheidsvoorschriften inzake niet voor menselijke consumptie bestemde dierlijke bijproducten en afgeleide producten en tot intrekking van Verordening (EG) Nr. 1774/2002 (verordening dierlijke bijproducten). Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:300:0001:0033:NL:PDF>.

94/381/EG betreffende bepaalde beschermende maatregelen ten aanzien van boviene spongiforme encefalopathie en het vervoederen van van zoogdieren afkomstig eiwit. Online beschikbaar: <http://publications.europa.eu/nl/publication-detail/-/publication/474716a3-1ebd-4f30-8aee-1db8ac3bcee8/language-nl>.

(EG) Nr 999/2001 houdende vaststelling van voorschriften inzake preventie, bestrijding en uitroeiing van bepaalde overdraagbare spongiforme encefalopathieën. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32001R0999&qid=1462967343941&from=EN>.

EG (Nr) 1234/2003 tot wijziging van de bijlagen I, IV en XI bij Verordening (EG) nr. 999/2001 van het Europees Parlement en de Raad en Verordening (EG) nr. 1326/2001 wat betreft overdraagbare spongiforme encefalopathieën en diervoeding. Online beschikbaar: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/PDF/?uri=CELEX:32003R1234&qid=1462967236614&from=EN>.

Overige literatuur en websites

Aalten, M, O Stenvers, W van Pelt, M Braks, B Schimmer and M Langelaar. 2010. Staat van Zoönosen 2009. Rapport 330131002/2010, Bilthoven.

Aalten, M, A de Jong, O Stenvers, M Braks, I Friesema, C Maassen, W van Pelt, B Schimmer and P Geenen. 2011. Staat van Zoönosen 2010. Rapport 330291007/2011, Bilthoven.

Alonso, VA, CM Pereyra, LAM Kellers, AM Dalcero, CAR Rosa, SM Chiacchiera and LR Cavaglieri (2013). Fungi and mycotoxins in silage: an overview. *Journal of Applied Microbiology* 115: 637-643.

Andrés-Barranco, S, JP Vico, V Garrido, S Samper, S Herrera-León, C de Frutos and RC Mainar-Jaime. 2014. Role of wild bird and rodents in the epidemiology of subclinical salmonellosis in finishing pigs. *Foodborne Pathogens and Disease* 11: 689-697.

Anonymous (1). 2015. Microbiologische ziekteverwekkers: incidentie, sterfte, ziektelast en kosten per ziekteverwekker en blootstellingsroute. <http://www.nationaalkompas.nl> (geraadpleegd november 2015).

Anonymous (2). 2008. Microbiological risk assessment in feedingstuffs for food-producing animals. *The EFSA Journal* 720: 1-84.

Anonymous (3). 2010. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2008. *EFSA Journal* 8: 1496,-.

Anonymous (4). 2011. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2009. *EFSA Journal* 9: 2090,-. doi:10.2903/j.efsa.2011.2090

Anonymous (5). 2012. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2010. *EFSA Journal* 10: 2597,-. doi:10.2903/j.efsa.2012.2597.

Anonymous (6). 2013. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2011. *EFSA Journal* 11: 3129,-. doi:10.2903/j.efsa.2013.3129.

Anonymous (7). 2014. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2012. *EFSA Journal* 12: 3547,-. doi:10.2903/j.efsa.2014.3547.

Anonymous (8). 2015. The European Union summary report on trends and sources of zoonoses, zoonotic agents and foodborne outbreaks in 2013. *EFSA Journal* 13: 3991,-. doi:10.2903/j.efsa.2015.3991.

Anonymous (9). 2010. Scientific opinion on monitoring and assessment of the public health risk of '*Salmonella* Typhimurium-like' strains. *EFSA Journal* 8: 1826,-. doi: 10.2903/j.efsa.2010.1826.

Anonymous (10). 2015. GMP+ Feed certification scheme (versie 4 november 2015). GMP+ International.

Anonymous (11). 2006. Opinion of the scientific panel on additives and products or substances used in animal feed for the establishment of guidelines on the assessment of safety and efficacy of silage additives, on a request from the Commission under article 7(5) of Regulation (EC) No 1831/2003. The EFSA Journal 349: 1-10.

Bastiaans, N. 2012. Ontwikkelingen Vis, schaal- en schelpdieren Nederland. <http://docplayer.nl/7202294-Noa-bastiaans-27-maart-2012.html>

Behravesh, CB, A Ferraro, M Deasy III, V Dato, M Moll, C Sandt, NK Rea, R Rickert, C Marriott, K Warren, V Urdaneta, E Salehi, E Villamil, T Ayers, RM Hoekstra, JL Austin, S Ostroff and IT Williams. 2010. Human Salmonella infections linked to contaminated dry dog and cat food, 2006-2008. Peditricks 126: 477-483.

Bertrand, S, R Rimhanen-Finne, FX Weill, W Rabsch, L Thornton, J Perevoscikovs, W van Pelt and M Heck. 2008. Salmonella infections associated with reptiles: the current situation in Europe. Eurosurveillance 13: 264-269.

Binter, C, JM Straver, P Häggblom, G Bruggeman, P-A Lindquist, J Zenetk and MG Andersson. 2011. Transmission and control of Salmonella in the pig feed chain: a conceptual model. International Journal of Food Microbiology 145: S7-S17.

Bouwknegt, M, AW van de Giessen, WDC Dam-Deisz, AH Havelaar, NJD Nagelkerke and AM Henken. 2004. Risk factors for the presence of *Campylobacter spp.* In Dutch broiler flocks. Preventive Veterinary Medicine 62: 35-49.

Bouwknegt M, MJJ Mangen, IHM Friesema, W van Pelt and AH Havelaar. 2014. Disease burden of food-related pathogens in the Netherlands, 2012. RIVM rapport , Bilthoven, the Netherlands.

Boyer, DG and W Kuczynska. 2010. Prevalence and concentration of cryptosporidium oocysts in beef cattle paddock soils and forage. Foodborne Pathogens and Disease 7: 893-900.

Bull, SA, VM Allen, G Domingue, F Jorgensen, JA Frost, R Ure, R Whyte, D Tinker, JEL Corry, J Gillard-King and TJ Humphrey. 2006. Sources of *Campylobacter spp.* colonizing housed broiler flocks during rearing. Journal of Applied and Environmental Microbiology 72: 645-652.

Carlson, JC, DR Hyatt, JW Ellis, DR Pipkin, AM Mangan, M Russell, DS Bolte, RM Engeman, TJ DeLiberto and GM Linz. 2015. Mechanisms of antimicrobial resistant *Salmonella enterica* transmission associated with starling-livestock interactions. Veterinary Microbiology 179: 60-68.

CBS, PBL en Wageningen UR. 2013. [Productie kweekvis, 1984-2011](#) (indicator 1538, versie 03, 25 juni 2013).

www.compendiumvoordeleefomgeving.nl. CBS, Den Haag; Planbureau voor de Leefomgeving, Den Haag/Bilthoven en Wageningen UR, Wageningen.

CBS. <https://www.cbs.nl>. Geraadpleegd in 2016.

Chomel, BB. 2014. Emerging and re-emerging zoonoses of dogs and cats. *Animals (Basel)* 4: 434-445. doi: 10.3390/ani4030434.

Crump, JA, PM Griffin and FJ Angulo. 2002. Bacterial contamination of animal feed and its relationship to human foodborne illness. *Clinical Infectious Diseases* 35: 859–865.

Davies, PR, HS Hurd, JA Funk, PJ Fedorka-Cray and FT Jones. 2004. The role of contaminated feed in the epidemiology and control of *Salmonella enterica* in pork production. *Foodborne Pathogens and Disease* 1: 202-215

Djokic, V, R Blaga, D Aubert, B Durand, C Perret, R Geers, T Ducry, I Vallee, O Djurkovic Djakovic, A Mzabi, I Villena and P Boireau. 2016. *Toxoplasma gondii* infection in pork produced in France. *Parasitology* 143: 557-567. doi: 10.1017/S0031182015001870.

Doorduyn, Y, WE van den Brandhof, YTHP van Duynhoven, BJ Breukink, JA Wagenaar and W van Pelt. 2010. Risk factors for indigenous *Campylobacter jejuni* and *Campylobacter coli* infections in The Netherlands: a case-control study. *Epidemiology and Infection* 138: 1391–1404.

Doyle, MP and MC Erickson. 2006. Reducing the carriage of foodborne pathogens in livestock and poultry. *Poultry Science* 85: 960-973.

Duynhoven, YT van, LD Isken, K Borgen, M Besselse, K Soethoudt, O Haitsma, B Mulder, DW Notermans, R de Jonge, P Kock, W van Pelt, O Stenvers, J van Steenberg. 2009. A prolonged outbreak of *Salmonella* Typhimurium infection related to an uncommon vehicle: hard cheese from raw milk. *Epidemiol Infect* 137: 1548-1557.

EUROSTAT. <http://ec.europa.eu/eurostat>. Geraadpleegd op 30/9/2015

Evers, EG, PA Berk, ML Horneman, FM van Leusden and R. de Jonge. 2014. A quantitative microbiological risk assessment for *Campylobacter* in petting zoos. *Risk Analysis* 34: 1618-1638. doi: 10.1111/risa.12197.

FEFAC. 2013. Meat production in the EU-28. In: *Statistical Yearbook 2013*. <http://www.fefac.eu> (geraadpleegd oktober 2015)

FEFAC. 2014. Compound feed production (1989-2014). <http://www.fefac.eu> (geraadpleegd oktober 2015)

Ferens, WA and CJ Hovde. 2011. *Escherichia coli* O157:H7: animal reservoir and sources of human infection. *Foodborne Pathogens and Disease* 8: 465-487.

Finley, R, R Reid-Smith and JS Weese. 2006. Human health implications of Salmonella-contaminated natural pet treats and raw pet food. *Clinical and Infectious Diseases* 42: 686-691.

Friesema IHM, ILA Boxman, AEI de Jong en W van Pelt. 2013. Registratie voedselinfecties en -vergiftigingen bij de NVWA en het Clb, 2012. RIVM rapport 092330001/2013, Bilthoven.

Friesema IHM, AEI de Jong, B Wit en W van Pelt. 2014. Registratie voedselinfecties en -vergiftigingen in Nederland, 2013; RIVM rapport 092331001/2014, Bilthoven.

Ge, B, PC LaFon, PJ Carter, SD McDermott, J Abbott, A Glenn, SL Ayers, SL Friedman, JC Paige, DD Wagner, S Zhao, PF Mc Dermott and MA Rasmussen. 2013. Retrospective analysis of Salmonella, *Campylobacter*, *Escherichia coli*, and Enterococcus in animal feed ingredients. *Foodborne Pathogens and Disease* 10: 684-691. doi: 10.1089/fpd.2012.1470.

Graveland, H, HJ Roest, O Stenvers, S Valkenburgh, I Friesema, J van der Giessen en K Maassen. 2013. Staat van Zoönosen 2012. RIVM rapport 092330002/2013, Bilthoven.

Guo, M, JP Dubey, D Hill, RL Buchanan, HR Gamble, JL Jones and AK Pradhan. 2015. Prevalence and risk factors for *Toxoplasma gondii* infection in meat animals and meat products destined for human consumption. *Journal of Food Protection* 78: 457-476.

Guo, M, A Mishra, RL Buchanan, JP Dubey, DE Hill, HR Gamble, JL Jones and AK Pradhan. 2016. A systematic meta-analysis of *Toxoplasma gondii* prevalence in food animals in the United States. *Foodborne Pathogens and Disease* 13: 109-118. doi: 10.1089/fpd.2015.2070.

Hald, T, A Wingstrand, T Brondsted and DMALF Wong. 2006. Human impact of Salmonella contamination in imported soybean products: a semiquantitative risk assessment. *Foodborne Pathogens and Disease* 3: 422-431.

Hancock, D, T Besser, J Lejeune, M Davies and D Rice. 2001. The control of VTEC in the animal reservoir. *International Journal of Food Microbiology* 21: 71-78.

Hansson, I, I Vagsholm, L Svensson and EO Engvall. 2007. Correlations between *Campylobacter spp.* prevalence in the environment and broiler flocks. *Journal of Applied Microbiology* 103: 640-649.

Havelaar, AH, AV Galindo, D Kurowicka and RM Cooke. 2008. Attribution of foodborne pathogens using structured expert elicitation. *Foodborne Pathogens and Disease* 5: 649-659.

Havelaar, AH, JA Haagsma, MJJ Mangen, JM Kemmeren, LPB Verhoef, SMC Vijgen, M Wilson, IHM Friesema, LM Kortbeek, YTHP van Duynhoven and W van Pelt. 2012. Disease burden of foodborne pathogens in the Netherlands, 2009. *International Journal of Food Microbiology* 156: 231-238.

Herrero, L, MJ Gracia, C Perez-Arguillue, R Lazaro, M Herrera, A Herrera and S Bayarri. 2016. *Toxoplasma gondii*: pig seroprevalence, associated risk factors and viability in fresh pork meat. *Veterinary Parasitology* 224: 52-59. doi: 10.1016/j.vetpar.2016.05.010.

Hinton, MH. 2000. Infections and intoxications associated with animal feed and forage which present a hazard to human health. *The Veterinary Journal* 159: 124-138.

Jacobs-Reitsma, WF, AW van de Giessen, NM Bolder and RWA Mulder. 1995. Epidemiology of *Campylobacter* spp. at two Dutch broiler farms. *Epidemiology and Infection* 114: 413-421.

Jones, FT. (2011). A review of practical *Salmonella* control measures in animal feed. *Journal of Applied Poultry Research* 20: 102-113; doi: 10.3382/japr.2010-00281.

Jonge, R de, WS Ritmeester and FM van Leusden. 2003. Adaptive responses of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium DT104 and other *S. Typhimurium* strains and *Escherichia coli* O157 to low pH environments. *Journal of Applied Microbiology* 94: 625-632.

Jung, Y, H Jang and KR Matthews. 2014. Effect of food production chain from farm practices to vegetable processing on outbreak incidence. *Microbial Biotechnology* 7: 517-527. doi: 10.1111/1751-7915.12178.

Kukier, E and K Kwiatek. 2011. Microbiological quality of feed materials used in Poland. *Bull Vet Inst Pulawy* 55: 709-715.

Lambertini, E, RL Buchanan, C Narrod, RM Ford, RC Baker and AK Pradhan. 2016. Quantitative assessment of human and pet exposure to *Salmonella* associated with dry pet foods. *International Journal of Food Microbiology* 216: 79-90.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2015.09.005>.

Lenz, J, DJoffe, M Kauffman, Y Zhang and J LeJeune. 2009. Perceptions, practices, and consequences associated with foodborne pathogens and the feeding of raw meat to dogs. *Canadian Veterinary Journal* 50: 637-643.

Li, X, LA Bethune, Y Jia, RA Lovell, TA Proescholdt, SA Benz, TC Schell, G Kaplan and DG McChesney. 2012. Surveillance of *Salmonella* prevalence in animal feeds and characterization of the *Salmonella* isolates by serotyping and antimicrobial susceptibility. *Foodborne Pathogens and Disease* 9: 692-698.

Looper, ML, TS Edrington, R Flores, CF Rosenkrans Jr and GE Aiken. 2006. *Escherichia coli* O157:H7 and Salmonella in water and soil from tall Fescue paddocks. *Foodborne Pathogens and Disease* 3: 203-208.

Lowther, SA, C Medus, J Scheftel, F Leano, S Jawahir and K Smith. 2011. Foodborne outbreak of Salmonella subspecies IV infections associated with contamination from bearded dragons. *Zoönosen and Public Health* 58: 560-566.

Maassen, C, A de Jong, O Stenvers, S Valkenburgh, I Friesema, K Heimeriks, W van Pelt en H Graveland. 2012. Staat van Zoönosen 2011. RIVM rapport 330291008/2012, Bilthoven.

Matt, M, MG Andersson, GC Barker, JH Smid, F Tenenhaus-Aziza and A Pielaat. 2015. A descriptive tool for tracing microbiological contaminations. *In* (SC Ricke, JR Donaldson and CA Phillips, eds): *Food Safety: emerging issues, technologies and systems*. Academic Press Elsevier, Amsterdam.

Meunier, M, M Guyard-Nicodeme, D Dory and M Chemaly. 2015. Control strategies against *Campylobacter* at the poultry production level: biosecurity measures, feed additives and vaccination. *Journal of Applied Microbiology*. Accepted article, doi: 10.1111/jam.12986.

Meyer-Brosota, S, SN Bastian, PD Arné, O Cerf and M Sanaa. 2001. Review of epidemiological surveys on the prevalence of contamination of healthy cattle with *Escherichia coli* serogroup O157:H7. *International Journal of Hygiene and Environmental Health* 203: 347-361.

Morita, T, H Kitazawa, T Iida and S Kamata. 2006. Prevention of Salmonella cross-contamination in an oilmeal manufacturing plant. *Journal of Applied Microbiology* 101: 464-473.

Mughini-Gras, J Smid, R Enserink, E Franz, L Schouls, M Heck and W van Pelt. 2014. Tracing the sources of human salmonellosis: a multi-model comparison of phenotyping and genotyping methods. *Infection, Genetics and Evolution* 28: 251-260.

Mughini-Gras, L, JH Smid, JA Wagenaar, AG de Boer, AH Havelaar, IHM Friesema, NP French, L Busani and W van Pelt. 2012. Risk factors for campylobacteriosis of chicken, ruminant, and environmental origin: a combined case-control and source attribution analysis. *PLoS One* 7: e42599. doi: 10.1371/journal.pone.0042599.

Murrell, KD, M Djordjevic, K Cuperlovic, Lj Sofronic, M Savic, M Djordjevic and S Damjanovic. 2004. Epidemiology of *Trichinella* infection in the horse: the risk from animal product feeding practices. *Veterinary Parasitology* 123: 223-233.

Myllykoski, J, M Lindström, E Bekema, I Pölönen and H Korkeala. 2011. Fur animal botulism hazard due to feed. *Research in Veterinary Science* 90: 412-418.

Nemser, SM, T Doran, M Grabenstein, T McConnell, T McGrawth, R Pamboukian, AC Smith, M Achen, G Danzeisen, S Kim, Y Liu, S Robeson, G Rosario, K McWilliams Wilson and R Reimschuessel. 2014. Investigation of Listeria, Salmonella and toxigenic *Escherichia coli* in various pet foods. *Foodborne Pathogens and Disease* 11: 706-709.

NEVEDI. 2009. Wijzer over grondstoffen. <https://www.nevedi.nl>

NEVEDI. 2016. Wijzer over grondstoffen. [http://assets.nevedi.nl/p/229376/Grondstoffenwijzer%20Nevedi%20over%202016%20\(LR\)\(2\).pdf](http://assets.nevedi.nl/p/229376/Grondstoffenwijzer%20Nevedi%20over%202016%20(LR)(2).pdf)

O'Connor, AM, T Denagamage, JM Sargeant, A Rajic and J McKean. 2008. Feeding management practices and feed characteristics associated with Salmonella prevalence in live and slaughtered market-weight finisher swine: a systematic review and summation of evidence from 1950 to 2005. *Preventive Veterinary Medicine* 87: 213-228.

Nygaard Jensen, A, A Dalsgaard, A Stockmarr, E Møller Nielsen and DL Baggesen. 2006. Survival and transmission of *Salmonella enterica* serovar Typhimurium in an outdoor organic pig farming environment. *Applied and Environmental Microbiology* 72: 1833-1842.

OPNV. 2015. <http://www.opnv.nl/attachments/article/217/Afzetcijfers2014.pdf> (Geraadpleegd op 18/11/2015).

Opsteegh, M, S Prickaerts, K Frankena and EG Evers. 2011. A quantitative microbial risk assessment for meatborne *Toxoplasma gondii* infection in the Netherlands. *International Journal of Food Microbiology* 150: 103-114.

Pelt, W van, MAH Braks, B Schimmer, OFJ Stenvers en MFM Langelaar. 2009. Staat van Zoönosen 2007-2008. RIVM-rapport 330131001/2009, Bilthoven.

PFMA: www.pfma.org

PVE. 2013. Vee, vlees en eieren in Nederland; kengetallen 2012. Zoetermeer.

Raamsdonk, LWD van, CA Kan, GAL Meijer en PA Kemme. 2007. Kengetallen van enkele landbouwhuisdieren en hun consumptiepatronen. Rapportnr 2007.010, RIKILT, Wageningen.

Rasmussen, MA and TA Casey. 2001. Environmental and food safety aspects of *Escherichia coli* O157:H7 infections in cattle. *Critical Reviews in Microbiology* 27: 57-73.

Rhoades, JR, G Duffy and K Koutsoumanis. 2009. Prevalence and concentration of verotoxigenic *Escherichia coli*, *Salmonella enterica* and *Listeria monocytogenes* in the beef production chain: a review. *Food Microbiology* 26: 357-376.

Rijksoverheid, 2011.

<https://www.rijksoverheid.nl/actueel/nieuws/2011/04/12/diermeel-goed-voor-dierenwelzijn-gezondheid-en-duurzaamheid> (Geraadpleegd december 2015).

Sanchez, S, CL Hoacre, MD Lee, JJ Maurer and MP Doyle. 2002. Animal sources of salmonellosis in humans. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 221: 492-497.

Sluik, D and E Feskens. 2013.

http://www.zuivelengezondheid.nl/images/html/WUR%20zuivelanalyses%20vcp_final.pdf.

Sommer, HM, OE Heuer, AIV Soresen and M Madsen. 2013. Analysis of factors important for the occurrence of *Campylobacter* in Danish broiler flocks. *Preventive Veterinary Medicine* 111: 100-111.

Souillard, R, C leMaréchal, F Hollebecque, S Rouxel, A Barbé, E Houard, D Léon, T Poëzévara, P Fach, C Woudstra, F Mahé and M Chemaly. 2015. Occurrence of *C. botulinum* in healthy cattle and their environment following poultry botulism outbreaks in mixed farms. *Veterinary Microbiology* 180: 142-145.

Swanenburg, M, C de Vos, K Visser en G Nodelijk. 2014. Inventarisatie zoönosen bij het paard in Nederland. Lelystad, Central Veterinary Institute, onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre), Concept CVI Report 14/CVI0155.

Swart, AN, MJJ Mangen and AH Havelaar. 2013. Microbiological criteria as a decision tool for controlling *Campylobacter* in the broiler meat chain. RIVM report 330331008/2013, Bilthoven.

Van Amsterdam, JGC, WH de Jong, R de Jonge and B Hoebee. 2004. Genetic susceptibility for *Salmonella* and *Campylobacter* infections: the role of the host. RIVM report 340210001/2004, Bilthoven, the Netherlands.

Van Winsum, RL, LJA Lipman, S Biesterveld, BAP Urlings, JMA Snijders and F van Knapen. 2000. Mechanism of *Salmonella* reduction in fermented pig feed. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 81: 342-346.

Verhoog, D, H Wijsman en I Terluin. 2015. Vleesconsumptie per hoofd van de bevolking in Nederland, 2005-2014. LEI Wageningen UR, Wageningen.

Whiley, H and K Ross. 2015. *Salmonella* and eggs: from production to plate. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 12: 2543-2556.

Wierup, M and P Häggblom. 2010. An assessment of soybeans and other vegetable proteins as source of *Salmonella* contamination in pig production. *Acta Veterinaria Scandinavica* 52: 15-23.

Wierup, H and T Kristofferesen. 2014. Prevention of *Salmonella* contamination of finished soybean meal used for animal feed by a Norwegian production plant despite frequent *Salmonella* contamination of raw soy beans, 1994-2012. *Acta Veterinaria Scandinavica* 56: 41-50.

Williams, KJ, MP Ward, OP Dhungyel and EJS Hall. 2015. Risk factors for *Escherichia coli* O157 shedding and super-shedding by dairy heifers at pasture. *Epidemiology and Infection* 143: 1004-1015.

Yassin, H, P Adamse and HJ van der Fels-Klerx. 2015. *Salmonella* spp. in the feed chain in the Netherlands: monitoring results of five years (2008-2012). RIKILT Wageningen UR, Wageningen.

Zomer, T, M De Rosa, O Stenvers, S Valkenburgh, HJ Roest, I Friesema, M Maas, J van der Giessen, W van Pelt en K Maassen. 2014. Staat van Zoönosen 2013. RIVM Rapport 2014-0076, Bilthoven.

Bijlage

Verslag Expert Meeting 14 maart 2016.

Aanwezig: Wim Thielen (VDDN, OPNV), Suzanne Artz (NutriControl), Frank Gort (Securefeed), Coen Blomsma (FEDIOL, VERNOF), Henry van Sadelhoff (FEDIOL, ADM), Henk Aarts (RIVM), Rob de Jonge (RIVM).
Afwezig: M Heijmans (NEVEDI) en E van Asselt (RIKILT)

Uitgenodigd waren vertegenwoordigers van de verschillende branches. Tijdens de expert meeting kwam ter sprake dat er geen vertegenwoordigers uit de diermeelsector, bijvoorbeeld EFRA en van boeren, bijvoorbeeld LTO, waren uitgenodigd. Tijdens de meeting heeft Rob een presentatie gegeven waarin de voorlopige bevindingen aan de orde zijn gesteld. De presentatie was vanwege het vertrouwelijkheidsaspect vooraf voorgelegd (en akkoord bevonden) aan de NVWA. De agenda voor de meeting zag er als volgt uit:

- Welkom
- Introductie
- Opdracht van de NVWA
- Voorlopige bevindingen
- Discussie/ontwikkelingen
- Afsluiting

Opmerkingen naar aanleiding van de presentatie:

- De vragen gesteld door de NVWA zijn erg algemeen.
- Naast aanwezigheid van Salmonella speelt ook de concentratie van Salmonella een rol. Groei treedt op onder vochtige condities zoals aanwezig in condens spots. Dit is niet alleen een zaak voor veevoeder fabrikanten, ook op de boerderij kan besmetting met en uitgroei van bijvoorbeeld Salmonella plaatsvinden in dergelijke spots.
- Aan de lijst met Salmonella risicovolle producten moet haemoglobine poeder worden toegevoegd (biggenvoer).
- Securefeed krijgt nauwelijks andere meldingen over pathogenen in diervoer dan Salmonella in eiwitrijke diervoeders.
- Zuivel, lam en schaaft ontbreken in feed to farm to fork model.
- Bij de controle op microbiologische infecties moet aandacht zijn voor de 4M' s: mens, methode, machine en materiaal. In het kader van duurzaamheid en verantwoord ondernemen kunnen de 4M's nog uitgebreid worden met de M van milieu en van maatschappij.
- Voer voor legkippen wordt niet verhit.
- Er zijn tegenwoordig pluimveeboeren die het benodigde voer zelf maken.
- Er is geen zicht op boeren die onderling veevoer leveren.
- De hoge eisen die dierhandelaren en slachterijen stellen aan slachtdieren, zoals bijvoorbeeld de verplichte deelname aan GMP+, werkt risico-verlagend.

Interventies.

De volgende interventies worden geopperd om het humane risico op een voedselinfectie met een pathogeen micro-organisme dat via veevoer in de voedselproductieketen terecht is gekomen te beperken, danwel ongedaan te maken:

- koeien binnenhouden (geen besmet gras);
- bestralen van vlees;
- decontaminatie van voer met organische zuren of formaldehyde;
- verbeterde hygiëne op de boerderij (voorkomen van besmetting én uitgroei): leidingen!

Toekomstige ontwikkelingen.

- Er zijn geen grote veranderingen te verwachten.
- Economische ontwikkelingen worden gezien als de grootste effector van eventuele risico's in de veevoederbranch. Vooral onder slechte economische omstandigheden zullen de risico's toenemen.
- Demografische veranderingen kunnen leiden tot verminderde vraag naar varkens en dus naar varkensvoer. Dit kan leiden tot een verslechterde economische situatie in de veevoeder industrie.
- Het streven naar een duurzaam voedselsysteem zal leiden tot een verminderde vleesconsumptie. Ook dit kan leiden tot een verslechterde economische situatie in de veevoeder industrie.
- De bulk van veevoer bestaat uit soja en graan. Stijgende prijzen hiervan zorgen voor veranderingen in de ingrediëntenstroom van mengvoer.
- Voor de vervaardiging van veevoeder zullen alternatieve grondstoffen (algen, insecten, bijproducten uit nieuwe levensmiddelen) gaan worden gebruikt. Dit zal een toegenomen vraag naar hygiënische en kostenefficiënte voedingsbodems voor insecten kunnen betekenen.
- Verdere beperkingen van de lijst van toegestane hulpstoffen (nu geen formaldehyde meer bijv).
- Grondstoffen zullen worden geïmporteerd uit nieuwe landen (China?). Onduidelijk is welke verschuiving dit zal geven in de microbiologische risico's verbonden aan veevoer.
- Verschuiving van klimaat zones kan resulteren in andere veevoedergewassen en/of andere productiegebieden en dus mogelijk andere microbiologische risico's.

RIVM

De zorg voor morgen begint vandaag