



---

# Versleping in de mengvoederindustrie

Inventarisatie en evaluatie van methoden voor het bepalen van bedrijfseigen versleping bij de productie van mengvoeder

P. Bikker, H. Beumer, E.J. de Goeij, J. Hooglugt, R. Wegh en H.J. van Egmond



**WAGENINGEN**  
UNIVERSITY & RESEARCH

---



---

# Versleping in de mengvoederindustrie

Inventarisatie en evaluatie van methoden voor het bepalen van bedrijfseigen versleping bij de productie van mengvoeder

P. Bikker<sup>1</sup>, H. Beumer<sup>2</sup>, E.J. de Goeij<sup>3</sup>, J. Hooglugt<sup>3</sup>, R. Wegh<sup>1</sup> en H.J. van Egmond<sup>1</sup>

1 RIKILT Wageningen University & Research

2 HB Feed Consult

3 Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit

Dit onderzoek is uitgevoerd door RIKILT Wageningen UR in opdracht van en gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van de WOT Voedselveiligheid, thema Diervoeders (WOT-02-004-013).

RIKILT Wageningen University & Research  
Wageningen, maart 2017

---

RIKILT-rapport 2017.003

---

Bikker, P., H. Beumer, E.J. de Goeij, J. Hooglugt, R. Wegh, en H.J. van Egmond, 2017. *Versleping in de mengvoederindustrie; Inventarisatie en evaluatie van methoden voor het bepalen van bedrijfseigen versleping bij de productie van mengvoeder*. Wageningen, RIKILT Wageningen University & Research, RIKILT-rapport 2017.003. 52 blz.; 9 fig.; 4 tab.; 31 ref.

Projectnummer: 1227186001

BAS-code: WOT-02-004-013

Projecttitel: Juridische eisen met betrekking tot analyse- en bemonsteringsmethoden gebruikt in het opsporingsonderzoek van diervoeders en diervoedergrondstoffen

Projectleider: P. Bikker

Dit rapport is gratis te downloaden op <http://dx.doi.org/10.18174/410171> of op [www.wur.nl/rikilt](http://www.wur.nl/rikilt) (onder RIKILT publicaties).

© 2017 RIKILT Wageningen University & Research

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

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

Postbus 230, 6700 AE Wageningen, T 0317 48 02 56, E [info.rikilt@wur.nl](mailto:info.rikilt@wur.nl), [www.wur.nl/rikilt](http://www.wur.nl/rikilt). RIKILT is onderdeel van Wageningen University & Research.

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

RIKILT-rapport 2017.003

Verzendlijst:

- Deelnemende mengvoederbedrijven
- Nederlandse Voedsel- en Warenautoriteit (NVWA): E.J. de Goeij, J. Hooglugt, M.L.H. Pelk, R.D. van Buuren, H.A. van der Schee, C.J.A.M. van der Meijs, J. Schans
- Ministerie van Economische Zaken: F.B. Leijdekkers, S.J. Beukema, G.J. Greutink
- Wageningen UR, Leerstoelgroep Diervoeding: W. Hendriks
- GMP+ International: D. Wolters, J. den Hartog
- Nederlandse Vereniging Diervoederindustrie (NEVEDI): M. Heijmans, M. Hessing
- HB Feed Consult: H. Beumer

---

# Inhoud

	<b>Samenvatting</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
	1.1 Aanleiding	7
	1.2 Probleemstelling en doel	7
	1.3 Werkwijze en opbouw rapport	8
	1.4 Mengvoederproductie, versleping en wettelijke regels	8
<b>2</b>	<b>Beheersing van residuen binnen GMP+</b>	<b>10</b>
	2.1 Versleping	10
	2.2 Bepaling en verificatie van versleping	10
	2.3 Veiligheidsfactor	11
	2.4 Toegelaten verslepingstests	12
	2.4.1 Methode met kobaltchloride	13
	2.4.2 Alternatieve methoden met behulp van kobalt	14
	2.4.3 Mangan/eiwit methode	14
	2.4.4 Toetsingsprocedure met behulp van microtracers	14
	2.4.5 Toetsingsprocedure met behulp van microtracers middels weging	16
	2.4.6 Toetsingsprocedure met behulp van methylviolet	16
	2.4.7 Versleping in installaties voor voormengsels- en toevoegingsmiddelen	16
<b>3</b>	<b>Literatuuroverzicht</b>	<b>17</b>
	3.1 Gebruikte tracers	17
	3.2 Uitvoering van de verslepingstest	20
	3.3 Representativiteit en toepassing van de gebruikte tracers	23
<b>4</b>	<b>Bedrijfsbezoeken</b>	<b>27</b>
	4.1 Inleiding en methode	27
	4.2 Resultaten	27
<b>5</b>	<b>Discussie</b>	<b>32</b>
	5.1 Uitvoering van de verslepingstest: aantal batches en recovery van tracer	32
	5.2 Verwerkingseigenschappen van tracers en toevoegingsmiddelen	33
	5.3 Toegelaten tracers en verslepingstesten	34
	5.4 Tracers	36
	5.4.1 Algemeen	36
	5.4.2 Kobalt	36
	5.4.3 Mangan/eiwit	37
	5.4.4 Microtracers	38
	5.4.5 Methylviolet	40
	5.5 Versleping in premixinstallaties	40
	5.6 Uitvoering van de verslepingstest, overige praktische aspecten	40
	5.7 Uniformiteit	41
<b>6</b>	<b>Conclusies en aanbevelingen</b>	<b>43</b>
	<b>Literatuur</b>	<b>45</b>
	<b>Bijlage 1 Homogeniteit en versleping met verschillende tracers in Cross Conta</b>	<b>47</b>
	<b>Bijlage 2 Brief aan bedrijven</b>	<b>48</b>
	<b>Bijlage 3 Vragenlijst bedrijfsbezoeken</b>	<b>49</b>





---

# Samenvatting

Mengvoederfabrikanten dienen veilige diervoeders van goede kwaliteit te leveren ter bescherming van de dier- en volksgezondheid en het milieu. Door technische en organisatorische maatregelen moet (kruis)verontreiniging met ongewenste stoffen, toevoegingsmiddelen en diergeneesmiddelen zo veel mogelijk worden beperkt (Verordening 183/2005/EG). Om hieraan te kunnen voldoen schrijven nationale kwaliteitssystemen zoals GMP+ International B.V. (GMP+) in Nederland voor om de versleping van productielijnen van mengvoeders te bepalen en hiermee rekening te houden bij de productie van voeders met kritische stoffen. Een goede procedure en uitvoering van de verslepingstest zijn van belang voor de mengvoederbedrijven en voor controlerende instanties zoals de NVWA om de doelmatigheid van beheersmaatregelen te beoordelen. Het doel van dit project was daarom:

- inventariseren van de methoden die binnen GMP+ gebruikt (mogen) worden voor het bepalen van het bedrijfseigen-verslepiingspercentage;
- in kaart brengen van de kritische stappen in de methoden en uitvoering ervan;
- opstellen van aanbevelingen voor het verbeteren en uniformeren van de verslepingstesten ten behoeve van de betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van de resultaten.

Het project bestond uit een deskstudie waarin de relevante GMP+ documenten en wetenschappelijke en technische literatuur zijn bestudeerd en een bezoek aan een vijftal mengvoederbedrijven door deskundigen van de NVWA en RIKILT Wageningen University & Research. Daarbij werd aan de hand van een vragenlijst de uitvoering van de bedrijfseigen verslepingstest besproken. De resultaten zijn in dit rapport weergegeven. In de discussie (hoofdstuk 5) worden een aantal aspecten van de uitvoering en toepassing van verslepingstesten in samenhang besproken aan de hand van de beschrijving in GMP+ documenten (hoofdstuk 2), wetenschappelijke en technische literatuur (hoofdstuk 3) en praktische ervaringen (hoofdstuk 4). Hierbij wordt achtereenvolgens ingegaan op het gebruikte aantal batches en recovery van de tracer, verwerkingseigenschappen van tracers en toevoegingsmiddelen, toegelaten tracers en verslepingstesten, versleping in premixinstallaties en uniformiteit of homogeniteit van diervoeders. In hoofdstuk 6 worden conclusies en aanbevelingen gegeven, welke hieronder zijn samengevat.

- GMP+ geeft een uitgebreide beschrijving van de verslepingstest met kobaltchloride als tracer en afwijkende varianten met kobaltsulfaat, mangaan-eiwit, microtracers en methylviolet. De beschrijvingen zijn niet altijd adequaat en afwijkingen worden niet goed onderbouwd. Gebruik van kobalt is deels achterhaald en in onbruik geraakt door het EU verbod om kobalt aan voeders voor varkens en pluimvee toe te voegen. We adviseren een goed onderbouwde, algemeen geldende toetsingsprocedure op te nemen waarmee een ondergrens van 1% versleping kan worden bepaald, zo nodig aangevuld met aandachtspunten voor specifieke tracers.
- Uit onderzoek en praktische ervaringen blijkt dat verschillende testprocedures en tracers verschillende resultaten kunnen geven en dat versleping van kritische stoffen kan afwijken van de tracer. Hiermee wordt binnen GMP+ en in de praktijk weinig rekening gehouden. We adviseren het aantal toegelaten tracers binnen GMP+ te beperken, binnen een mengvoederbedrijf consequent met dezelfde tracer te werken en rekening te houden met verslepingseigenschappen van kritische stoffen, zoals bijvoorbeeld vastgesteld in een wandadhesietest.
- In tegenstelling tot enkele omringende landen wordt in GMP+ uitgegaan van een verslepingstest met één tracerbatch en één verslepiingsbatch en wordt weinig aandacht besteed aan de recovery van de toegediende tracer. We adviseren de recovery van de tracer te bepalen en criteria aan te leggen voor gebruik hiervan bij de interpretatie van de bepaalde versleping. Tevens adviseren we minimaal eenmalig na te gaan welke invloed gebruik van twee achtereenvolgende tracerbatches heeft om rekening te houden met het opladen van de installatie met een kritische stof, minimaal eenmalig de versleping naar een twee verslepiingsbatch te bepalen en na te gaan in hoeverre een hogere versleping naar de tweede verslepiingsbatch invloed heeft op het benodigde aantal spoelbatches. We adviseren de resultaten te verwerken in het protocol voor de verslepingstest.

- 
- De verslepingstest wordt veelal door eigen personeel uitgevoerd met zeer beperkte ondersteuning van externe deskundigen. Binnen een mengvoederbedrijf is doorgaans slechts beperkte expertise op het gebied van uitvoering en verwerking van verslepingstesten aanwezig. We adviseren in dat geval een externe partij in te schakelen. Deze kan extra expertise en adviezen ter verbetering inbrengen en de objectiviteit en vergelijkbaarheid van resultaten waarborgen. Ook bij de laboratoria die de monsters analyseren en de mengvoederbedrijven ondersteunen is voldoende deskundigheid een aandachtspunt, gezien de onvolkomenheden die werden aangetroffen in beschikbaar gestelde materialen (tracers), instructies voor monsternamen en verwerking van gegevens.
  - Ten slotte adviseren we aandacht te besteden aan de versleping bij de premixproductie en aan de homogeniteit of uniformiteit van mengvoer. De meeste tracers zijn geschikt om uniformiteit te bepalen maar meer aandacht is nodig voor een adequaat protocol en normstelling.



---

# 1 Inleiding

## 1.1 Aanleiding

Voor de veiligheid van diervoeders en dierlijke producten ter bescherming van de dier- en volksgezondheid en het milieu is het noodzakelijk dat er geen (residuen van) diergeneesmiddelen en toevoegingsmiddelen aanwezig zijn in voeders waar deze niet voor bedoeld zijn. In ieder geval mogen deze geen toelaatbare grenzen overschrijden. Bij de productie van een partij mengvoeder kan een restant van deze partij voeder in de installatie achterblijven en onbedoeld in de volgende partij(en) diervoeder terechtkomen. Dit wordt versleping genoemd. In Europese en nationale wetgeving worden eisen gesteld aan diervoeders. In de EU mogen alleen toevoegingsmiddelen in diervoeders worden verwerkt en aan dieren binnen de EU worden gevoerd waarvoor een vergunning is afgegeven. Deze vergunning kan diersoort specifiek zijn. Daarnaast geldt voor bepaalde toevoegingsmiddelen, bijvoorbeeld sporenelementen zoals koper en zink, een maximum toelaatbaar gehalte (Vo (EG) nr. 1831/2003). Diergeneesmiddelen mogen alleen op attest van een dierenarts via geregistreerde gemedicineerde voormengsels in diervoeders worden verwerkt. Mengvoederbedrijven moeten technische en organisatorische beheersmaatregelen treffen om kruisverontreiniging en versleping te voorkomen, of zoveel mogelijk tot een minimum te beperken. Bijvoorbeeld voor coccidiostatica (toevoegingsmiddelen) is wettelijk vastgelegd dat in diervoeders voor doeldieren (en gevoelige niet-doeldiersoorten) en andere diersoorten door versleping maximaal respectievelijk 1% en 3% van het toegelaten gehalte van het desbetreffende coccidiostaticum aanwezig mag zijn (Richtlijn 2002/32/EG, aangevuld in Richtlijn 2009/8/EG). Voor versleping van antibiotica en antiparasitaire middelen (Flubendazol en Ivermectine) in diervoeders wordt in Nederland voor alle diersoorten een maximum versleping van 2,5% van de therapeutische dosering gehanteerd (Bureau Risicobeoordeling en Onderzoeksprogrammering van de NVWA, 2010 en 2013). Een belangrijke methode voor het beheersen van residuegehalten en gemaximeerde toevoegingsmiddelen is het toepassen van een strikte productievolgorde en het reinigen van de productie-installatie na gebruik van bijvoorbeeld een coccidiostaticum of diergeneesmiddel door te spoelen met voldoende spoelcharges van een voedermiddel of mengvoeder. Afhankelijk van het verslepiingspercentage op de gebruikte lijnen moet er met een bepaalde hoeveelheid diervoeder worden gespoeld en mag het spoelmedium alleen worden verwerkt in een voeder met hetzelfde coccidiostaticum of diergeneesmiddel. In het algemeen is het verdunnen van voeders met een te hoog gehalte aan ongewenste stoffen zoals genoemd in de Bijlage I bij de Richtlijn 2002/32/EG niet toegestaan. Het benodigde aantal spoelingen en het gebruik van spoelvoeders dient berekend te worden op basis van de mate van versleping in de betreffende productie-installatie. Deze versleping dient door het mengvoederbedrijf zelf te worden vastgesteld in een zogenoemde "bedrijfseigen" verslepingstest zoals beschreven in GMP+, document BA2, "Beheersing van residuen" (2015).

## 1.2 Probleemstelling en doel

Bij bovengenoemde beheersmaatregelen speelt de versleping van een productielijn voor mengvoeder een belangrijke rol. In een eerder onderzoeksproject (Hooglugt *et al.*, 2014) waarin een zestal mengvoederbedrijven zijn bezocht, zijn echter twijfels geuit over de methode en de uitvoering van de gebruikte testen om het (bedrijfseigen) verslepiingspercentage te bepalen. Een aantal factoren in de verslepingstest, zoals de plaats en wijze van monsternamen, samenstelling product en het productievolume kunnen de resultaten beïnvloeden. Daarnaast worden op dezelfde productielijn soms grote verschillen in verslepiingspercentage gevonden zonder aanwijsbare oorzaak. Hierdoor kunnen mengvoederbedrijven en controlerende instanties zoals de NVWA de resultaten van deze verslepingstests niet goed gebruiken om te beoordelen of de door het mengvoederbedrijf genomen beheersmaatregelen afdoende zijn. Daarnaast kan hierdoor onbedoeld voer geproduceerd worden wat niet voldoet aan de wettelijke norm, hoewel een bedrijf wel meent de nodige beheersmaatregelen te hebben genomen. Hierdoor zou de veiligheid van de voeders en de dierlijke producten nadelig beïnvloed kunnen worden.

---

Het doel van dit project was daarom:

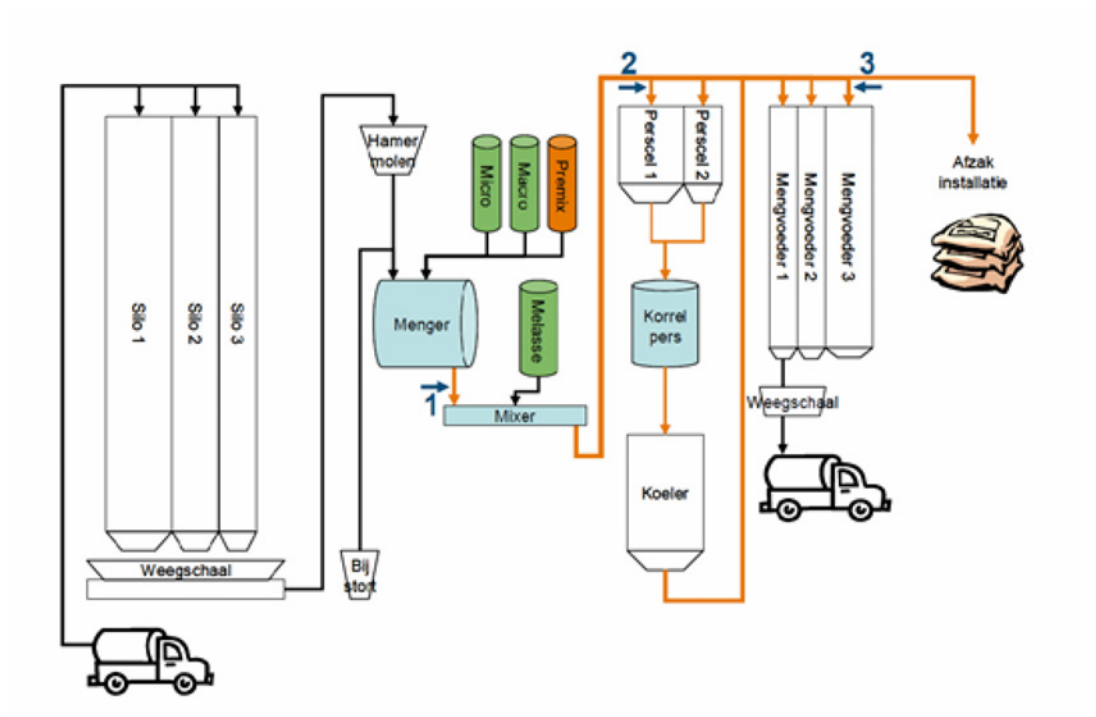
- het inventariseren van de methoden die binnen GMP+ gebruikt (mogen) worden voor het bepalen van het bedrijfseigen-verslepiingspercentage;
- het in kaart brengen van de kritische stappen in de methoden en uitvoering ervan;
- het opstellen van aanbevelingen voor het verbeteren en uniformeren van de verslepingstesten voor een betere betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van de resultaten.

## 1.3 Werkwijze en opbouw rapport

Voor de uitvoering van dit project is een deskstudie uitgevoerd waarin de voorschriften van GMP+ zijn bestudeerd en literatuur op het gebied van het bepalen van versleping is onderzocht. Deze informatie wordt in het eerste deel van dit rapport besproken. Voorafgaand hieraan wordt eerst een korte beschrijving gegeven van het proces van mengvoederproductie en versleping. Daarnaast zijn een vijftal mengvoederbedrijven bezocht om te inventariseren hoe de verschillende (GMP+)-methoden voor het bepalen van het bedrijfseigen verslepiingspercentage worden gebruikt en welke problemen hierbij eventueel worden ondervonden. De bevindingen uit de literatuur en de bedrijfsbezoeken worden in samenhang bediscussieerd en tenslotte zijn aanbevelingen opgesteld voor het verbeteren van de (uitvoering van) verslepingstesten.

## 1.4 Mengvoederproductie, versleping en wettelijke regels

Mengvoeder wordt geproduceerd via verschillende processtappen. Figuur 1 geeft schematisch in grote lijnen het proces van mengvoederproductie weer. Vrachtwagens en schepen leveren grondstoffen aan die worden opgeslagen in silo's. Deze grondstoffen worden gewogen en daarna (individueel of gemengd) gemalen in een hamermolen. Vervolgens worden de gemalen grondstoffen batchgewijs in de menger gemengd met micronutriënten (toevoegingsmiddelen zoals vitamines, enzymen en sporenelementen), en zo nodig aangevuld met coccidiostatica of diergeneesmiddelen. Vanaf het indoseren begint het risico van versleping van laatstgenoemde stoffen. Het grondstoffenmengsel wordt middels een pers in korrels geperst ofwel gepelletteerd. Hierbij heeft een maal/menglijn veelal de capaciteit om meerdere korrelpersen te bedienen. De korrels worden gekoeld en vervolgens opgeslagen in mengvoedersilo's, ook gereedproductcellen genoemd. Naast korrels wordt ook mengvoeder in meelvorm geproduceerd, voornamelijk voor leghennen, dat direct na het mengen wordt opgeslagen in mengvoedersilo's. Tenslotte wordt het mengvoeder beladen in verschillende compartimenten van vrachtwagens, die het voer naar de veehouders brengen. Kleine hoeveelheden mengvoeder worden soms afgezakt en als zakgoed geleverd. Tussen vrijwel alle stappen van het productieproces vindt transport van het voer plaats met behulp van vjzels, sleepkettingen, elevatoren en andere hulpmiddelen. De mengvoederproducent moet een zodanige productievolgorde (inclusief spoelcharges) van het gehele productieproces opstellen en toepassen dat de geproduceerde diervoeders voldoen aan de residunormen uit EU richtlijnen, zoals richtlijn 2002/32/EC, en de aanvullende Nederlandse interpretatie op basis van Bureau Risicobeoordeling en Onderzoeksprogrammering van de NVWA (2010 en 2013). Tevens moeten er technische en organisatorische maatregelen worden genomen om verontreiniging en fouten te voorkomen of zoveel mogelijk te beperken (Verordening 183/2005/EG, Bijlage II).



**Figuur 1** Schematische weergave van de productie van mengvoeder (Zuidema et al., 2010).

### Versleppingsniveau of -percentage

Het versleppingsniveau of -percentage wordt gedefinieerd als de hoeveelheid van een nutriënt of bestanddeel uit een voorgaande charge, uitgedrukt in procenten, die in de daarop volgende charge voeder van dezelfde grootte terecht komt. Het versleppingsniveau kan worden gemeten over een gedeelte van de installatie (bijvoorbeeld tot de persmeelbunkers) of over de hele installatie (GMP+ BA2; Ovocom, AT-08 versleping).

---

## 2 Beheersing van residuen binnen GMP+

### 2.1 Versleping

Bij GMP+ aangesloten mengvoederbedrijven dienen beheersmaatregelen toe te passen om te garanderen dat de aanwezigheid van residuen van kritische toevoegingsmiddelen en diergeneesmiddelen wordt voorkomen of tot een minimum worden beperkt. Een van deze maatregelen is het hanteren van een strikte productievolgorde met voldoende spoelingen, meestal vastgelegd in een zogenaamde contaminatiematrix. Hiervoor dient bekend te zijn in welke mate bij de mengvoederproductie versleping optreedt, met name op productielijnen die gebruikt worden voor de verwerking van diergeneesmiddelen en toevoegingsmiddelen waarvoor een residulimiet is vastgesteld of van andere producten die kunnen leiden tot residuen in dierlijke producten. Daarnaast kunnen de verwerkingseigenschappen van de gebruikte toevoegingsmiddelen invloed hebben op het benodigde aantal spoelingen. Voor een productielijn waarop voeders met kritische toevoegingsmiddelen of gemedicineerde voeders worden geproduceerd dient de versleping minimaal eenmaal per twee jaar te worden vastgesteld. Bij het verwerken van andere producten die kunnen resulteren in residuen in dierlijke producten dient de versleping eenmalig te worden vastgesteld. Daarnaast moet de versleping opnieuw worden bepaald in het geval van aanzienlijke aanpassingen van de installatie (GMP+ BA2, 2015).

### 2.2 Bepaling en verificatie van versleping

Bij het meten van de versleping in een installatie moet vooraf aan de hand van het diagram van de bedrijfsinstallatie en de werkelijke situatie in de fabriek nagegaan worden welke delen van de fabriek relevante versleping kunnen hebben. Er worden vier onderdelen onderscheiden waarop versleping kan optreden:

- de voormengsilos;
- de doseer-, maal- en menglijn, inclusief de bijstort;
- de perslijn;
- belading en transport van gereed product.

De grootste versleping treedt doorgaans op in het traject van doseren, mengen en transporteren van het mengsel naar een gereedproductcel voor meelvoeders of een persmeelcel voor korrelvoeders. De plaats van toevoegen van een voormengsel, al dan niet met een diergeneesmiddel of kritisch toevoegingsmiddel, moet zo dicht mogelijk bij de menger liggen. Bij het bepalen van de versleping met een meetstof (tracer) moet deze op dezelfde plaats worden toegevoegd om een representatieve meting te krijgen. Daarnaast kan de perslijn (met tussenbunkers) aanzienlijk bijdragen aan de versleping en des te meer naarmate de matrijzen van de pers een grotere omvang hebben. Het bepalen van de installatieversleping dient daarom op de doseer-/maal-/menglijn en de perslijn (afzonderlijk of gecombineerd) te worden vastgesteld. Daarbij zijn de volgende meetpunten van belang:

- na de menger; zo dicht mogelijk bij de menger voor het meten van de uitgangshechten van het mengsel;
- bij de inloop van de persmeelcel bij korrelproductie of de gereedproductcel bij meelproductie voor het meten van de versleping op de doseer-/maal-/menglijn;
- bij de inloop van de gereedproductcel bij korrelproductie voor het meten van de versleping op de perslijn.

Voor het bepalen van het verslepingpercentage kunnen verschillende meetstoffen (tracers) gebruikt worden. Meetstoffen zijn stoffen die tijdens de productie van het mengvoeder traceerbaar zijn en zich vergelijkbaar gedragen als grondstoffen in het mengvoeder. Om betrouwbare uitspraken te doen is het belangrijk een meetstof te kiezen die ook op lage niveaus goed analyseerbaar is. In de praktijk worden vooral mangaan/eiwit en microtracers (ijzerdeeltjes) gebruikt. Na het uitvoeren van de verslepingstest

wordt de productievolgorde en het benodigde aantal spoelingen vastgelegd in de contaminatiematrix om er voor te zorgen dat de norm voor residuen en toevoegingsmiddelen niet wordt overschreden.

Iedere productievolgorde dient gevalideerd te worden door het nemen en analyseren van ten minste twee monsters. Daarnaast dient door monitoring van residuniveaus de blijvende effectiviteit van de productievolgorde te worden vastgesteld. Hiervoor moeten jaarlijks minimaal 4 verificatiemonsters worden genomen en geanalyseerd op het residuniveau van de betreffende kritische stof of toevoegingsmiddel. Wanneer gebruik gemaakt wordt van een veiligheidsfactor (zie onder) mag volstaan worden met 2 monsters per jaar. Wanneer meer diergeneesmiddelen of toevoegingsmiddelen worden gebruikt dient de verificatie te worden uitgevoerd met het product met de hoogste veiligheidsfactor.

## 2.3 Veiligheidsfactor

Door rekening te houden met de verwerkingseigenschappen van de gebruikte toevoegingsmiddelen kan beter worden gegarandeerd dat maximaal toelaatbare residuniveaus niet worden overschreden. Daarvoor is een veiligheidsfactor, eerder aangeduid als vermenigvuldigingsfactor (GMP+ BA1, 2014; Ovocom, AT08), geïntroduceerd voor de berekening van de vereiste productievolgorde. Deze factor is gebaseerd op de bepaling van de relatieve wandadhesie in een "wandadhesietest", aangeduid als "muurrechttingsproef" in GMP+ BA02 (2015). Dit is een test waarin de verwerkingseigenschappen van een diergeneesmiddel(premix) of toevoegingsmiddel in drievoud worden bepaald, in vergelijking tot een referentieproduct (kobalt). In de voorlaatste beschrijving van de GMP+ code (GMP+ BA1, juni 2014) zijn achtergrond en bepaling van de vermenigvuldigingsfactor duidelijk omschreven en is de eerder verplichte toepassing hiervan bij het vaststellen van het benodigde aantal spoelcharges uitgewerkt en met een voorbeeld toegelicht.

*"De vermenigvuldigingsfactor is bedoeld, om naast de installatie-eigen versleping, rekening te houden met een extra versleping als gevolg van de verwerkingseigenschappen van het toevoegings- of diergeneesmiddel. Een factor 1 betekent dat het product geen andere verwerkingseigenschappen bezit dan een standaard meetstof. De daadwerkelijke versleping van het product komt dan overeen met de installatie-eigen versleping. Is de factor groter dan 1, dan betekent dat, dat het product afwijkende verwerkingseigenschappen heeft waardoor de daadwerkelijke versleping hoger ligt dan de installatie-eigen versleping. De vermenigvuldigingsfactor wordt bepaald op basis van een zgn. relatieve wandadhesiefactor m.b.v. een speciaal hiervoor ontwikkelde methode. Zie hiervoor TNO-rapport I-96-31006 "Versleping van enkele kritische stoffen in veevoer verband met hun karakteristieke eigenschappen II".*

De relatie tussen de relatieve wandadhesiefactor en de vermenigvuldigingsfactor staat in onderstaande tabel.

Relatieve wandadhesie-factor volgens de vastgestelde methodiek	Vermenigvuldigingsfactor
<1	1
$\geq 1$ en < 2	2
$\geq 2$ en < 3	2,5
> 3. onbekend	3

Voor het vaststellen van het aantal spoelcharges moet de daadwerkelijke versleping van het toevoegings- of diergeneesmiddel worden berekend. Deze is te berekenen door de installatie-eigen versleping te vermenigvuldigen met de vermenigvuldigingsfactor. Hierna volgt in het betreffende GMP+-document een voorbeeld. Deze beschrijving komt overeen met de toepassing beschreven in Ovocom AT-08.

In GMP+ BA2 (2015) is de verplichte toepassing van de veiligheidsfactor vervangen door de vermelding dat een bedrijf een veiligheidsfactor "kan toepassen" in de berekening van de

productievolgorde. De standaard veiligheidsfactor is “3”, wat betekent dat gerekend moet worden met versleping van een medicijn of toevoegingsmiddel die driemaal zo hoog is als de versleping van de tracer. Voor een aantal producten is in de wandadhesietest een lagere veiligheidsfactor vastgesteld, waardoor minder spoelcharges nodig zijn. Bij gebruik van een veiligheidsfactor mag een bedrijf het jaarlijks benodigde aantal verificatiemonsters waarmee de versleping wordt gemonitord, per berekende productievolgorde van vier naar twee verlagen. Bij productie van meerdere diergeneesmiddelen of toevoegingsmiddelen dient het product met de hoogste veiligheidsfactor ter verificatie geanalyseerd te worden.

Een aandachtspunt is de verwerking van een hoog gehalte coccidiostatica in aanvullende diervoeders. Dit gehalte kan het vijfvoudige zijn van wat voor volledig voeders is toegestaan, terwijl het maximumgehalte dat volgens Richtlijn 2002/32/EG is toegestaan gebaseerd is op 1 of 3% van het gehalte coccidiostatica in volledige voeders. Dit betekent dat de beheersmaatregelen voor versleping rekening moeten houden met de hoogste gehalten die in aanvullend voer voorkomen. Deze mogen niet resulteren in een hoger gehalte dan wettelijk toegestaan in de volgende (versleping)batch. Verdunnen om dit te verlagen is niet toegestaan (Richtlijn 2002/32/EG).

## 2.4 Toegelaten verslepingstests

Binnen GMP+ zijn een aantal tracers (Tabel 1) toegelaten om de versleping van een installatie te bepalen. De dosering van een tracer heeft invloed op het verslepiingspercentage dat nog nauwkeurig kan worden vastgesteld. In afwachting van “de herziening van de verslepiingsmethoden” wordt binnen GMP+ toegestaan dat bedrijven afwijken van de vastgelegde methode, mits het principe van de meting niet wordt aangetast en er gelijkwaardige resultaten worden verkregen. Nieuwe meetstoffen kunnen worden toegelaten op basis van onderzoek en validatie ten opzichte van de referentiemethode met kobalt.

**Tabel 1** Binnen GMP+ (NL) en Ovocom (BE) toegelaten tracers voor het bepalen van de versleping in mengvoeder en de ondergrens waarbij de versleping met de betreffende concentratie aan tracer nog betrouwbaar kan worden vastgesteld.

Methode	Tracer in mengvoeder, ppm	NL	BE	Ondergrens versleping, %
Kobaltchloride	100	X	-	1
Kobaltsulfaat	100	X	-	1
idem	50	X	-	3
idem	25	X	-	5
Kobaltcarbonaat	100	-	X	1
idem	50	-	X	3
Eiwit/mangaan	4000	X	X	1 <sup>1)</sup>
Microtracers				
F-Lake <sup>2)</sup>	100	X	X	1
FSS-Lake <sup>2)</sup>	100	X	X	1
FSS-Lake <sup>2)</sup>	10	X	X	1
RF (weging)	500	X	-	1
RF Blue Lake	250	-	X (meel)	0.5
Methylviolet	-	X	-	1
Salinomycine Natrium	35	-	X	

<sup>1)</sup> Het betrouwbaarheidsinterval van het berekende verslepiingspercentage is bij een lage versleping kleiner voor Mn en bij een hoge kleiner voor RE.

<sup>2)</sup> F en FSS verwijst naar de deeltjesgrootte, respectievelijk 25 en 200 deeltjes/mg; Lake duidt op het type kleurstof van deze food grade ijzerdeeltjes.

---

### 2.4.1 Methode met kobaltchloride

De verslepingstest met behulp van kobalt wordt in GMP+ als referentietest gezien en beschreven. Er wordt gebruik gemaakt van een mengsel van tarwegries en kobaltchloridehexahydraat met een kobaltgehalte van 5-6% dat via een natte bereidingsprocedure is gemaakt.

De procedure van de test omvat de productie van drie charges met dezelfde samenstelling: een blanco charge om de installatie te spoelen en het natuurlijk kobaltgehalte te bepalen, een charge waaraan het kobaltmengsel in een dosering van 2,0 kg/ton is toegevoegd en een derde blanco charge waarin de versleping van kobalt wordt bepaald. De plaats van toevoegen van het kobaltmengsel is afhankelijk van het traject waarover de versleping dient te worden bepaald.

Er worden monsters genomen:

- zo dicht mogelijk na uitloop van de menger;
- uit de inloop van de persmeelsilo bij korrelproductie;
- uit de inloop van de gereedproduct silo;
- een ander gewenst eindpunt.

#### **Monstername**

##### *Meelproductie*

- 1e charge: 10 plus 4 monsters meel direct na de menger voor bepaling van respectievelijk kobalt en vocht;
- 2e charge: 20 monsters meel direct na de menger, 20 plus 4 monsters meel uit de inloop van de gereed productsilo voor respectievelijk kobalt en vochtbepaling;
- 3e charge: 20 plus 4 monsters meel direct na de menger, 20 plus 4 monsters meel uit de inloop van de gereed productsilo voor respectievelijk kobalt en vochtbepaling.

##### *Korrelproductie*

- 1e charge: 10 plus 4 monsters meel direct na de menger voor bepaling van respectievelijk kobalt en vocht;
- 2e charge: 20 plus 4 monsters meel direct na de menger, 20 plus 4 monsters korrels uit de inloop van de gereed productsilo voor respectievelijk kobalt en vochtbepaling;
- 3e charge: 20 plus 4 monsters meel direct na de menger, 20 plus 4 monsters korrels uit de inloop van de gereed productsilo voor respectievelijk kobalt en vochtbepaling;
- indien gewenst voor uitsplitsing van de doseer-/maal-/menglijn en de perslijn in de 2e en 3e charge tevens 20 plus 4 meelmonsters bij inloop van de persmeelsilo voor respectievelijk kobalt en vochtbepaling.

De monsters van elk 500 ml worden zo goed mogelijk verdeeld over de loopduur van de gehele charge uit de meel- en korrelstroom genomen. Deze zogenoemde bedrijfsmonsters worden in volgorde van oplopend kobaltgehalte gemalen volgens voorschrift en opgeslagen. Uit de bedrijfsmonsters worden twee analysemonsters genomen waarin de kobaltbepaling wordt uitgevoerd met AAS (atomaire absorptie spectrometrie; recenter wordt hiervoor ook wel ICP-AES (Inductively coupled plasma atomic emission spectroscopy) gebruikt). Wanneer het relatieve verschil tussen deze twee monsters groter is dan 5% moet een heranalyse plaatsvinden in twee nieuwe monsters. De versleping per meetpunt wordt berekend uit het gemiddeld kobaltgehalte op drogestof basis van de bedrijfsmonsters in de derde charge, gecorrigeerd voor het natuurlijk aanwezig kobaltgehalte. Door deling door het gemiddeld gecorrigeerd kobaltgehalte in de tweede charge wordt het verslepingpercentage berekend. Daarnaast worden de resultaten grafisch uitgezet tegen het monsternummer.

De kobaltmethode wordt tevens gebruikt om de uniformiteit van het voer te bepalen. Hierop wordt in deze studie niet nader ingegaan. De GMP+ BA2 richtlijn adviseert het kobalthoudend voer te versnijden tot een maximaal gehalte van 2 mg/kg voer.



## 2.4.2 Alternatieve methoden met behulp van kobalt

Naast de hiervoor beschreven referentiemethode met kobaltchloridehexahydraat worden in GMP+ BA2 enkele vereenvoudigde alternatieve methoden met kobalt beschreven voor het meten van het versleppingspercentage zonder uniformiteitsmeting:

- het gebruik van kobaltsulfaat wat in droge vorm wordt gemengd met tarwegries of -achtermeel;
- verlaging van de dosering van kobalt in de 2e charge met een factor 2 of 4. Hierdoor wordt echter de te meten ondergrens van de versleping verhoogd tot 3%, respectievelijk 5% in plaats van 1%;
- beperking van het aantal monsters van 10 tot 4 in de 1e charge, van 20 tot 10 in de 2e charge en tot 20 per versleppingspunt in de 3e charge zonder monsternamen direct na de menger;
- samenvoegen van de monsters van de 2e charge voor het bepalen van het gemiddeld kobaltgehalte en poolen van steeds twee achtereenvolgende monsters van de 3e charge voor het bepalen van de versleping. Hieruit moet een gemiddelde van de gehele charge berekend worden, zo nodig gewogen voor onregelmatige tijdsintervallen tussen de monsternamen.

## 2.4.3 Mangaan/eiwit methode

De toetsingsprocedure met mangaan/eiwit wordt uitgevoerd door eerst een mangaan en eiwitrijk sojamengsel te produceren en aansluitend een mangaan en eiwitarm maismengsel. De toename van het eiwit- en mangaangehalte in het maismengsel is een maat voor de versleping hiervan. De procedure bestaat globaal uit de volgende onderdelen:

- productie van een mengsel van 92% sojaschroot, 4% vet, 3% rietmelasse en 0,4% mangaanoxide (minimaal 50% Mn) 0,8% dicalciumfosfaat, zout of krijt. De mangaanoxide en de mineralen volgen de gebruikelijke route (bijstort) van een voormengsel. Van het laatste deel van de charge sojamengsel wordt een goed mengmonster genomen, hierbij wordt geen voorschrift gegeven;
- aansluitend productie van een gelijke hoeveelheid mengsel van 92% mais (evt. samengesteld met tarwe of een ander eiwitarm mengsel), 4% vet, 3% rietmelasse en 0,8% dicalciumfosfaat, zout of krijt. Van de mais wordt een monster genomen;
- monsternamen persmeelbunker: 6 monsters maismengsel bij inloop persmeelbunker, 6 monsters bij inloop gereedproductsilo. Van het persmeel gedurende 2 x 30 seconden vanaf start zoveel mogelijk submonsters waarvan 2 mengmonsters worden gemaakt. Daarna elke 30 seconden 1 steekmonster. Van de korrels gereed product gedurende 2 x 1 minuut vanaf start zoveel mogelijk submonsters waarvan twee mengmonsters worden gemaakt. Daarna elke minuut 1 steekmonster;
- de totale looptijd wordt genoteerd en 6 meel- en 6 korrelmonster worden bewaard: de 3 eerst genomen monsters en 3 van de overige steekmonsters zonder nadere specificatie;
- op basis van de toename van het eiwit- en mangaangehalte van het maismengsel wordt de relatieve versleping berekend. De genomen monsters worden ingewogen op basis van hun aandeel in de totale looptijd;
- de versleping van eiwit heeft betrekking op het voer als zodanig, de versleping van mangaan geeft een indicatie van de versleping van een voormengsel;
- op basis van aannames met betrekking tot de analyzenauwkeurigheid is berekend dat versleppingsniveaus tot circa 5% betrouwbaarder bepaald kunnen worden op basis van mangaan en daarboven op basis van eiwit;
- voor het bepalen van de menguniformiteit wordt voorgeschreven minimaal 10 monsters van het Mn-rijke sojamengsel te verzamelen en op Mn te analyseren. Er wordt aandacht gevraagd voor het bemonsteren van de gehele voerstroom door een royaal aantal monsters te nemen, waarvan slechts een deel (namelijk 10) onderzocht hoeft te worden.

## 2.4.4 Toetsingsprocedure met behulp van microtracers

Microtracers zijn elementaire ijzerdeeltjes die met een voedingskleurstof zijn gecoat om bij analyse de kleurpunten te kunnen tellen. In GMP+ BA2 worden twee microtracers vermeld:

- F-Lake, deeltjesgrootteverdeling 150-300 µm, 25 deeltjes/mg; monstergrootte voor versleping 4000 g;
- FSS-Lake, deeltjesgrootteverdeling 75-150 µm, 200 deeltjes/mg; monstergrootte voor versleping 400 g. Deze fijnere tracer is speciaal ontwikkeld voor pluimveevoerders om de gebruikte hoeveelheid voer en tracer te verminderen.

Voor het testen van mengvoeder wordt 100 g microtracer F-Lake of FSS-Lake per ton mengvoeder gebruikt, voor premix 10 g microtracer FSS-Lake per ton. De toetsingsprocedure omvat de productie van twee gelijke charges waarbij aan de eerste een mengsel van 4 kg voederkalk of tarwegries en 100 g microtracer (10 g voor een premixinstallatie) wordt toegevoegd en in de tweede de versleping hiervan wordt bepaald. In beide charges wordt het gemiddeld aantal microtracerdeeltjes bepaald door deze te scheiden van overige voerdeeltjes met een rotatiedetector en de voedingskleurstof van de afzonderlijke deeltjes zichtbaar te maken op filtreerpapier. Kenmerken:

- de procedure van inmengen en monsternamen voor traceranalyse is vergelijkbaar met die beschreven bij de kobaltmethode zonder dat een blanco charge vooraf wordt geproduceerd. Er is geen voorschrift voor de voersamenstelling;
- de 20 monsters in de verslepingcharge kunnen gelijkmatig verdeeld over de productstroom genomen worden of door voor de eerste drie monsters continue gedurende driemaal 0,5 minuut het meel of de korrels te bemonsteren in een verzamelcontainer en hieruit een monster te trekken. Daarna wordt elke halve minuut een steekmonster genomen;
- de versleping wordt bepaald door het gemiddeld microtracergehalte uit de tweede charge te delen door het gehalte in de eerste charge, beide op drogestofbasis;
- de microtracerverdeling kan ook gebruikt worden voor het bepalen van de menguniformiteit. De werkwijze hiervoor wordt in GMP+ BA2 uitvoerig beschreven; hierop wordt niet verder ingegaan.

Versleping kan ook bij een relatief laag aantal deeltjes nog goed worden uitgevoerd door grotere monsters te trekken die meer deeltjes bevatten. In onderstaande twee tabellen uit GMP+ BA2 worden hiervan voorbeelden gegeven. Zo kan de methode worden aangepast aan het niveau van versleping dat men wil bepalen.

**Tabel 3** Aantal deeltjes in twee typen microtracers en voermonsters bij een bepaalde monstergrootte voor uniformiteit en versleping (GMP+ BA2).

Methode	Gemiddeld aantal deeltjes per [mg]	Monster-grootte voor menguniformiteit [g]	Gem. verwacht aantal deeltjes in onderzochte monstergrootte	Monster-grootte voor versleping [g]	Nauwkeurigheids verslepingsonderzoek in %	Gem. verwacht aantal deeltjes in onderzochte monstergrootte
FSS-Lake 100 ppm	200	2	40	200	1	40
F-Lake 100 ppm	25	20	50	2000	1	50
FSS-Lake 10 ppm	200	25	50	2500	1	50

**Tabel 4** Gewenste monsterhoeveelheid bij twee typen microtracers ten behoeve van het bepalen van uniformiteit en versleping (GMP+ BA2).

Methode	Te nemen monsterhoeveelheid uit charge 1 voor bepaling van de homogeniteit	Te nemen monsterhoeveelheid uit charge 2 voor bepaling van de versleping
FSS-Lake 100 ppm	≥4 g	≥400 g
F-Lake 100 ppm	≥40 g	≥4.000 g
FSS-Lake 10 ppm	≥50 g	≥5.000 g

Evenals bij alle andere methoden voor de bepaling van de menguniformiteit en versleping zijn ook hier bedrijfsgegevens en gegevens van de betreffende charge nodig. Op dit punt wijkt de methode niet af van de referentiemethode. Tevens kan hierbij een gangbare voersamenstelling gebruikt worden.

---

#### 2.4.5 Toetsingsprocedure met behulp van microtracers middels weging

In deze procedure wordt gebruik gemaakt van RF-microtracers, elementaire ijzerdeeltjes met gemiddeld 1000 deeltjes per mg. Er wordt 500 g microtracer per ton voer gebruikt. Er wordt een microtracermengsel gemaakt waarin het gemiddeld aantal deeltjes exact wordt bepaald, zonder beschrijving van de methode. Het gehalte aan microtracer in het voer wordt bepaald door weging na scheiding van overige voerdeeltjes met een rotatiedetector met een roterende magneet in monsters van 300 g en niet aan de hand van een kleuring. Het gehalte fabrieksijzer wordt bepaald aan de hand van minimaal drie niet nader omschreven blanco monsters. Voor de verdere toetsingsprocedure voor versleping wordt veelvuldig verwezen naar de beschrijving van de eerder genoemde microtracers. De methode wordt niet beschreven voor het bepalen van de uniformiteit van de mengvoederproductie.

#### 2.4.6 Toetsingsprocedure met behulp van methylviolet

De mogelijkheid voor het bepalen van de versleping met methylviolet wordt genoemd, maar voor deze procedure is geen beschrijving opgenomen.

#### 2.4.7 Versleping in installaties voor voormengsels- en toevoegingsmiddelen

De toetsingsprocedure voor het meten van de versleping in installaties voor voormengsels- en toevoegingsmiddelen wordt in GMP+ BA2 beknopt beschreven. De versleping dient te worden bepaald op iedere productlijn van het punt van toevoegen tot de bulkauto of vulling van zakgoed met een hoeveelheid mengsel gelijk aan de kleinste charge die in de praktijk op de betreffende lijn wordt geproduceerd. Als tracerstof mogen kobalt, microtracers FSS-Lake en F-Lake en methylviolet gebruikt worden. De versleping wordt bepaald door de gehele 2e charge waarin versleping moet worden vastgesteld opnieuw te mengen en hieruit 5 monsters te nemen om het gemiddeld gehalte te berekenen. Het verslepiingspercentage wordt berekend uit de verhouding van het bepaalde tracergehalte na versleping en de dosering in de voorgaande charge.

---

## 3 Literatuuroverzicht

In de wetenschappelijke en technische literatuur wordt beperkt aandacht besteed aan het bepalen van versleping bij de mengvoederproductie. In dit hoofdstuk wordt een beknopte beschrijving gegeven van de beschikbare literatuur met betrekking tot de gebruikte tracers, de uitvoering van de verslepingstest, en de representativiteit en toepassing van de test voor versleping van kritische stoffen.

### 3.1 Gebruikte tracers

Putier (2001a) beschrijft een aantal aspecten voor het bepalen van de carry-over in een fabriek voor mengvoederproductie. Daarbij geeft hij een aantal criteria waaraan een tracer moet voldoen, o.a. om een contaminatie van 0.5% te kunnen aantonen:

- bij voorkeur is de betreffende stof reeds aanwezig in de mengvoederfabriek;
- de stof is niet aanwezig in de reguliere grondstoffen en kan direct of via een premix worden toegevoegd;
- het is mogelijk zoveel toe te voegen dat een contaminatie van 0.5% kan worden bepaald, rekening houdend met de detectielimiet;
- er is een exacte, herhaalbare en gevoelige analysemethode beschikbaar tegen acceptabele kosten;
- de stof is niet aanwezig in het recept van de spoelcharge;
- de stof is stabiel gedurende het productieproces tot het punt van monsternamen.

Begin jaren '90 werd in Nederland een toetsingsprocedure op basis van kobalt geïntroduceerd voor het bepalen van de versleping bij de productie van mengvoeder. Borggreve *et al.* (1993) beschrijven onderzoek waarin de mangaan-eiwit methode als alternatief is ontwikkeld en uitgetest. Deze methode is ontwikkeld omdat de kobaltmethode als nadeel heeft dat het kobaltrijke voer verantwoord moet worden verwerkt door dit vergaand te versnijden of als chemisch afval te verwijderen. Daarnaast kan de mangaan-eiwitmethode inzicht geven in de versleping van grondstoffen tussen de grondstoffensilo's en de menger. Voor toevoegingsmiddelen is dit traject overigens niet van belang omdat deze via de premix weegschaal of via bijstort rechtstreeks in de menger worden ingedoseerd. In een test bij 32 mengvoederbedrijven was de gemiddelde versleping op basis van ruw eiwit (RE) vanaf de grondstoffendoseersilo's tot de inloop van de persmeelbunker en de gereedproductcel respectievelijk 4.0 en 6.9%. De versleping op basis van mangaan was 2.8 en 6.1% (n=20), respectievelijk van de menger tot de persmeelbunker en de gereedproductcel. De versleping vanaf de premix weegschaal bedroeg 11.4% en 14.7% (n=12), respectievelijk tot de persmeelbunker en de gereedproductcel. Het traject van de premixweegschaal tot de menger had dus een grote bijdrage aan de versleping. Berekend over hetzelfde traject van persmeelbunker tot gereed product silo was de berekende versleping op basis van RE (2.9%) en mangaan (3.3%) goed vergelijkbaar. In deze studie is geen vergelijking gemaakt met de versleping op basis van de kobaltmethode.

Beumer *et al.* (2004) onderzochten bij kleinschalige mengvoederproductie in een aantal experimenten de geschiktheid van zeven tracers voor het bepalen van homogeniteit en versleping. De tracers waren Microtracer FSS (in wateroplosbare en "lake" versie, ca. 200 deeltjes/mg), Microtracer F (ca. 25 deeltjes/mg), Microtracer FS-Lake (ca. 50 deeltjes/mg) en Microtracer RF (>1000 deeltjes/mg), kobalt, methylviolet en mangaan in twee doseringen (10-100 mg/kg en >2000 mg/kg). Door het ontbreken van algemeen geaccepteerde criteria en een eenduidig protocol voor het bepalen van geschiktheid van tracers werden slechts vergelijkende conclusies getrokken. De noodzakelijk verschillende statistische analyse van discrete, telbare Microtracer deeltjes en het continue verdeelde gehalte aan kobalt, mangaan en methylviolet bemoeilijkte een directe vergelijking. De auteurs concludeerden daarom dat zes tracers geschikt waren voor het bepalen van de menguniformiteit en vier voor versleping zonder een verdere ranking aan te geven.

---

De recovery van de Microtracers week in een aantal gevallen af van de andere tracers. Dit kan te maken hebben gehad met variatie in deeltjesgrootte waardoor het aantal deeltjes per gram tracer varieerde. Dit kan worden ondervangen door per batch van deze producten vooraf het aantal deeltjes per gram te bepalen en hierop de analyse te baseren. Ook kan het malen van pellets met tracer hebben bijgedragen aan een vergroting van het aantal getelde deeltjes in het gepelleteerde voer. Dit verschijnsel treedt vooral op bij het malen van pellets met de grofste variant van de Microtracers, Microtracer F. Daarnaast bleek uit de recovery dat de "lake" versie van de microtracer beter bestand is tegen intensieve pelleteercondities dan de FSS variant met water oplosbare kleurstof.

Vier tracers werden even geschikt geacht voor het bepalen van menguniformiteit en versleping: Microtracer FSS en F (voor gepelleteerde voeders in de watervaste "lake" versie), kobalt en mangaan (dosering >2000 mg/kg). Alle tracers hadden bepaalde nadelen. Microtracer FSS gaf vrij grote variatie tussen individuele waarnemingen en was niet goed bestand tegen pelletteren (behalve de "lake" versie). Microtracer F leek gevoelig voor deeltjesgrootte verkleining door malen. De relatief eenvoudige en snelle analyse van Microtracers werd als voordeel genoemd. Voeders met kobalt en mangaan moesten verdund worden om naderhand te kunnen worden verwerkt. Methylviolet en mangaan in lage dosering werden ongeschikt geacht als tracer vanwege hogere waarden dan de resultaten van de andere tracers. Bij mangaan in de lage dosering werd dit veroorzaakt door het relatief hoge mangaangehalte in blanco voer. Microtracer RF-Lake was niet analyseerbaar in de lage dosering van 10 mg/kg, in deze studie gebruikt ten behoeve van menguniformiteit, dus hierover kon geen uitspraak worden gedaan. In Frankrijk wordt deze tracer in een dosering van 250 mg/kg gebruikt.

Tussen 2003 en 2006 is een Europees onderzoekproject uitgevoerd getiteld "Homogeneity and cross-contamination measurement in feed industry" (acroniem Cross Conta) (Anonymous, 2007) gericht op het ontwikkelen van een methode voor het bepalen van homogeniteit en versleping bij de productie van diervoeders zonder de beperkingen en nadelen van de bestaande methoden. Als bestaande methoden werd het gebruik van Microtracer RF Blue Lake, kobaltcarbonaat en methylviolet als externe tracers en oxytetracycline als interne tracer meegenomen. Op dat moment werd microtracer vooral in Frankrijk gebruikt, methylviolet in Duitsland en kobalt in België en Nederland. Er werd een groot aantal (ca. 25) nieuwe tracers overwogen, waarvan de meeste al in een vroeg stadium afvielen, o.a. vanwege ingewikkelde, dure of onvoldoende betrouwbare analysemethoden, niet representatief gedrag van de tracer in het productieproces, stabiliteit en toxiciteit van de tracer en interactie tussen de tracer en de voersamenstelling. Titanium en de zeldzame aardmetalen (rare earth) yttrium en ytterbium werden in oxidevorm op laboratorium en praktijkschaal getest in vergelijking met reeds bestaande tracers.

Uiteindelijk kwamen de betrokken onderzoekers tot de aanbeveling Microtracer RF te gebruiken voor het bepalen van homogeniteit en versleping in compleet voer, en kobalt voor de premixproductie omdat daarbij geen verdunning of vernietiging nodig is van batches met een hoog kobaltgehalte. Het gebruik van yttrium wordt aanbevolen voor gebruik in voer wat een intensieve hitte- of stoombehandeling ondergaat vanwege de stabiliteit van deze tracer in industriële processen. Het project heeft dus geen wezenlijk andere methoden voor het bepalen van versleping en homogeniteit opgeleverd zoals aanvankelijk werd beoogd. Er zijn wel een aantal relevante bevindingen in de context van dit rapport:

- als microtracer werd de variant RF Blue Lake, Microtracers Inc. USA gebruikt. Voor analyse werden de met kleurstof behandelde ijzerdeeltjes magnetisch van het voermonsters gescheiden en na oplossing van de kleurstof op vochtig filter papier werd deze spectrofotometrisch bepaald. Er was een goede recovery van microtracer na mixen en stoom toevoegen, maar er was een substantieel lagere recovery (ca. 40%) na pelletteren in proeven op labschaal en industriële schaal (20-30%);
- methylviolet is een fijngemalen kleurstof en werd eveneens bepaald met een spectrofotometer na oplossing van de kleurstof in alcohol. Er was geen externe standaard voor het gehalte aan methylviolet, daarom werd het geanalyseerde gehalte in de tracerbatch op 100% gesteld. De consequentie is dat hierin niet de recovery van de toegevoegde tracer bepaald kon worden en dat het gehalte in de verslepingbatch alleen uitgedrukt kon worden als percentage van de tracerbatch. Methylviolet werd beïnvloed door vocht (stoom) en hoge temperatuur; het gehalte nam in laboratoriumproeven met ca. 20-30% af bij stoom toevoegen en nog wat meer bij pelletteren. Door

---

het gebruik van de tracerbatch als referentie werd aangenomen dat het verlies aan kleurstof tijdens het productieproces voor tracer- en verslepiingsbatches gelijk is. Wanneer relatief meer of minder kleurstof verloren gaat in de verslepiingsbatch resulteert dit in een onderschatting respectievelijk overschatting van de versleping in gepelletiseerd voer;

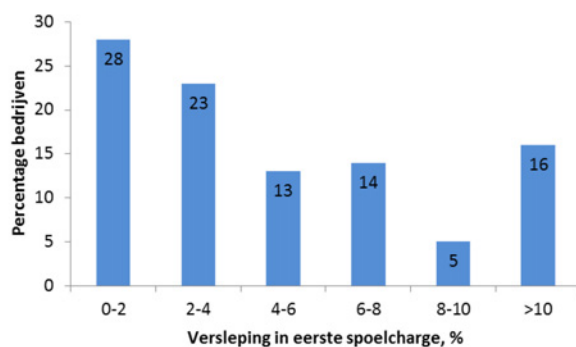
- kobalt, Yttrium en Ytterbium werden bepaald met ICP-AES na droge verassing en oplossing in zoutzuur. De overall recovery van deze elementen was ca. 80% in studies op lab schaal en werd niet beïnvloed door het productieproces;
- titanium fungeerde redelijk goed als tracer, mits er werd gecorrigeerd voor het gehalte in blanco voer en er een dosering groter dan 200 ppm werd gebruikt;
- in praktijkproeven werd in de tracerbatches vóór pelletteren een hogere recovery gevonden van microtracer dan van kobalt, maar er was een substantiële afname (20-30%) van de recovery van microtracer na pelletteren, terwijl dit effect bij kobalt minder was. Deze resultaten duiden er op dat een deel van de kleurstof van microtracer verloren ging tijdens pelletteren, terwijl bij kobalt de analysemethode waarschijnlijk niet optimaal was. Hierbij kan onvolledig beschikbaar komen van kobalt tijdens destructie en oplossen in zuur een rol spelen, alsook interacties tussen verschillende mineralen en sporenelementen. De recovery is een aandachtspunt omdat in verschillende Europese landen een recovery tussen 90 en 110% vereist is;
- de gebruikte tracer leek een invloed te hebben op de bepaalde versleping: deze was op basis van kobalt hoger dan op basis van microtracer RF, terwijl versleping op basis van methylviolet juist lager was;
- bij gelijktijdig gebruik van verschillende tracers kwam de bepaalde homogeniteit met microtracer RF en methylviolet in proeven op labschaal goed overeen en was deze lager (hogere variatie coëfficiënt) bij gebruik van kobalt. De auteurs merken hierbij op dat resultaten van de microtracer RF de kwaliteit van de menger laten zien, terwijl de resultaten van kobalt indicatief kunnen zijn voor (traag mengende) additieven;
- het patroon van homogeniteit en versleping van compleet voer in praktijkproeven kwam redelijk goed overeen voor de verschillende tracers maar de berekende variatiecoëfficiënt en de berekende versleping verschilde substantieel tussen de verschillende tracers. De variatiecoëfficiënt was bijvoorbeeld voor methylviolet in het algemeen hoger dan voor andere tracers. De belangrijkste resultaten van deze praktijkproeven zijn weergegeven in Bijlage 1. Op basis hiervan concludeerden de auteurs dat het vergelijken van homogeniteit tussen verschillende productielocaties alleen mogelijk is bij gebruik van een zelfde tracer;
- praktijkproeven bij premixproductie lieten resultaten zien waarbij de bepaalde homogeniteit en versleping verschilde tussen de (tegelijktijd) gebruikte tracers. Bovendien was de recovery in een aantal tracerbatches laag (ca. 50%) wat de onderzoekers verklaarden door de hoge buffercapaciteit en te lage zuurdosering bij destructie en oplossen van de monsters;
- uiteindelijk concluderen de onderzoekers dat alleen resultaten volgens dezelfde methode met dezelfde tracer vergeleken mogen worden omdat de tracer een invloed heeft op de gevonden resultaten voor homogeniteit en versleping. Gebruik van kobalt als tracer zou resulteren in een hogere versleping dan met microtracer RF Blue Lake, terwijl resultaten met yttrium en ytterbium nog verder afwijken. Een absolute waarde voor versleping kan niet op zichzelf worden gebruikt omdat deze van de testcondities afhangt, maar moet worden vergeleken met een andere waarde. "It is not right to define "absolute" contamination rates as they depend on the testing conditions. Taking into account some Good Manufacturing Practices (as in Belgium or the Netherlands), the level of contamination a factory declares impose the number of cleaning they have to perform in the plant, etc. This is absurd, as if a factory uses an other tracer they can declare a lower level of contamination. This conclusion should be diffused to the legislators and people in charge of the feed production quality controls."

In haar jaarverslag van 2007 publiceerde Bemefa, de Belgische beroepsvereniging van mengvoederfabrikanten een samenvatting van een enquête onder haar leden met betrekking tot het bedrijfseigen verslepiingspercentage. Hierbij werd het meest gebruik gemaakt van kobalt (62%) en mangaan/eiwit (34%), terwijl slechts 3% van de bepalingen was verricht met microtracers. In gepelletiseerd voer leek er een substantieel verschil in versleping gemeten met kobalt (4.65%), ruw eiwit (6.04%) en mangaan (9.18%). In 2008 adviseerde een wetenschappelijk comité van het federaal agentschap voor de veiligheid van de voedselketen over het gebruik van microtracers. Gebaseerd op het Cross Conta project concludeerde het wetenschappelijk comité dat er geen optimale

methode bestaat voor het bepalen van de homogeniteit van diervoeders en versleping. De methode met microtracers werd in de meeste gevallen aangeraden op voorwaarde dat er gegevens zijn over de robuustheid en in België erkende laboratoria voor de analyse van de tracer. Gebruik van microtracers is opgenomen in de voorschriften voor het bepalen van versleping (Ovocom AT08). Er zijn ons geen gegevens bekend over het huidige gebruik van deze tracers in België.

In de Franse GMP (GBPFAC, 2008) is als bijlage een voorbeeldprotocol opgenomen voor de bepaling van het niveau van cross contaminatie. Het protocol is ontwikkeld door het instituut Tecaliman om te kunnen voldoen aan Directive 95/69/EC en komt overeen met de publicatie van Putier (2001a). Volgens een recent overzicht van 140 mengvoeder productielocaties wordt in Frankrijk al minimaal 10 jaar op grote schaal (ca. 70%) van Microtracer RF Blue Lake gebruik gemaakt om homogeniteit en versleping te bepalen (Putier, 2010). Als standaard wordt door onderzoekinstituut Tecaliman 250 g/t van de Microtracer RF Blue Lake met een deeltjesgrootte van 100 µm gebruikt en aanbevolen. In samenwerking met Micro-Tracers Inc. USA is de tracer verder verbeterd: de deeltjes zijn fijner dan 100 µm en beschermd tegen vocht en hitte waardoor deze ook in gepelleteerd voer kunnen worden gebruikt (Boloh, 2012).

Strauch (2003) beschrijft dat het Duitse Research Institute for Feed Technology (IFF), Braunschweig-Thune, tussen 1990 en 2002 de carry-over bepaalde in 170 mengvoederbedrijven in de eerste spoelcharge na twee tracercharges. Er werd niet vermeld welke tracers werden gebruikt. De carry-over was bij de helft van de bedrijven 0-4% en bij 16% van de bedrijven >10% (Figuur 2).



**Figuur 2** Versleping in mengvoederbedrijven onderzocht door IFF tussen 1990 en 2002 (Strauch, 2003).

## 3.2 Uitvoering van de verslepingstest

In de eerdergenoemde publicatie van Putier *et al.* (2001a) worden een aantal criteria en adviezen gegeven voor de uitvoering van een verslepingstest:

- de samenstelling en omvang van de gebruikte batches moeten representatief zijn voor de reguliere mengvoederproductie in de betreffende fabriek;
- er moeten minimaal twee tracer batches na elkaar geproduceerd worden om een stabiel gehalte van de tracer te realiseren, gevolgd door twee verslepingsbatches;
- op basis van voor- en nadelen van verschillende monsternamenpunten wordt geadviseerd monsters te nemen bij de inloop van de pers of de gereedproductcel;
- per monsternamenpunt moeten 30 monsters van de tweede tracerbatch en beide verslepingsbatches genomen worden om voldoende representativiteit te garanderen;
- de monsters moeten evenredig over de gehele looptijd verdeeld zijn en zoveel mogelijk even groot zijn, met een gewicht van 100-1000 g;
- deelmonsters van gelijke grootte kunnen worden samengevoegd om het aantal analyses te beperken. Als praktische werkwijze wordt voorgesteld: één verzamelmonster van de tweede



---

tracerbatch (n=30), en verzamelmonsters van het begin (n=2), het midden (n=22) en het eind (n=6) van beide verslepiingsbatches;

- de totale versleping kan worden berekend als het gewogen gemiddelde van de geanalyseerde monsters, uitgedrukt ten opzichte van het verwachte of bepaalde gehalte van de tracer in de tracerbatch. Het bepaalde gehalte moet minimaal 70 tot 110% van het verwachte gehalte bedragen.

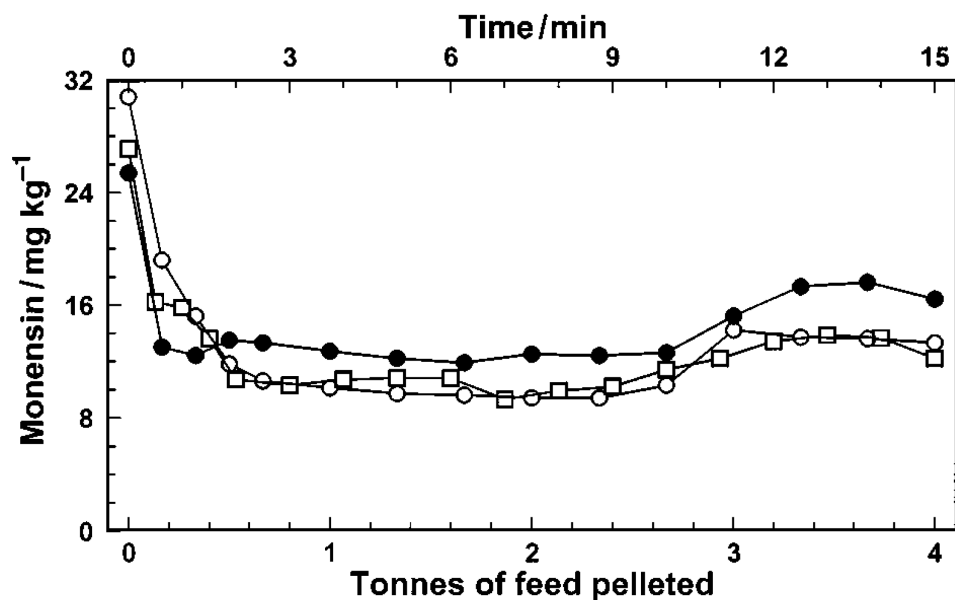
Pinkau (2007) onderstreept het belang van de representativiteit van de batchgrootte en vermeldt dat het verslepiingspercentage hoger is bij een kleinere batch en een niet volledig gevulde menger omdat de hoeveelheid materiaal (in kg) die achterblijft in het systeem tamelijk onafhankelijk is van de vullingsgraad van de menger.

Brera *et al.* (2012) gaan uitgebreid in op de theorie en praktijk van monsternamen, type monsters, foutsoorten, etc. Monsternamen is bedoeld om met een bepaalde zekerheid op basis van de resultaten van een individueel monster een uitspraak over de gehele partij te kunnen doen. Conclusies en beslissingen worden gebaseerd op de analyse van kleine monsters uit een grote partij. Het nemen van representatieve monsters op basis van een adequaat monsternamenprotocol is dus cruciaal. Het is de vraag of de statistische aspecten van monsternamen en mogelijkheden om de onzekerheid te reduceren voldoende worden verdisconteerd. Commission Regulation (EC) 152/2009 geeft als richtlijn voor officiële controle van voedermiddelen  $\sqrt{(20 \times \text{hoeveelheid (in ton)})}$ . Bij een voercharge van 5 ton betekent dit 10 monsters. De verdeling over een batch speelt bij versleping een grote rol.

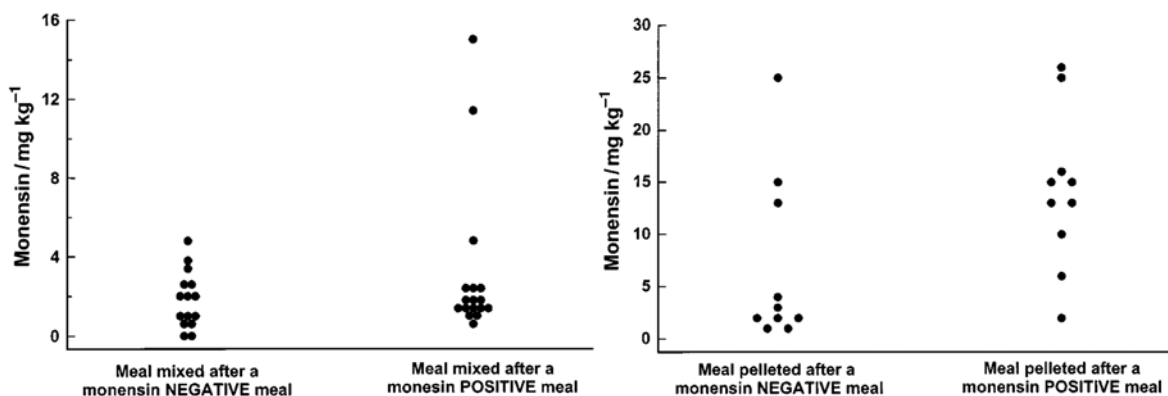
In de eerder genoemde Cross Conta studie (Anonymous, 2007) werden industriële praktijkproeven uitgevoerd waarbij in overeenstemming met Putier (2001a) achtereenvolgens 2 tracerbatches en 2 verslepiingsbatches werden geproduceerd. De recovery van de tracer was in de tweede tracerbatch veelal 5-10% hoger dan in de eerste batch. De versleping was in de tweede verslepiingsbatch (spoecharge) zoals verwacht aanmerkelijk lager dan in de eerste verslepiingsbatch. Het niveau was veelal in de grootte orde van 20% van eerste spoelcharge (bijv. 5% en 1%). Een soortgelijk effect werd gevonden in kleinschalige pilot proeven. [Dit roept de vraag op of de werkwijze in NL GMP+ waarbij het verslepiingspercentage (x) wordt vermenigvuldigd in elke volgende spoelcharge (xn) wellicht een onderschatting van de versleping in de n-de spoelcharge.]

In een tweetal overzichten van versleping op 140 en 64 productielocaties voor mengvoeder in Frankrijk bleek de mediane versleping in de eerste verslepiingsbatch tussen 2000 en 2008 te zijn gedaald van ca. 5.5 naar 3%. De versleping in de tweede verslepiingsbatch was vrij stabiel 0.5% (Putier, 2010; Boloh, 2012). De homogeniteit (variatiecoëfficiënt) was licht verbeterd van VC=4.6 in 2000 naar VC=3.9 in 2008 (Putier, 2010).

Het belang van een goede verdeling van monsternamen in de tijd en de keuze van monsternamenpunten wordt ondersteund door studies van Kennedy *et al.* (1998), McEvoy *et al.* (2003), en Stolker *et al.* (2013). Kennedy *et al.* (1998) onderzochten de carry-over van monensin in een productielocatie voor pluimveevoeders. Alle monsters (n=40) van blanco voeders bevatten een bepaalde hoeveelheid monensin door versleping. Het verloop hiervan is weergegeven in Figuur 3. Het monensin gehalte was hoger in monsters genomen na pelletieren dan in meelmonsters genomen na mixen (Figuur 4). De versleping nam drastisch af na het toewijzen van een perslijn aan voer zonder monensin. Monensin werd ook gevonden in voeders geproduceerd na blanco voer. Dit betekent dat ook na minimaal een keer spoelen monensin nog aantoonbaar aanwezig was.

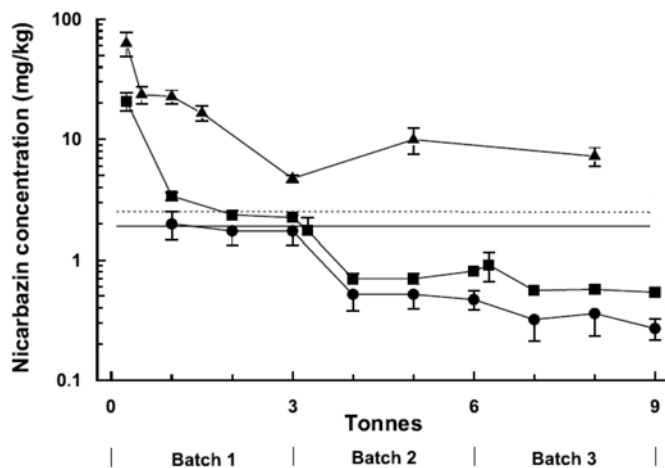


**Figuur 3** Verloop van het gehalte monensin in drie afzonderlijke batches van een gepelleteerd blanco voer na productie van een voer met monensin (Kennedy et al., 1998).



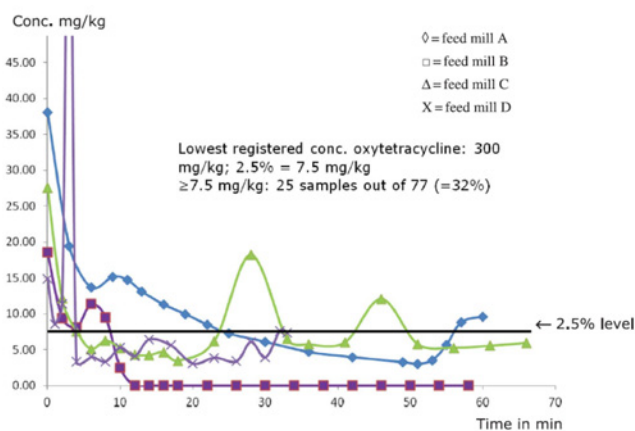
**Figuur 4** Monensingehalte in monsters van meel na mixen (links) en pellets (rechts) van voeders geproduceerd na blanco voeders (negative) en voeders met monensin (positive) (Kennedy et al., 1998).

Een vergelijkbaar verloop in versleping werd gevonden door McEvoy et al. (2003). In deze studie werd de versleping van nicarbazin bepaald in 3 achtereenvolgende spoelcharges van 3 ton. Er werd een duidelijke afname gevonden gedurende de productie van de eerste spoelcharge, maar slechts een beperkte daling in de volgende 2 spoelcharges. Het terugvoeren van afgezeefd materiaal naar de persmeelsilo terwijl die reeds werd gevuld met de volgende (blanco) voerbatches bleek een belangrijke bijdrage te leveren aan de versleping in gepelleteerd voer. Deze was ook veel hoger dan de versleping na de menger (Figuur 5).



**Figuur 5** Nicarbazin concentratie in drie 3-tons spoelcharges na een batch met nicarbazin, bepaald na de mixer (rondjes), in de elevatorvoet (vierkantjes) en na de pers (driehoekjes) (McEvoy et al., 2003).

In een studie van Stolker et al. (2013) werd bij vier bedrijven het verloop van de versleping van oxytetracycline in de tijd bepaald door frequent monsters uit de productstroom van de spoelcharge te nemen (Figuur 6). Op alle vier de bedrijven werd de hoogste concentratie gevonden gedurende de eerste 5 minuten. Het verloop van de concentratie daarna verschilde aanzienlijk tussen de bedrijven. Slechts bij één bedrijf daalde de concentratie oxytetracycline tot onder de detectiegrens. De scherpe pieken meteen in het begin van de charge en het grillige verloop onderstrepen het belang van frequente monsternamen gedurende het verloop van de voerstroom.

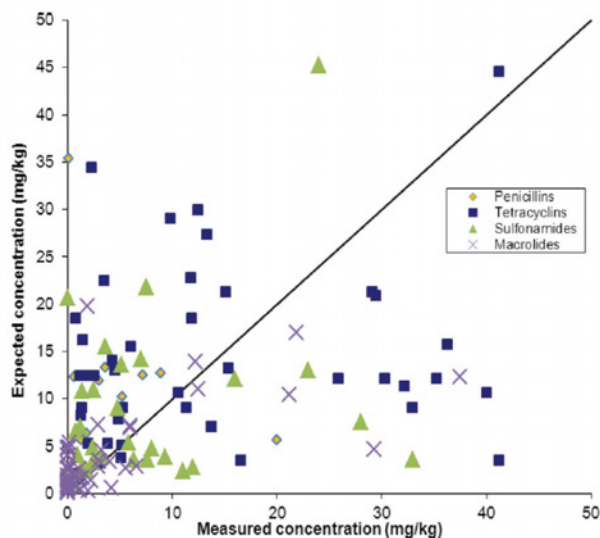


**Figuur 6** Oxytetracyclineconcentratie in een charge spoelvoer gedurende de productietijd in vier mengvoederbedrijven (Stolker et al., 2013).

### 3.3 Representativiteit en toepassing van de gebruikte tracers

De verslepingstest is gericht op de beheersing van risico's van versleping van kritische stoffen. Dit impliceert dat de versleping bepaald met een tracer representatief moet zijn voor de relevante kritische stoffen. Stolker et al. (2013) vonden echter geen duidelijk verband tussen de verwachte versleping op basis van het bedrijfseigen verslepiingspercentage, bepaald met mangaan-eiwit of microtracers, en de gevonden versleping van 9 antibiotica in 140 spoelcharges van een groot aantal

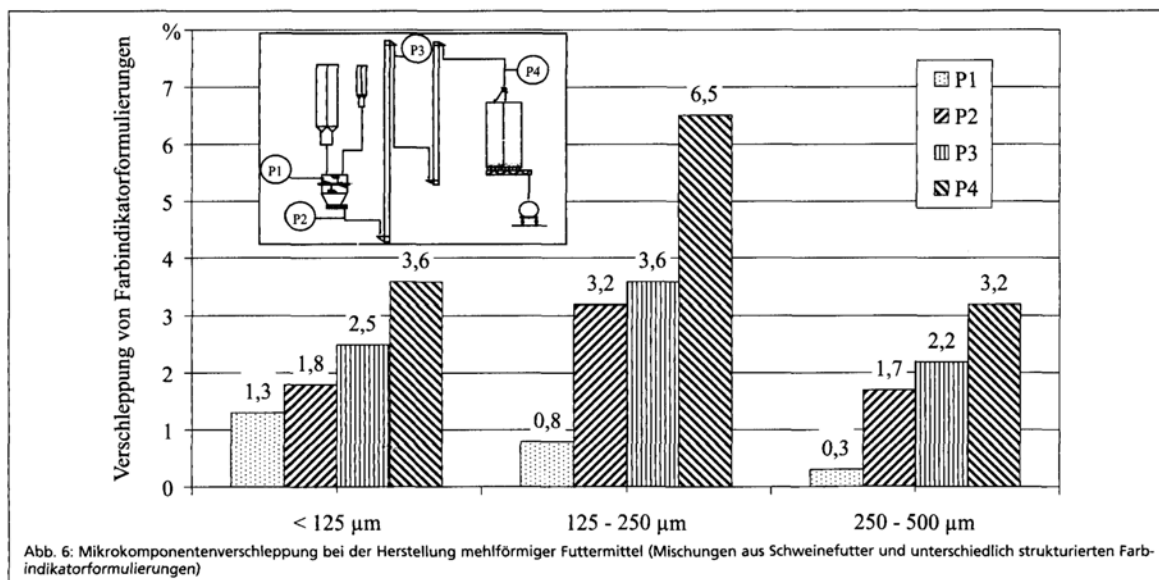
mengvoederproductielocaties (Figuur 7). Dit kan erop duiden dat de resultaten van de verslepingstest geen betrouwbaar beeld gaven van de versleping van de installatie, dat de resultaten niet representatief waren voor het gebruikte antibioticum of dat de monsternamen en analyse antibiotica in de spoelcharges niet betrouwbaar waren.



**Figuur 7** Correlatie tussen bepaalde concentratie antibiotica in spoelcharges en verwachte concentratie op basis van het bedrijfseigen verslepiingspercentage.

Opgemerkt wordt dat de auteurs bij toepassing van de resultaten van de verslepingstests geen rekening hielden met de eventuele verschillen in wandadhesie tussen de verschillende antibiotica. Bij deelname aan de Belgische Feed Chain Alliance Standaard, beheerd door Ovocom (overlegplatform van de diervoedersector), is het verplicht rekening te houden met de verwerkingseigenschappen van toevoegingsmiddelen en (gemedicineerde) voormengsels die invloed hebben op de versleping. Tracers, toevoegingsmiddelen, voormengsels en andere kritische stoffen kunnen onderling verschillen in het risico op versleping door verschillen in producteigenschappen (Beumer *et al.*, 1996). Door TNO is een test ontwikkeld waarin de wandadhesie van producten wordt bepaald ten opzichte van een referentiestof, i.e. kobaltchloride. Een toevoegingsmiddel met een hogere wandadhesie zal zich meer hechten aan de onderdelen van de installatie en daardoor een hogere versleping veroorzaken. Op basis van de relatieve wandadhesie wordt een vermenigvuldigingsfactor berekend, variërend van 1 tot 3, waarmee de installatie-eigen versleping uit de verslepingstest moet worden vermenigvuldigd om het benodigde aantal spoelcharges te berekenen (Ovocom, AT08). Als tracer voor het bepalen van de versleping mogen deelnemers aan Ovocom gebruik maken van kobaltcarbonaat, Microtracer F of FSS-Lake, Microtracer RF Blue Lake en Salinomycine Natrium.

Neumann (2009) bepaalde de versleping in meelvoer voor varkens in een testopstelling met een menger en 2 elevatoren en drie kleurentracer met verschillende gemiddelde deeltjesgrootte: <125, 125-250 en 250-500 µm. In het algemeen werd een hogere versleping van de fijnste deeltjes verwacht, maar in dit onderzoek duiden de resultaten erop dat de versleping hoger was bij de deeltjes met de middelste grootte (Figuur 8). De auteurs relateren deze verschillen tussen de tracers aan de deeltjesgrootte van de voermatrix waarin deze zijn opgenomen. In dit geval hadden het gebruikte biggen- en varkensvoer een gemiddelde deeltjesgrootte van 100 en 300 µm, waardoor mogelijk juist de versleping van de afwijkende middelste tracer grootte het hoogst zou kunnen zijn. Praktisch gezien betekent dit dat de deeltjesgrootteverdeling van de tracer representatief moet zijn voor de toevoegingsmiddelen waarvoor deze gebruikt wordt en dat de versleping van een bepaalde tracer of toevoegingsmiddel mede bepaald wordt door de structuur van het voer waar deze aan toegevoegd wordt.



**Figuur 8** Versleping van microcomponenten (kleurentracer) met verschillende gemiddelde deeltjesgrootte bij de productie van een meelvoer voor varkens (Neuman, 2009).

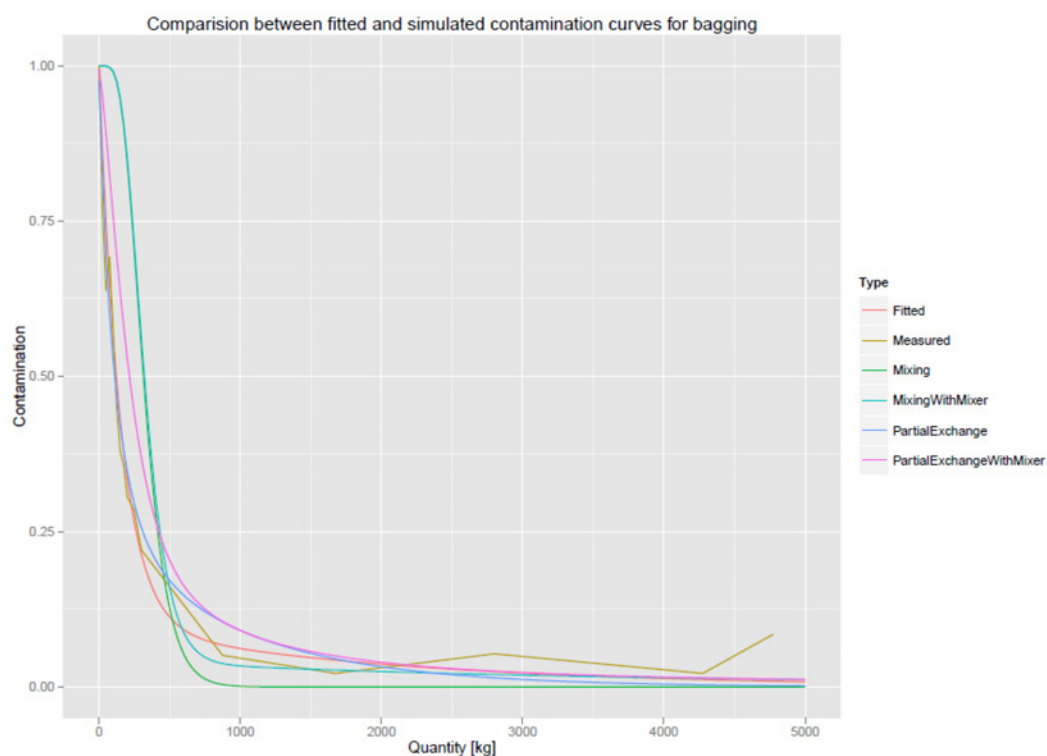
Leloup *et al.* (2013) bestudeerden het gedrag van voer en tracer in een speciaal voor onderzoek ontwikkelde bucket elevator opstelling van 6 m hoogte. Dit onderzoek bood de mogelijkheid om onderscheid te maken tussen depositie ofwel achterblijven van voerdeeltjes in het systeem en meenemen van deeltjes in een spoelcharge. Hiervoor werd driemaal een tracer batch met 250 ppm Microtracer RF Blue Lake door het systeem getransporteerd, gevolgd door één spoelcharge zonder tracer. Na transport van de tracer batches en de spoelcharge werd het tracergehalte in deze charges geanalyseerd. Daarnaast werden verschillende delen van het elevatorsysteem onder vacuüm leeggezogen en werd de verzamelde depositie gewogen en eveneens geanalyseerd. Deze test werd 38 keer in verschillende varianten uitgevoerd. Er bleek een wezenlijk verschil tussen de achtergebleven depositie van tracerdeeltjes en de verzamelde hoeveelheid tracer in de spoelcharge. De depositie van voerdeeltjes was gemiddeld over 16 testen 2.9% terwijl van de tracer 20% in het systeem achterbleef na de tracer batches. Hiervan werd 32% door de spoelcharge meegenomen zodat de versleping in de eerste spoelcharge 6.4% bedroeg. Het aandeel tracerdeeltjes (en andere deeltjes <200 µm) in de achtergebleven fractie was veel hoger dan in de complete batch. Voor tracerdeeltjes was de concentratie 7x hoger en na spoelen nog 4x hoger dan in het oorspronkelijke mengsel. De versleping, bepaald als aandeel in de spoelcharge gedeeld door het geanalyseerde gehalte in de tracerbatches bedroeg 9.8%. Dit is aanzienlijk meer dan gemiddeld gevonden op Franse mengvoederbedrijven (ca. 3%) wat volgens de auteurs mogelijk veroorzaakt wordt door de relatief hoge versleping in elevatoren en het feit dat de tracerbatch driemaal door het systeem werd getransporteerd.

De absolute waarden gevonden in deze studie zijn niet rechtstreeks door te vertalen naar de versleping in de mengvoederindustrie, maar er zijn wel enkele relevante bevindingen.

- De depositie van tracer was veel groter dan die van compleet voer. Dit werd niet veroorzaakt door verschil in afgelegd traject zoals tussen mangaan en eiwit bij de mangaan-eiwit methode, maar door verschil in gedrag tussen kleine en grote deeltjes en wellicht door specifieke producteigenschappen. Kennelijk vond er een zekere mate van ontmenging plaats waarbij kleine deeltjes relatief gemakkelijk ontsnappen aan het mengsel en ergens in het systeem blijven plakken.
- Er was een wezenlijk verschil tussen depositie en in een spoelcharge verzamelde tracer. Eén spoelcharge nam slechts 32% van de achtergebleven tracer mee. Enerzijds werd dit wellicht mede veroorzaakt door de complete reiniging van het systeem tussen de tests waardoor bij ieder test de hoeken e.d. opnieuw werden opgevuld met achtergebleven voer. Aan de andere kant is het aannemelijk dat bij één spoelcharge geen volledige uitwisseling plaats vond van achtergebleven voer met tracer door blanco voer zonder tracer. Dit kan zich ook in de praktijk voordoen in bepaalde onderdelen van het productie-, transport- en opslagsysteem in een mengvoederfabriek.

- Dit aspect speelt ook een rol bij de duur van het gebruik van een tracerbatch. Door de tracerbatch driemaal door het systeem te transporteren kon waarschijnlijk meer uitwisseling plaatsvinden en werd het systeem meer opgeladen met depositie van tracer dan wanneer slecht eenmaal een tracerbatch door de productielijn wordt getransporteerd. In de praktijk betekent dit dat de depositie en versleping vanuit een eenmalig geproduceerde tracerbatch waarschijnlijk kleiner is dan wanneer in een aantal achtereenvolgende charges voer met toevoegingsmiddelen zijn geproduceerd.

Het belang van de aannames over de uitwisseling tussen residu in de installatie en de volgende batch wordt onderbouwd door recent onderzoek van Kolodziejczyk (2015). Deze ontwikkelde een computermodel om de carry-over bij de productie van jongdiervoeders in meelvorm bij Sloten te simuleren. Een van de bevindingen hierbij was dat de aanname betreffende de uitwisseling van residu in de installatie met een volgende batch een grote invloed heeft op het verloop van de versleping (Figuur 9). Een partial mass exchange model waarbij steeds een deel van het residu in een deel van de volgende partij voer terecht komt gaf een betere weergave van het verloop van de contaminatie dan een complete mixing model waarbij het totale residu homogeen met de volgende batch wordt gemengd. Het complete mixing model resulteerde in een zeer snelle piek in versleping in het begin van de volgende charge terwijl het partial mass exchange model in een meer geleidelijke verdeling van de versleping in de volgende partij voer resulteerde. Dit verloop kwam beter overeen met de resultaten van metingen met een tracer uitgevoerd tijdens de productie bij Sloten. De auteur stelt daarbij dat het meenemen van cohesie-eigenschappen in een betere voorspelling van het verloop van de versleping zal resulteren.



**Figuur 9** Gerealiseerde versleping bij de productie van jongdiervoeders en gesimuleerde versleping met een mixing en een partial exchange model (Kolodziejczyk, 2015).

---

## 4 Bedrijfsbezoeken

### 4.1 Inleiding en methode

In de periode oktober – november 2015 zijn een vijftal mengvoederbedrijven bezocht door een team van 2-4 mensen namens RIKILT Wageningen University & Research en NVWA. Hierbij vormden H. Beumer namens RIKILT en E.J. de Goeij namens NVWA de vaste kern, aangevuld door andere leden van het projectteam. De groep van vijf bedrijven was geselecteerd op basis van eerdere contacten met deze bedrijven tijdens een studie naar oorzaken van versleping in de mengvoederindustrie en maatregelen om deze terug te dringen (Hooglugt *et al.* (2014). De bedrijven was eerder om medewerking gevraagd in een brief met nadere toelichting op het onderzoek (Bijlage 2). Na een positieve reactie en voorbereiding van de bedrijfsbezoeken werd hiervoor telefonisch een afspraak gemaakt. Tussen genoemde brief en de uitvoering van de bedrijfsbezoeken zat een periode van een aantal maanden door persoonlijke omstandigheden die niet gerelateerd waren aan dit project. Bij de bezoeken waren van de kant van de bedrijven doorgaans 1-3 personen aanwezig met een verantwoordelijkheid voor kwaliteit en veiligheid en een verantwoordelijkheid voor de productie van mengvoerders.

Na kennismaking werd een toelichting op het doel van het bezoek gegeven: in opdracht van RIKILT en NVWA gegevens verzamelen over hoe mengvoederbedrijven in de praktijk omgaan met de uitvoering en interpretatie van de onder de GMP-regeling verplichte verslepingstest. Deze moeten zij minstens 1x per 2 jaar (laten) uitvoeren op alle productielijnen waarop voeders worden geproduceerd met toevoegingsmiddelen zoals coccidiostatica en diergeneesmiddelen zoals flubendazol (tegen worminfecties). Deze middelen mogen niet in andere voeders terecht komen, of slechts in wettelijk vastgelegde, zeer lage concentraties. De verslepingstest, in combinatie met vermenigvuldigingsfactoren voor de specifieke toevoegingsmiddelen en diergeneesmiddelen die het bedrijf verwerkt, geeft de bedrijven informatie op basis waarvan zij kunnen vaststellen welke maatregelen zij moeten treffen om aan deze eisen te voldoen. Deze maatregelen worden vastgelegd in een zogenaamde contaminatietabel met de toegelaten productievolvergader van voeders met en zonder toevoegingsmiddelen voor de verschillende diercategorieën. Dit onderzoek was er niet primair op gericht om versleping te beheersen of te verminderen, maar om de kwaliteit en representativiteit van de uitvoering van de (bedrijfseigen) verslepingstests na te gaan. Het onderzoek werd uitgevoerd door middel van gesprekken over relevante aspecten van versleping en verslepingstesten aan de hand van een van te voren door de onderzoekers opgestelde vragenlijst (Bijlage 3). Aansluitend werd een rondgang door het bedrijf gemaakt om een aantal aspecten ter plaatste te kunnen bekijken. Na het bedrijfsbezoek werd door de onderzoekers een conceptverslag opgesteld en met de bezochte bedrijven afgestemd. Na verwerking van eventuele opmerkingen van de bedrijven werd dit vertrouwelijk bedrijfsverslag definitief vastgesteld en naar de betrokken bedrijven verzonden. Hierbij werden tevens suggesties ter verbetering gedaan wanneer de bevindingen tijdens het bedrijfsbezoek hiertoe aanleiding gaven. De vertrouwelijke verslagen van de bedrijfsbezoeken zijn gebruikt voor het opstellen van een overzicht van de status van de (uitvoering van) verslepingstesten in Nederlandse mengvoederbedrijven in het onderhavige rapport. Hierbij wordt in grote lijnen de volgorde van de vragenlijst gevolgd. Eventueel specifieke bedrijfsgegevens zijn geanonimiseerd verwerkt.

### 4.2 Resultaten

#### **Frequentie van verslepingstesten**

De GMP-code schrijft voor dat minimaal eenmaal per twee jaar een verslepingstest moet worden uitgevoerd op relevante productielijnen waarop voeders met kritische stoffen worden geproduceerd. Bedrijven moeten dit bij een controle of audit kunnen aantonen. Bij de bezochte bedrijven worden door één maalmenglijn meestal twee tot vier perslijnen bediend. De frequentie van uitvoering van



---

verslepingstesten verschilt tussen de bedrijven. Bij sommige bedrijven worden de perslijnen om en om elk jaar of half jaar aan een verslepingstest onderworpen waarbij de maalmenglijn dus twee tot viermaal per twee jaar mee doet in de verslepingstest. Daarbij wordt de versleping over de perslijnen afzonderlijk bepaald en wordt de versleping over de maalmenglijn ofwel steeds bepaald (2-4 maal per twee jaar) of eenmaal per twee jaar zoals voorgeschreven. Een ander bedrijf bepaalt de versleping eenmaal per twee jaar tegelijk voor verschillende maalmenglijnen en perslijnen.

### **Tracer en uitvoering**

De bezochte bedrijven maken gebruik van de mangaan-eiwit methode of microtracers voor het bepalen van de versleping en menguniformiteit; geen van de bedrijven maakt meer gebruik van kobalt als tracer. De ervaringen van de bedrijven met de tracers verschillen. Twee bedrijven gebruiken de mangaan-eiwit methode, waarbij één bedrijf eerder enkele jaren de microtracer FSS heeft gebruikt. De resultaten met deze tracer werden niet volledig betrouwbaar en representatief geacht, terwijl de resultaten voor de uniformiteit moeilijk waren te interpreteren. Verder werden als voordelen van mangaan-eiwit genoemd dat de magneten niet hoeven worden uitgeschakeld, dat de gebruikte mengsels eenvoudig in het voer kunnen worden verwerkt en dat de versleping van ruw eiwit van waarde is voor de voeroptimalisatie. Drie bedrijven gebruiken de telbare microtracers F of FSS red Lake. Als redenen worden genoemd dat deze methode met elke voersamenstelling kan worden gebruikt, dat de gebruikte voeders regulier kunnen worden afgezet en dat de analyses minder kosten dan bij de andere methoden. Een van deze bedrijven heeft eerder de niet telbare microtracer RF gebruikt waarbij de deeltjes na isolatie met een magneet door weging werden bepaald. Deze methode resulteerde echter in een veel lagere versleping (ca. factor 3 lager) dan in voorgaande jaren was bepaald met kobalt. Laatstgenoemde methode wordt door de bezochte bedrijven niet (meer) gebruikt. Twee bedrijven maken gebruik van microtracers F-Lake. Dit betreft de grofste variant met gemiddeld 25 deeltjes per mg tracer. Volgens voorschrift moeten hiervan monsters van 4 kg genomen worden, waarvan de deeltjes in 2 kg worden geteld. Beide bedrijven zijn hiermee onvoldoende bekend en nemen aanzienlijk kleinere deelmonsters van 100 tot 300 g voor analyse van het aantal deeltjes. In dergelijk kleine monsters is het aantal (relatief grove) F tracer deeltjes te klein om een betrouwbare bepaling van de versleping te doen. Een bedrijf maakt gebruik van microtracer FSS-Lake. Dit zijn kleinere deeltjes, 200 per mg, waardoor voermonsters van 200 g voldoende zijn voor een betrouwbaar aantal deeltjes in monsters uit verslepingstesten.

### **Verantwoordelijkheid en uitvoering**

Het initiatief en de verantwoordelijkheid voor de verslepingstest ligt bij de kwaliteitsmanager en/of de productiemanager. Deze zorgt voor de inplanning, indien nodig de bestelling van tracer, en de verwerking van de monsters. De verslepingstest zelf wordt meestal uitgevoerd door de kwaliteits- of productiemanager van de betreffende locatie, samen met de procesoperator en eventueel een derde persoon. De procesoperator zorgt voor het inmengen van de vereiste tracer en informeert de monsternemer wanneer de voerstroam een bepaald punt passeert. Meestal is er één persoon die de monsters neemt in vooraf gereed gemaakte potten of zakken. Een stopwatch of horloge wordt goed zichtbaar neergelegd om de monsters op het gewenste tijdstip te nemen. De derde persoon, indien aanwezig, houdt de tijd bij, reikt monsterpotten aan en kan aantekeningen maken en aanwijzingen geven. Een van de bezochte bedrijven heeft een speciaal team voor de organisatie en uitvoering van verslepingstesten bij alle Nederlandse productielocaties van dit bedrijf. Een persoon van dit team heeft steeds de verantwoordelijkheid en leiding over de verslepingstest die wordt uitgevoerd in samenwerking met (meestal) twee lokale medewerkers, een procesoperator en een monsternemer.

### **Inplanning**

De meting van menguniformiteit en versleping vindt bij de meeste bedrijven gedurende een gewone productiedag plaats. Dit geeft een realistische weergave van het reguliere productieproces. Hierdoor kan wel enige tijdsdruk ontstaan op de uitvoering, wat door één van de bezochte bedrijven wordt ondervangen door de verslepingstest aan het eind van de werkdag uit te voeren. Bij de meeste bedrijven wordt de uitvoering enkele weken van te voren ingepland, bij één bedrijf gebeurt dit op kortere termijn, enkele dagen van te voren. Dit is mogelijk omdat de hier gebruikte tracer, mangaan, als regulier ingrediënt op voorraad is. De bezochte bedrijven geven aan dat met een goede voorbereiding en klaar zetten van de benodigde materialen, de verslepingstest zelf niet veel tijd hoeft te kosten. Aansluitend is wel tijd nodig voor de verwerking van de monsters, maar in die tijd kan de

---

normale mengvoederproductie doorgaan. De mangaan-eiwitmethode gaat uiteraard wel ten koste van enige productiecapaciteit omdat tijdens deze test geen reguliere voeders worden geproduceerd maar mengsels van grondstoffen die later weer als ingrediënt kunnen worden gebruikt.

### **Voersamenstelling**

De bedrijven die gebruik maken van microtracers voeren de verslepingstest uit met willekeurige voeders voor varkens of pluimvee die op dat moment op de planning staan. Meestal hebben de tracerbatch en de verslepingbatch dezelfde samenstelling, maar dit is niet noodzakelijk het geval. Er wordt wel gelet op de eventuele aanwezigheid van andere tracers om interactie tussen verschillende tracers uit te sluiten. Dit betreft met name tracers die door de leverancier toegevoegd zijn aan coccidiostatica om identiteitsfraude te voorkomen. De verslepingstesten worden door alle bedrijven doorgaans met een normale (maximale) mengcharge uitgevoerd. De bedrijven hebben geen informatie over de eventuele invloed van voersamenstelling op het verslepingpercentage.

### **Protocol**

Alle bezochte bedrijven baseren zich op de protocollen zoals opgenomen in de GMPplus-code, meestal aangevuld met een specifiek bedrijfseigen protocol of een beknopte beschrijving. Het protocol wordt meestal vooraf aan de medewerkers gegevens zodat die zich kunnen voorbereiden. De bezochte bedrijven hebben hun protocol of beschrijving van de uitvoering ter beschikking gesteld aan de onderzoekers. Een aantal specifieke punten en bijzonderheden worden hierna besproken. Het GMP protocol gaat ervan uit dat de versleping in gepelleteerde voeders wordt bepaald op een complete maalmenglijn plus perslijn. Desgewenst kan door monsternamen bij inloop van de persmeelcel de versleping van de maalmenglijn afzonderlijk bepaald worden. Het verschil tussen de totale versleping en de versleping op de maal-menglijn geeft de versleping op de perslijn. Een van de bedrijven heeft in het protocol de bepaling van de versleping gesplitst door na productie van de tracerbatch eerst de versleping op de maalmenglijn te bepalen en deze verslepingbatch af te voeren via een andere perslijn, en vervolgens een tweede verslepingbatch via de geschoonde maalmenglijn te gebruiken om de versleping in de perslijn te bepalen.

### **Tracer en dosering**

Het is de bedoeling dat de verslepingstest zoveel mogelijk het risico op versleping van kritische stoffen weergeeft. Hierbij is van belang hoe en waar de tracer wordt ingedoseerd. Dit verschilt tussen de bezochte bedrijven. Bij de mangaan-eiwit methode wordt mangaanoxide bij één bedrijf gedoseerd via de bijstort, bij een ander bedrijf rechtstreeks in de menger. Dit laatste komt niet overeen met de dosering van kritische stoffen via de bijstort en een closed-loop systeem; hiervoor zou de mangaan te plakkerig zijn. De microtracers worden door de drie bezochte bedrijven toegevoegd via de bijstort die vervolgens via een closed-loop systeem of via een korte valpijp in de mengbunker of de menger terecht komt. Door een bedrijf wordt de tracer hieraan voorafgaand voorgemengd met 25 kg monocalciumfosfaat.

### **Productieproces**

De productie tijdens de verslepingstest moet representatief zijn voor de reguliere mengvoederproductie. Daarom wordt bij geen van de bezochte bedrijven de installatie gespoeld voorafgaand aan de uitvoering van deze test. Het gebruik van microtracers wordt gecombineerd met de reguliere mengvoederproductie. Bij de mangaan-eiwitmethode is sprake van specifieke mengsels op basis van soja en mais. Eén bedrijf produceert daarbij vooraf een charge voer met een relatief hoog mangaangehalte om het mangaangehalte in de installatie op een relatief hoog niveau te brengen. Aansluitend wordt de beschreven mangaan-eiwitmethode uitgevoerd.

De verwerking van gruis bij voeders met kritische stoffen is een aandachtspunt. Bij de meeste bedrijven wordt gruis en meel na de koeler afgezeefd en teruggevoerd naar dezelfde batch in de persmeelsilo. Wanneer de persmeelsilo leeg is worden verschillende procedures gevolgd:

- het gruis wat daarna nog wordt afgezeefd van het resterende deel van de pellets wordt opgeslagen in een retourvoersilo. Dit gruis wordt verwerkt in een voersoort met of zonder vergelijkbare kritische stoffen. In geval van microtracers betreft dit een niet kritische stof die in voeders met vergelijkbare samenstelling mag worden verwerkt;

- het resterende afgezeefde gruis gaat naar de gereedproductsilo en wordt met het gepelleteerde voer aan de klant geleverd of afgezeefd bij bulkbelading en verwerkt in vergelijkbare voeders met of zonder kritische stoffen;
- de zeef wordt uitgeschakeld waardoor het gruis samen met de pellets in de gereedproductsilo terecht komt;
- het afzeven is gelijk aan het afzeven bij normale productie, maar het is onduidelijk wat er met het laatste deel van het gruis gebeurt;
- het afzeven wordt gedurende de gehele verslepingstest uitgeschakeld;

### **Monsternamepunten**

Het GMP-plus protocol schrijft voor dat monsters voor uniformiteit genomen worden zo kort mogelijk na de uitloop van menger, en voor versleping bij inloop van de persmeelcel (maalmenglijn) en de gereedproductcel (perslijn). In de praktijk is de inloop van de persmeelcel veelal tevens het eerste monstername punt na de menger, waar dus ook monsters voor menguniformiteit worden genomen. Bij slechts één van de bezochte bedrijven worden monsters van de tracerbatch voor uniformiteit genomen vanaf de meelketting van de onderbunker van de menger. Daarnaast worden voor dit doel individuele pelletmonsters na de koeler genomen. Bij een bedrijf worden pelletmonsters genomen voor de koeler omdat een monstername bij inloop van de gereedproductsilo niet gerealiseerd kan worden. Sommige bedrijven beschikken over goed toegankelijke monsternamepunten bij de inloop van silo's. Bij andere bedrijven zijn een of meer van de monsternamepunten moeilijk bereikbaar of toegankelijk. Soms wordt dit ondervangen door met twee personen de monsters te nemen.

Werkwijze, aantal en omvang van de monsters bij gebruik van microtracers verschilt tussen de bezochte bedrijven. Een bedrijf gebruikt microtracer FSS-Lake en neemt 20 monsters van ca. 150 g voor homogeniteit, 8 monsters om het aantal deeltjes in de tracerbatch in de persmeelsilo te bepalen en 20 monsters van circa 1 kg persmeel en pellets voor versleping. Een tweede bedrijf gebruikt microtracer F-Lake en neemt 20 monsters van ca. 500-1000 g van meel en pellets en neemt hiervan een deelmonster van circa 300 g voor analyse. Een derde bedrijf gebruikt microtracer F-Lake en neemt monsters van circa 100 g voor uniformiteit en versleping. Dit laatste bedrijf neemt bij versleping gedurende de eerste 30 seconden 2 x 15 seconden zeer frequent monsters in een verzamelmonster. Bij alle drie de bedrijven worden de overige monsters evenredig over de tijd verdeeld.

Van de twee bedrijven die de mangaan-eiwitmethode gebruiken neemt een bedrijf 12 meelmonsters om de uniformiteit te bepalen, en pelletmonsters conform GMP+. Voor versleping nemen beide bedrijven eerst gedurende 2 x 30 seconden (meel) of 2 x 60 seconden (pellets) een verzamelmonsters. Daarna wordt bij een bedrijf met vaste frequentie van 1 per 30 seconden in meel en 1 per 30 à 45 seconden van pellets, een steekmonster genomen tot de productstroom stopt. Van de steekmonsters worden er conform GMP-plus 4 geanalyseerd, naast een monsters uit elk van de 2 verzamelmonsters. Het tweede bedrijf werkt op een vergelijkbare manier waarbij na de 2 verzamelmonsters nog 5 steekmonsters uit de stroom meel en pellets wordt genomen.

### **Analyse, verwerking, rapportage**

De bedrijven maken in beperkte mate gebruik van externe ondersteuning. Bij de mangaan-eiwit methode beschikken de mengvoederbedrijven zelf over de benodigde voedermiddelen, inclusief mangaanoxide. Bij gebruik van microtracers worden deze meestal in een afgestemde hoeveelheid, afgestemd op de voercharge, geleverd door het laboratorium. Eén bedrijf ontvangt de microtracer in een premix. Verdere ondersteuning vooraf in de vorm van instructies of materialen verschilt wellicht tussen laboratoria en is bij de hier betrokken laboratoria beperkt. De monsters worden geanalyseerd en op basis van informatie over de opzet van de verslepingstest van het mengvoederbedrijf worden de variatiecoëfficiënt en het verslepiingspercentage door het laboratorium berekend en gerapporteerd. Enkele bedrijven beschikken over een eigen laboratorium waar de analyses van mangaan en ruw eiwit of microtracers worden uitgevoerd. In de uitvoering door betrokken laboratoria werden enkele fouten en onvolkomenheden waargenomen, zoals het leveren en verwerken van een niet correcte hoeveelheid tracer en niet signaleren van een (veel) te kleine monstergrootte voor de verslepingstest, waardoor resultaten minder betrouwbaar zijn. De rapportage van de laboratoria wordt door de mengvoederbedrijven gecombineerd met eigen rapportage over de uitvoering en vastgelegd. Bij

---

afwijkingen of onverwachte resultaten wordt nagegaan of er mogelijk fouten zijn gemaakt bij de analyse of bij uitvoering van de test. Daarnaast wordt bekeken of er in de installatie redenen zijn voor een afwijkend (hoog) versleppingspercentage. Over het algemeen wordt de verslepingstest niet op korte termijn herhaald om na te gaan of dit een ander resultaat oplevert. De resultaten worden gebruikt voor het actualiseren van de contaminatiematrix, maar daarbij wordt rekening gehouden met eerdere verslepingstests om niet bij elke nieuwe test deze matrix aan te passen. De bedrijven plegen regelmatig aanpassing aan de installatie en vervanging van onderdelen die mogelijk bijdragen aan een hoge versleping, zoals meenemers van een transportketting, transportschroeven, trilbodems, nalooptijd, restarme elevatorvoeten, enz. Hierbij vormen de resultaten van de verslepingstest een van de informatiebronnen op basis waarvan besluiten worden genomen.

### **Verificatiemonsters**

Alle bedrijven nemen verificatiemonsters van voeders met kritische stoffen zoals voorgeschreven. Dit gebeurt in de maalmenglijn en de perslijn, dan wel bij de bulkbelading. Hierbij wordt een mengmonster samengesteld uit een aantal steekmonsters uit een batch voer. Minimaal een bedrijf betwijfelt of het nemen van verificatiemonsters bij de huidige procedures zinvol is.

---

## 5 Discussie

Verschillende EU verordeningen verplichten fabrikanten van mengvoeders producten van goede kwaliteit te leveren en technische en organisatorische maatregelen te treffen om aantasting van de kwaliteit, waaronder kruisbesmetting zo veel mogelijk te voorkomen (Verordening 183/2005/EG). Voor toevoegingsmiddelen is de noodzaak tot beperken van kruisbesmetting geconcretiseerd in een maximum gehalte aan coccidiostatica en diergeneesmiddelen wat als residu in voeders voor niet-doeldieren aanwezig mag zijn (Richtlijn 2002/32/EG). Om hieraan te kunnen voldoen schrijven nationale kwaliteitssystemen zoals GMP+ in Nederland en OVOCOM in België voor om de versleping van de productielijnen te bepalen en hiermee rekening te houden bij de productie van voeders met kritische stoffen zoals toevoegingsmiddelen. Het doel van dit project was daarom:

- het inventariseren van de methoden die binnen GMP+ gebruikt (mogen) worden voor het bepalen van het bedrijfseigen-versleppingspercentage;
- het in kaart brengen van de kritische stappen in de methoden en uitvoering ervan;
- het opstellen van aanbevelingen voor het verbeteren en uniformeren van de verslepingstesten voor een betere betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van de resultaten.

In deze discussie worden een aantal aspecten van de uitvoering en toepassing van verslepingstesten in samenhang besproken aan de hand van de hiervoor weergegeven beschrijving in GMP+ documenten (hoofdstuk 2) en wetenschappelijke en technische literatuur (hoofdstuk 3) en praktische ervaringen (hoofdstuk 4). Hierbij wordt achtereenvolgens ingegaan op het gebruikte aantal batches en recovery van de tracer, verwerkingseigenschappen van tracers en toevoegingsmiddelen, toegelaten tracers en verslepingstesten, uniformiteit en versleping in premixinstallaties.

### 5.1 Uitvoering van de verslepingstest: aantal batches en recovery van tracer

In Nederland bestaat een verslepingstest uit de productie van een batch voer met een tracer (tracerbatch), gevolgd door een blanco batch voer (versleppingsbatch) waarin de versleping van de tracer wordt vastgesteld. Eventueel wordt deze test voorafgegaan door de productie van een blanco batch voer om de installatie te reinigen van tracer. Hierbij wordt impliciet (GMP+) of expliciet (OVOCOM) aangenomen dat de procentuele versleping in een volgende batch gelijk is. Wanneer bijvoorbeeld een versleping van de tracer van 5% wordt vastgesteld, dan wordt aangenomen dat de versleping van deze tracer uit de tracerbatch in de volgende charge nog 0.25% (5% van 5%) bedraagt. Dit is van belang omdat hiermee wordt bepaald hoeveel spoelcharges nodig zijn om onder een gewenst residuniveau te komen. De hiervoor beschreven Cross Conta studie (Anonymous, 2007) en publicaties van Kennedy *et al.* (1998), McEvoy *et al.* (2003), en Leloup *et al.* (2013) en de praktische ervaring in Frankrijk (Putier, 2010; Boloh, 2012) roepen de vraag op of deze aanname terecht is. Impliciet veronderstelt deze aanname dat er tijdens de eerste spoelcharge complete uitwisseling van de achtergebleven tracer plaatsvindt. De modelstudie in een elevatoropstelling van Leloup *et al.* (2013) duidt erop dat dit niet het geval is. De eerste spoelbatch nam slechts een beperkt deel (32%) van de achtergebleven tracer mee. Het is niet waarschijnlijk dat deze modelopstelling volledig representatief is voor een praktische installatie, maar gezamenlijk duiden deze resultaten erop dat er meer inzicht gewenst is in de mogelijke versleping naar een volgende versleppingsbatch. Voor zover ons bekend is dat in de Nederlandse praktijk niet vastgesteld. Zeer globaal duiden de aangehaalde referenties en ervaringen erop dat de versleping in de tweede spoelcharge circa 20% van die in de eerste spoelcharge kan bedragen.

We adviseren i) na te gaan in hoeverre een hogere versleping naar de eerstvolgende batch invloed zou hebben op het benodigde aantal spoelbatches; ii) in de verslepingstest minimaal eenmalig de versleping naar een twee versleppingsbatch vast te stellen en iii) afhankelijk van de resultaten het protocol voor de verslepingstest op dit punt zo nodig aan te passen.

---

Een tweede aspect wat in de Nederlandse situatie weinig aandacht krijgt is het opladen van de installatie en de recovery van de tracer. Met de recovery wordt bedoeld in hoeverre het beoogde tracergehalte in de tracerbatch daadwerkelijk wordt teruggevonden in de analyses en hoe de resultaten hiervan worden geïnterpreteerd en verwerkt. In sommige landen, bijvoorbeeld Frankrijk en Duitsland (Putier, 2010; Strauch, 2003) omvat het protocol voor de verslepingstest twee tracerbatches. De resultaten hiervan duiden erop dat het geanalyseerd tracergehalte in de tweede tracerbatch duidelijk hoger is dan in de eerste batch. Dit is logisch omdat de eerste tracerbatch restmateriaal uit de vorige batch zonder tracer bevat. Bovendien wordt de installatie enigszins opgeladen met tracer waardoor aansluitend een hogere versleping kan worden gevonden. Dit lijkt een betere weergave van de praktische situatie waarin een aantal batches met een bepaalde kritische stof na elkaar worden geproduceerd. Dit kan bijdragen aan een hogere depositie en versleping dan wanneer eenmalig een tracerbatch wordt geproduceerd (Leloup *et al.*, 2013). Eén van de bezochte bedrijven ondervindt dit in zekere mate door voorafgaand aan een mangaan-eiwitrijik mengsel een batch voer te produceren met een relatief hoog mangaangehalte. Ook de redenen voor een eventueel relatief lage recovery zijn van belang. Wanneer bijvoorbeeld het pelleteerproces hieraan bijdraagt, zoals gevonden voor microtracer en methylviolet in de Cross conta studie (Anonymous, 2007) dan is de vraag of er impliciet verondersteld mag worden dat in de verslepingbatch een vergelijkbaar verlies aan kleuring optreedt.

We adviseren i) in de gebruikte tracerbatch het verwachte en geanalyseerde tracergehalte te vergelijken en criteria aan te leggen voor een acceptabele recovery, indicatief 90-110%. Wanneer de recovery hiervan afwijkt zou de reden achterhaald en gecorrigeerd moeten worden; ii) bij de beschrijving van de verslepingstest op te nemen of de versleping moet worden uitgedrukt ten opzichte van het berekende of bepaalde gehalte in de tracerbatch; iii) te overwegen de verslepingstest uit te voeren met twee achtereenvolgende tracerbatches om rekening te houden met het opladen van de installatie met een kritische stof.

## 5.2 Verwerkingseigenschappen van tracers en toevoegingsmiddelen

De verslepingstest is gericht op de beheersing van risico's van contaminatie van voeders met kritische stoffen zoals toevoegingsmiddelen. Versleping bepaald met een tracer moet daarom representatief zijn voor de relevante kritische stoffen. Door specifieke producteigenschappen kan de versleping tussen tracers en kritische stoffen verschillen. Dit is aangetoond in verschillende studies. Beumer *et al.* (1996) onderzocht dit door bepaling van gelijktijdige meting van de versleping van kobalt als tracer en zes antibiotica en coccidiostatica in een installatie voor kleinschalige mengvoederproductie. De versleping van de tracer was gemiddeld 2,1%, van enkele van de geteste producten vergelijkbaar (ca. 2,5%) en van andere producten significant hoger (3,4-4,2%). In de Cross Conta studie was de versleping van een product met oxytetracycline goed vergelijkbaar met methylviolet en duidelijk lager dan Microtracer RF Blue Lake. Een directe vergelijking met kobalt werd in deze studie niet gemaakt (Bijlage 1). Stolker *et al.* (2013) vonden geen duidelijk verband tussen de verwachte versleping op basis van het bedrijfseigen versleperingspercentage, bepaald met mangaan-eiwit of microtracers, en de gevonden versleping van 9 verschillende antibiotica in 140 spoelcharges van een groot aantal mengvoederproductielocaties. Verschillende producteigenschappen kunnen een invloed uitoefenen op de versleping, waarbij de deeltjesgrootteverdeling een belangrijke rol lijkt te spelen (Beumer *et al.*, 1996; Neuman, 2009). Om rekening te houden met deze verschillen werd begin jaren '90 de wandadhesietest ontwikkeld (Beumer *et al.*, 1996) waarin de relatieve hechting van een testproduct aan de wand van een vat werd bepaald ten opzichte van de tracer kobaltchloride als referentiestof. Op basis hiervan werd een relatieve wandadhesiefactor bepaald en een veiligheidsfactor of vermenigvuldigingsfactor afgeleid. Door de installatie-eigen versleping te vermenigvuldigen met de veiligheidsfactor wordt rekening gehouden met de relatieve wandadhesie van een specifiek product. Het product betreft het gehele voormengsel, dus niet alleen de kritische stof zelf maar ook de gebruikte drager, granulatie e.d. die een invloed hebben. De wandadhesietest wordt uitgevoerd in een afgesloten vat en richt zich op een specifiek kenmerk, de wandadhesie. De test zal daarom zeker niet alle mogelijke oorzaken van verschillen in versleping tussen kritische stoffen en tracers verdisconteren. Daarnaast wordt deze test uitgevoerd met kobaltchloride als referentie terwijl deze

---

tracer in de praktijk weinig meer wordt toegepast. Het is onbekend of de resultaten volledig vergelijkbaar zouden zijn wanneer de test met een andere referentietracer zou worden uitgevoerd. Een aandachtspunt bij de praktische toepassing betreft de geldigheidsduur van de testresultaten. Er lijkt op dit moment onvoldoende afgedekt dat bij wijziging van ingrediënten of het productieproces van een voormengsel met diergeneesmiddelen of toevoegingsmiddelen een nieuwe wandadhesietest moet worden uitgevoerd. Van sommige toevoegingsmiddelen is de wandadhesietest ca. 20 jaar geleden uitgevoerd. Het is niet uitgesloten of zelfs aannemelijk dat er in de tussentijd veranderingen zijn opgetreden in gebruikte materialen en het productieproces die invloed kunnen hebben op de wandadhesie, zodat deze test opnieuw zou moeten worden uitgevoerd.

Niettemin speelt de wandadhesie een belangrijke rol en vonden Beumer *et al.* (1996) een goede correlatie tussen de resultaten van de wandadhesietest en de versleping in een kleinschalige mengvoederfabriek. Het gebruik van de veiligheidsfactor kan resulteren in een hoger berekend aantal spoelcharges dat nodig is om een beoogd residuniveau te realiseren. Het afschaffen van de verplichte toepassing van een veiligheidsfactor gebaseerd op de wandadhesietest in GMP+ BA2 (maar niet in Ovocom AT08) vergroot daarom naar verwachting het risico op overschrijding van contaminatie met kritische stoffen in niet-doeldier voeders. Dit wordt waarschijnlijk niet adequaat ondervangen door verplichte monitoring van de effectiviteit van de berekende productievolgorde door analyse van residuniveaus (verificatiemonsters) in relevante voeders. Dit dient viermaal per jaar te gebeuren, en tweemaal per jaar wanneer de veiligheidsfactor (vrijwillig) wel wordt gebruikt. Het is zeker van belang om te monitoren welke residuniveaus daadwerkelijk in voeders worden aangetroffen. Door het niet gebruiken van een veiligheidsfactor kunnen de toevoegingsmiddelen echter minder gunstige verwerkingseigenschappen (een hogere wandadhesie) hebben zonder dat de gebruiker hiermee rekening houdt en wellicht zelfs zonder dat deze hiervan op de hoogte is. Hierdoor ontstaat het risico dat de berekende productievolgorde en het aantal spoelcharges ter beheersing van residuniveaus voor bepaalde toevoegingsmiddelen onvoldoende is. Het is de vraag of dit risico door de genoemde monitoring voldoende wordt afgedekt, met name omdat er geen specifiek monsternameprotocol hiervoor is en geen verplichting om van elk toevoegingsmiddel residuniveaus te monitoren. De bezochte bedrijven nemen allen de voorgeschreven verificatiemonsters, maar ook werd twijfel uitgesproken over het nut van het nemen van verificatiemonsters bij de huidige procedures. Hierdoor lijkt het risico op te hoge versleping van producten met een relatief hoge wandadhesie onder de voorschriften vanaf 2015 minder goed te worden beheerst.

We adviseren om i) bij de beheersmaatregelen (vooraf) rekening te houden met verschillen in producteigenschappen van (premixen) met diergeneesmiddelen of toevoegingsmiddelen door ii) verplicht gebruik van resultaten van een wandadhesietest of hiervoor een alternatief te ontwikkelen; iii) na te gaan of de wandadhesietest aanpassing behoeft door het in onbruik raken van kobalt als tracer; iv) richtlijnen op te stellen voor de geldigheidsduur van de resultaten van een wandadhesietest en v) een monsternameprotocol op te stellen voor verificatie en validatie wat rekening houdt met het typisch verloop en de ongelijke verdeling van versleping in een batch.

## 5.3 Toegelaten tracers en verslepingstesten

In GMP+ zijn een aantal tracers met bijbehorende toetsingsprocedure beschreven en wordt ruimte geboden voor eventueel gebruik van niet genoemde tracers na beoordeling van een validatierapport wat aan een aantal criteria moet voldoen. In welke mate alle wel opgenomen tracers zijn gevalideerd is niet uit de beschrijving op te maken. Een verwijzing naar toegankelijke documentatie zou hier op zijn plaats zijn zodat GMP+-deelnemers deze kunnen gebruiken bij de keuze voor een bepaalde tracer. In deze paragraaf gaan we eerst in op een aantal algemene aspecten en vervolgens maken we een korte vergelijking van de relevante tracers.

De beschrijving van methoden voor het meten van versleping in GMP+ begint met een aantal algemene uitgangspunten en aandachtspunten. Terecht wordt vermeldt dat de plaats van toevoegen van voormengsels zo dicht mogelijk bij de menger moet liggen en dat de tracer (meetstof) op dezelfde plaats wordt gestort, als waar de toevoegings- en diergeneesmiddelen worden toegevoegd. Kritische stoffen worden doorgaans ingedoseerd via de bijstort en daarna via een pijp of closed-loop systeem naar de menger of een mengbunker getransporteerd. Het is van belang dat dit traject in de



---

verslepingstest wordt meegenomen omdat anders de totale versleping onderschat kan worden. Rechtstreeks toedienen in de menger geeft hier zeer waarschijnlijk de laagste versleping maar is alleen logisch als kritische stoffen op dezelfde manier worden gedoseerd. Tevens moet de werkwijze en volgorde van toedienen van de tracer vergelijkbaar zijn. Het is aannemelijk dat het voormengen van de tracer (verdunding) of het toevoegen van bijvoorbeeld krijt of fosfaat na de tracer in dezelfde batch een spoelende werking heeft en daardoor de versleping naar de volgende charge verlaagt.

Uit het rapport van Borggreve *et al.* (1993) blijkt dat het traject van bijstort of premixweegschaal tot de menger een aanzienlijke bijdrage kan leveren aan de totale versleping. Dit kan worden verminderd door een grotere hoeveelheid mineralen na de mangaantracer toe te voegen. Bij de bedrijfsbezoeken bleek dat bij sommige bedrijven om verschillende redenen de werkwijze tijdens de verslepingstest enigszins afwijkt van de gebruikelijke indosering van kritische stoffen. Dit is een aandachtspunt voor verbetering.

We adviseren dit onderdeel aan te scherpen in de beschrijving en uitvoering van de verslepingstest: de plaats en de manier waarop de tracer wordt toegediend, bijvoorbeeld puur of in een premix, en de hoeveelheid mineralen waarmee aansluitend wordt gespoeld binnen dezelfde batch.

Een aspect wat geen aandacht krijgt is de verwerking van gruis in gepelleteerd voer. Bij de bedrijfsbezoeken bleek dat bedrijven verschillend omgaan met afzeven en verwerken van gruis. Dit vraagt aandacht, temeer omdat gruis bestaat uit fijne deeltjes, waarin mogelijk een relatief hogere concentratie kritische stof of tracer aanwezig is. Cruciaal hierbij is dat gebruik van de afzeefinstallatie en de verwerking van gruis tijdens de verslepingstest representatief is voor de verwerking in de reguliere productie en dat de versleping correct gemeten wordt. Als gruis na afzeven (na de koeler of bij bulkbelading) wordt teruggevoerd naar een retoursilo kan hier een bron van contaminatie ontstaan die mogelijk buiten beeld blijft bij verslepingstest.

We adviseren expliciet aandacht te vragen voor deze aspecten in de beschrijving in GMP+.

Daarna volgt in GMP+ BA2 de beschrijving van een aantal tracers met bijbehorende werkwijze. Het valt op dat bij geen van de beschreven testprocedures aandacht is voor de recovery van de tracer. Voor het belang hiervan verwijzen we naar de bespreking eerder in deze discussie. Het is opmerkelijk dat de beschrijving van de werkwijze bij een aantal tracers verschilt, zonder dat de eigenschappen van de tracers hiertoe aanleiding geven. Het is duidelijker en consistentier om een algemene beschrijving van de toetsingsprocedure op te nemen die in principe voor alle tracers van toepassing is en vervolgens een beknopte beschrijving per tracer met specifieke aandachtspunten en eventuele afwijkingen van het algemene protocol (vgl. Ovocom AT08). De uitvoerige beschrijving van de procedure op basis van kobaltchloride zou als basis kunnen worden gebruikt, gewijzigd en aangevuld op basis van nieuwe inzichten uit de literatuur en (internationale) praktijk. Een voorbeeld hiervan is de huidige variatie in aantal, plaats en verwerking van te nemen monsters in de beschrijving bij kobaltchloride, kobaltsulfaat en mangaan-eiwit zonder dat hiervoor een goede onderbouwing wordt gegeven. Dit verdient meer aandacht, onder andere intensievere monsternamen in het begin van de uitstroom vanwege de verwachte piek in versleping, evenredige verdeling van monsters over de rest van de voerstroom, inweging van monsters bij ongelijke verdeling in de tijd, enz. Dit kan beter geüniformeerd worden op basis van objectieve informatie over randvoorwaarden aan de procedure nodig om een betrouwbaar resultaat vast te stellen. Het kort achter elkaar nemen van monsters gedurende de eerste periode van uitstroom van de verslepingbatch zoals bij de mangaan/eiwit-methode is bijvoorbeeld het overwegen waard voor een algemeen protocol. Het aantal analyses kan desgewenst beter verminderd worden door het samenvoegen van monsters uit een verslepingbatch dan het nemen van minder monsters. Dit laatste moet vanwege het soms grillige verloop van de versleping (o.a. Stolker *et al.*, 2013) ontraden worden.

De beschrijving binnen GMP+ biedt de mogelijkheid te kiezen voor een test met een ondergrens van 1, 3 of 5% versleping. In principe kan een deelnemer daarmee een gerichte keuze maken. De vraag is wel of bij de huidige eisen aan de kwaliteit van diervoeders de bepaling met een ondergrens van 1% niet als norm zou moeten worden gesteld, meer in lijn met de eisen van Putier (2001a) dat een contaminatie van 0.5% kan worden aangetoond.

---

Er worden binnen GMP+ geen specifieke eisen gesteld aan de samenstelling van de voeders die gebruikt worden in de verslepingstest. Er wordt bij de procedures op basis van kobalt en microtracers wel voorgeschreven dezelfde samenstelling te hanteren voor de tracerbatch en de verslepingbatch. De bezochte bedrijven bleken zich hier niet altijd aan te houden. Het is echter niet uitgesloten of zelfs aannemelijk dat de voersamenstelling, onder andere door de deeltjesgrootteverdeling en eigenschappen van gebruikte grondstoffen, wel een zekere invloed heeft op de versleping. Dit betekent dat eventuele verschillen tussen testen in de tijd beïnvloed kunnen worden door de voersamenstelling die is gebruikt voor de tracer- en verslepingbatch. Om de ontwikkeling van de versleping op een productielijn in de tijd te kunnen volgen is het gebruik van een vaste voersamenstelling een vereiste.

We adviseren i) een goed onderbouwde en uitgewerkte toetsingsprocedure op te nemen die voor alle tracers van toepassing is en ii) vervolgens een beknopte beschrijving per tracer met specifieke aandachtspunten en eventueel noodzakelijke afwijkingen van het algemene protocol; iii) alleen procedures op te nemen waarmee een ondergrens van 1% versleping kan worden bepaald; iv) eisen waaraan (nieuwe) testprocedures moeten voldoen te beschrijven, handhaven en documenteren.

## 5.4 Tracers

### 5.4.1 Algemeen

In GMP+ worden als tracers genoemd: kobaltchloride, kobaltsulfaat, eiwit/mangaan, verschillende microtracers en methylviolet. Enkele van de bezochte bedrijven hadden de ervaring of beleving dat het versleperspercentage beïnvloed wordt door de gebruikte methode en tracer. Dit kan er op duiden dat de deskundigheid die nodig is bij de uitvoering en analyse van een verslepingstest met een bepaalde tracer wordt onderschat. Anderzijds is het denkbaar dat er daadwerkelijk verschillen zijn tussen methoden. Een beperkt aantal studies waarin verschillende tracers met elkaar zijn vergeleken bevestigen dat de hiermee gemeten uniformiteit en versleping kunnen verschillen tussen tracers (Beumer *et al.*, 2004; Anonymous, 2007). Dit betekent dat alleen resultaten volgens dezelfde methode met dezelfde tracer vergeleken mogen worden omdat de tracer een invloed heeft op de gevonden resultaten (Anonymous, 2007). Dit pleit ervoor om binnen een mengvoederbedrijf een geschikte tracer te kiezen en een protocol vast te stellen deze ook consequent te gebruiken om bijvoorbeeld ontwikkelingen in de tijd te kunnen monitoren. Het betekent ook dat het resultaat van een verslepingstest geen absolute waarde oplevert, maar mede bepaald wordt door de gekozen tracer en testcondities. Dit bemoeilijkt de praktische toepassing. De auteurs van de Cross Conta studie concluderen nogal stellig dat de toepassing in Nederland en België waarbij het resultaat van de verslepingstest het aantal spoelcharges bepaalt "absurd" is. Een alternatief wordt daarbij echter niet geboden, maar bestaat wellicht uit intensievere monitoring van versleping van kritische stoffen. Dit punt onderstreept dat het essentieel is dat de versleping van een tracer indicatief is voor de versleping van de kritische stoffen waarvoor deze wordt gebruikt, en dat eventuele verschillen worden verdisconteerd bijvoorbeeld via een wandadhesietest. Daarnaast blijft het belangrijk om een zo laag mogelijke versleping na te streven en niet volledig te vertrouwen op het berekende aantal spoelcharges.

We adviseren i) het aantal te gebruiken tracers binnen GMP+ te beperken en bedrijven te adviseren consequent met één tracer te werken; ii) rekening te houden met verschillen in versleping tussen de tracer en kritische stoffen; iii) nadrukkelijk aandacht te (blijven) vragen voor maatregelen voor het terugdringen van versleping.

### 5.4.2 Kobalt

De meting van versleping en menguniformiteit met een tracer op basis van kobaltchloride is door de afdeling IGMB van TNO-voeding rond 1990 ontwikkeld en opgenomen in de GMP-regeling. Dit is de oudste procedure die voor deze bepaling in Nederland is ontwikkeld. Door de natte bereidingsprocedure waarbij kobaltchloride wordt gemengd met een goed gedefinieerde variant tarwegries zijn de eigenschappen van de tracer goed reproduceerbaar en vergelijkbaar met die van mengvoeders. De natte bereiding beperkt het risico van ontmenging en onbetrouwbare testresultaten. De bereidingsprocedure is echter ook zeer bewerkelijk en tijdrovend. Voor kobaltsulfaat is een procedure op basis van droge menging beschreven. Hoewel een droog bereid voormengsel wellicht

meer risico geeft op ontmenging en het effect hiervan op het versleppingspercentage niet bekend is, kan beargumenteerd worden dat dit ook het geval is bij toepassing van kritische stoffen. Een ander nadeel betreft de verwerking van kobalt houdende charges mengvoeder. De GMP+ BA2 richtlijn adviseert het kobalthoudend voer te versnijden tot een maximaal gehalte van 2 mg/kg voer. Sinds 15 januari 2014 mag binnen de EU kobalt echter alleen nog als kobaltacetaat, -sulfaat of -carbonaat aan voeders van herkauwers worden toegevoegd, met een maximum totaal kobaltgehalte van 1 mg/kg voer. Aan voeders voor andere diersoorten mag geen kobalt worden toegevoegd en het gebruik van kobaltchloride in diervoeders in de EU is niet meer toegelaten. De charges die toegevoegd kobaltchloride bevatten moeten daarom als chemisch afval worden afgevoerd. Het lijkt daarom gewenst in de beschrijving kobaltchloride te vervangen door een of meer van de nog toegelaten kobaltzouten, voor zover er in de praktijk nog belangstelling is deze als tracer te gebruiken. Om de hiervoor genoemde praktische redenen maakt geen van de bezochte mengvoederbedrijven meer gebruik van kobalt als tracer. In de literatuur hebben we geen aanleiding gevonden om kobalt als tracer te ontraden, buiten de hiervoor genoemde wettelijke beperkingen. De auteurs van de Cross Conta studie adviseren daarom kobalt alleen te gebruiken als tracer voor versleping bij de productie van voormengsels (Anonymous, 2007).

We adviseren i) de testen gebaseerd op kobalt in overeenstemming te brengen met de huidige wetgeving en praktische mogelijkheden tot gebruik hiervan en ii) te baseren op een vergelijkbaar algemeen protocol.

### 5.4.3 Mangaan/eiwit

De mangaan-eiwitmethode is begin jaren '90 in samenspraak met de coöperatieve mengvoederindustrie door de CLO-controle (nu onderdeel van Schothorst Feed Research, SFR), ontwikkeld (Borggreve *et al.*, 1993). De belangrijkste reden hiervoor was de lastige en dure verwerking van voer met een hoog kobaltgehalte. Een voordeel van de mangaan-eiwit methode is dat de mengsels met tracer relatief eenvoudig zijn te verwerken in diervoeders omdat de mengsels voor meer dan 90% uit pure grondstoffen bestaan. Hierbij dient wel het maximum toegelaten mangaangehalte in volledig diervoeder gerespecteerd te worden. Tegelijk was dit bij de introductie ook een punt van kritiek omdat de versleppingsmetingen op basis van enkele grondstoffen niet representatief zou zijn voor de productie van compleet mengvoeder. Specifieke kenmerken van sojaschroot en maismeel zoals loopeigenschappen, deeltjesgrootte en dergelijke kunnen hier een rol spelen (Neuman, 2009). De gemiddeld hogere versleping bij Belgische mengvoederbedrijven die de mangaan-eiwitmethode gebruiken ten opzichte van bedrijven die kobalttracers gebruiken (Bemefa, 2008) kan hierop duiden. Omdat het hier resultaten van verschillende bedrijven betreft en ook andere factoren een rol kunnen spelen kan hier echter geen harde conclusie aan worden verbonden.

Het is bekend dat de berekende versleping vanuit de tracerbatch (het sojamengsel) op basis van mangaan aanzienlijk kan verschillen van die op basis van eiwit. Dit heeft wellicht te maken met de analyzenauwkeurigheid van de bepaling van eiwit en mangaan en het feit dat het maïsmengsel naar verhouding veel meer eiwit dan mangaan bevat: maïsmengsel ca. 85 g eiwit en 5 mg mangaan, sojamengsel ca. 440 g eiwit en 2000 mg mangaan per kg. Versleping heeft dus een relatief groter effect op het mangaangehalte dan het eiwitgehalte in het maïsmengsel (zie Tabel 2).

**Tabel 2** Effect van het versleppingspercentage op het mangaan- (mg/kg) en eiwitgehalte (g/kg) van het maïsmengsel.

Versleping %	0	1	3	5	10	15
Mangaan uit basis <sup>1)</sup>	5	5	5	5	5	5
Uit soja	0	18	54	92	180	270
Totaal	5	23	59	95	185	275
Eiwit uit basis	80	79,2	77,6	76	72	68
uit soja	0	4	12	20	40	60
Totaal	80	83,2	89,6	96	112	128

1) Effect van verdunning verwaarloosbaar

In de praktijk kunnen ook andere factoren bijdragen aan een verschil tussen versleping op basis van eiwit en mangaan, waaronder verschil in wandadhesie (hechting aan wanden in de mengvoederapparaat) en invloed van de dosering van sojaschroot in de menger en mangaan via bijstort. Voorafgaand aan de praktische introductie vonden Borggreve et al (1993) op 10 mengvoederbedrijven een versleping tot de gereedproductcel van gemiddeld 7% op basis van eiwit en 16% op basis van mangaan. Dit verschil was reeds aanwezig bij meting in persmeel en werd geweten aan een te kleine hoeveelheid (0,4%) fosfaat, zout en krijt die na de mangaan werd gedoseerd in de bijstort. Daarom werd in het voorschrift deze hoeveelheid verhoogd tot 0,8% maar het effect hiervan werd niet experimenteel bepaald. In GMP+ BA2 wordt niet voorgeschreven welk percentage een mengvoederbedrijf moet hanteren bij verschillen tussen resultaten gebaseerd op mangaan en eiwit als tracer. Er wordt wel vermeld dat het verslepiingspercentage van het RE betrekking heeft op het voer als zodanig, vanaf de doseerinstallatie, en het verslepiingspercentage voor Mn een indicatie geeft van de versleping van bestanddelen uit het voormengsel. Op basis van de voorgaande theoretische overwegingen en resultaten van Borggreve *et al.* (1993) lijkt een instructie om de versleping op basis van Mn te gebruiken voor kritische stoffen op zijn plaats. Bij de beschrijving van deze methode valt op dat het aantal te analyseren monsters t.o.v. andere methoden sterk wordt beperkt om de kosten te verminderen. Dit geeft risico op arbitraire selectie van monsters uit de verslepiingsbatch en vergroot de kans op afwijkende resultaten.

We adviseren i) de monsternamen en het aantal monsters in overeenstemming te brengen met een algemeen protocol waar alleen van afgeweken wordt als de specifieke kenmerken van deze testprocedure daartoe aanleiding geven; ii) voor te schrijven dat de versleping van mangaan gebruikt wordt voor kritische stoffen.

#### 5.4.4 Microtracers

Microtracers zijn gebaseerd op ijzerdeeltjes met een voedingskleurstof die kunnen worden geteld (Microtracer F en FSS) of spectrofotometrisch kunnen worden geanalyseerd (Microtracer RF). In GMP+ BA2 zijn de microtracers in de "lake" versie opgenomen. Dit is een belangrijke aanduiding: de Lake versie is door gebruik van een water onoplosbare kleurstof beter bestand tegen pelleteercondities die de recovery van de "niet-lake" versie kunnen verlagen, zoals gerapporteerd door Beumer *et al.* (2004) voor microtracer FSS. Niettemin vonden Anonymous (2007) in de Cross Conta studie een 20-30% lagere recovery van microtracer RF Blue Lake na pelletteren. Volgens Boloh (2012) is dit product verder verbeterd en beter bestand tegen vocht en hitte, maar een gepubliceerde onderbouwing ontbreekt. In ieder geval lijkt het ons zeer gewenst om bij deze test het gebruikte product en de tracerbatch te analyseren en de recovery te beoordelen aan de hand van vooraf opgestelde criteria. GMP+ BA2 maakt hiervan geen melding, Ovocom AT08 heeft alleen voor microtracer RF Blue Lake een recovery van 70-110% als norm opgenomen.

De methode met microtracers F en FSS wijkt af van de overige methoden omdat deze is gebaseerd op het aantal deeltjes in voercharges en -monsters, en niet op de concentratie. Hierdoor is ook een andere statistische analyse noodzakelijk, gebaseerd op een Poissonverdeling. Deze is duidelijk beschreven in GMP+ BA2. Het gemiddeld aantal deeltjes per mg wordt aangegeven in het analysecertificaat van de gebruikte microtracer. Omdat microtracers een deeltjesverdeling hebben, varieert het werkelijke aantal deeltjes voor elke microtracer-charge. Om het aantal deeltjes voor een test vast te stellen wordt eerst een microtracervoormengsel geproduceerd waarin het gemiddelde aantal deeltjes van de gebruikte microtracer via telling in enkele monsters exact bepaald wordt. Een afwijking hierin heeft niet meteen grote consequenties omdat het verslepiingspercentage wordt gebaseerd op het daadwerkelijk geanalyseerde aantal deeltjes in de eerste charge en de verslepiingscharge. Een (te) laag aantal deeltjes in de monsters kan wel resulteren in grotere variatie tussen monsters en minder betrouwbare resultaten. De omvang van de monsters moet worden afgestemd op het type tracer en de dosering hiervan in de tracerbatch zodat er gemiddeld voldoende telbare deeltjes in de monsters aanwezig is. De bedrijfseigen protocollen en de rapportage dienen dus te vermelden welke tracer in welke dosering wordt gebruikt. Deze gegevens ontbraken in een aantal gevallen bij de bezochte bedrijven. Omdat er een minimum aantal telbare deeltjes per monster nodig is om de versleping betrouwbaar vast te stellen is bij de beschreven dosering van microtracer F-Lake (met grovere deeltjes) en de lage dosering van microtracer FSS-Lake een monstergrootte van 4 en 5 kg vermeld. Twee bedrijven gebruiken de microtracer F-Lake, met een veel kleinere monstergrootte,

---

waardoor de gemeten versleping niet betrouwbaar kan worden vastgesteld. Daarbij merken we op dat het nemen van 20 monsters per monsterpunt met een minimale monstergrootte van 4 kg bij 100 ppm F-Lake binnen een tijdsbestek van circa 5 minuten (meelstroom) uit soms moeilijk bereikbare monsternamenpunten bij veel bedrijven niet uitvoerbaar is. In Ovocom AT08 is de geadviseerde monstergrootte verlaagd tot 1 kg. Hierdoor zal bij de lage dosering microtracer er in de verslepingsbatch een aanzienlijke toevalsspreiding optreden in aantal getelde deeltjes en een aantal monsters niet voldoen aan het minimum van 15 deeltjes per filter, nodig voor een betrouwbare telling. Van de drie in GMP-plus opgenomen doses x type microtracers lijkt alleen de variant met 100 ppm FSS-Lake en een minimale monstergrootte voor versleping van 400 g praktisch uitvoerbaar. We adviseren om bij de keuze van type en dosering van de microtracer er voor te zorgen dat maximaal monsters van 500 g nodig zijn om nog betrouwbare bepalingen in de verslepingsbatch te kunnen uitvoeren.

Geen van de bezochte bedrijven volgt het voorschrift om gedurende 3 x 30 seconden 3 verzamelmonsters te maken door het zeer frequent nemen van monsters uit de productstroom. In GMP+ BA2 is de status van dit voorschrift onduidelijk. Het nemen van verzamelmonsters gedurende de eerste 1,5 minuut is van belang omdat in de kop van de partij de meeste versleping zit. Door hier steekmonsters te nemen is er meer risico dat het gehalte in de monsters afwijkt van het gehalte in de partij voer.

Een ander aandachtspunt is de mogelijke invloed van het malen van pelletmonsters. Vooral bij gebruik van F-Lake in gepelleteerde voeders kan niet uitgesloten worden dat een deel van de tracerdeeltjes wordt verkleind waardoor het aantal getelde tracerdeeltjes toeneemt, mits de verkleinde deeltjes groot genoeg zijn om een waarneembare kleuring op het filter te realiseren (Beumer *et al.* 2004). In dit opzicht heeft Microtracer FSS een voordeel, waarbij tevens met een kleinere hoeveelheid het benodigde aantal deeltjes gerealiseerd kan worden.

We adviseren meer aandacht te besteden aan de verschillen tussen verschillende microtracers en het voorschrift aan te scherpen wat betreft type tracer, bestendigheid onder procescondities, dosering, monsternamen en realistische monstergrootte nodig om betrouwbare resultaten te realiseren.

Bij de beschrijving van de microtracer RF wordt veelvuldig verwezen naar de hiervoor beschreven methode met microtracers F en FSS. De RF-microtracers bevatten >1000 deeltjes per mg, ca. vijf keer zoveel deeltjes als de hiervoor besproken FSS-Lake microtracers. De deeltjes in de voermonsters worden daarom niet geteld maar gewogen. Volgens de beschrijving wordt het gemiddeld aantal deeltjes in de gebruikte microtracer exact bepaald, maar er wordt niet vermeld op welke manier en hoe nauwkeurig dit gebeurt en hoe de resultaten hiervan worden gebruikt bij de berekening van het verslepiingspercentage. Wellicht wordt het gewogen ijzergehalte met behulp van het gemiddeld aantal deeltjes per g tracer omgerekend in een aantal deeltjes, waarbij een continu variabele gewicht omgezet wordt in de discrete variabele aantal deeltjes. Tevens wordt hierbij geen rekening gehouden met de invloed van de deeltjesgrootteverdeling omdat alleen met een gemiddelde deeltjesgrootte gerekend kan worden. De verdere verwijzingen naar de analyse en toetsingsprocedure van discrete deeltjes en de poissonverdeling zoals gebruikt bij microtracers is derhalve onvoldoende onderbouwd en niet van toepassing. Een bijkomend punt betreft de correctie voor fabrieksijzer (magnetische deeltjes) in minimaal drie blanco monsters. In tegenstelling tot de hiervoor beschreven methode met microtracers vindt geen analyse op basis van kleuring plaats, waardoor andere magnetische (ijzer)deeltjes in de charges de bepaling van de versleping verstoren. De beschrijving van de methode geeft geen inzicht in de omvang van deze verstoring en de variatie tussen charges ten opzichte van de toevoeging en versleping van ijzer in RF microtracers. Dit verlaagt de betrouwbaarheid van de bepaalde versleping na correctie voor deze blanco.

Een van de bezochte bedrijven had eerder van Microtracer RF met weging van de ijzerdeeltjes gebruik gemaakt en hiermee ongeloofwaardig lage waarden voor de versleping gevonden ten opzichte van eerdere metingen op basis van kobalt. Het is opmerkelijk dat in de procedure gebaseerd op microtracer RF niet ingegaan wordt op de spectrofotometrische analyse, een kwantitatieve analyse op basis van de absorptie van licht van een specifieke golflengte. Dit is de door de fabrikant voorgeschreven werkwijze met deze tracer die o.a. in Frankrijk veelvuldig wordt toegepast (Putier, 2010; Boloh, 2012). De spectrofotometrische analyse is een indirecte analyse met een continue verdeling waarbij de statistische analyse vergelijkbaar is met die van andere tracers zoals kobalt. Door

---

de onderzoekers van de Cross Conta studie (Anonymous, 2007) werd gebruik van microtracer RF als voorkeursmethode geadviseerd voor versleping en uniformiteit in mengvoeder vanwege de praktische nadelen van kobalt en de afwijkende resultaten van methylviolet. Hierbij werd overigens geen vergelijking gemaakt met microtracer F en FSS en de mangaan-eiwit methode.

We adviseren i) de huidige en niet adequate beschrijving van gebruik van microtracer RF op basis van weging met alle verwijzingen uit GMP+ BA2 te verwijderen en ii) opname van een procedure gebaseerd op spectrofotometrische analyse te overwegen.

#### 5.4.5 Methylviolet

De methode met methylviolet wordt al lange tijd in GMP+ vermeld zonder beschrijving. Beumer *et al.* (2004) vonden methylviolet minder geschikt als tracer in lage dosering vanwege afwijkend hoge waarden voor de versleping ten opzichte van andere tracers. In de Cross Conta studie werd substantieel verlies aan kleurstof vastgesteld onder invloed van hitte en stoom (Anonymous, 2007). Methylviolet was de tracer die door het IFF (Internationale Forschungsgemeinschaft Futtermitteltechnik e.V.) in Duitsland in het verleden voor menguniformiteits- en verslepingsonderzoek werd gebruikt. Bij contact met IFF in 2011 bleek dat dit instituut intussen geen gebruik meer maakt van methylviolet omdat het een giftige stof is (Beumer, pers. meded. 2015). We adviseren de testprocedure op basis van methylviolet te verwijderen uit GMP+ BA2.

### 5.5 Versleping in premixinstallaties

De beschrijving voor het bepalen van de versleping in premixinstallaties is zeer beknopt. Het gereed product waarin versleping wordt vastgesteld dient opnieuw te worden gemengd en bemonsterd. Dit betekent dat de hele charge teruggevoerd moet worden naar de menger of naar een andere menger moet worden getransporteerd. Er wordt niet beschreven hoe dit moet gebeuren en welke consequenties dit heeft; het terugvoeren van gereed product is geen gebruikelijk onderdeel van het productieproces. Door de kleinst toegelaten charge te gebruiken wordt waarschijnlijk wel het maximale verslepiingspercentage bepaald wat in de praktijk kan voorkomen. De procedure voor monsternamen wordt niet beschreven. Dit bepaalt mede, samen met o.a. de uniformiteit van het mengsel, of aantal van vijf monsters voldoende is. In de Cross Conta studie (Anonymous, 2007) werden aanzienlijke verschillen gevonden tussen de gemeten uniformiteit en versleping met verschillende tracers. Daarnaast was de recovery van sommige tracers slechts circa 50% van de toegevoegde tracer, wat mogelijk samenhangt met analytische problemen door de specifieke samenstelling van de premix. We concluderen dat een aantal aandachtspunten bij het bepalen van versleping in mengvoeder ook van toepassing zijn bij premix, met daarnaast enkele specifieke punten die aandacht verdienen.

We adviseren de bepaling van versleping en uniformiteit in premix binnen GMP+ nader in te vullen. Meer gedetailleerde aandacht valt buiten het bereik van dit rapport.

### 5.6 Uitvoering van de verslepingstest, overige praktische aspecten

De verslepingstesten worden in Nederland door het mengvoederbedrijf zelf uitgevoerd. Dit vereist voldoende expertise en een onafhankelijke opstelling van de betrokken personen. Het bedrijf heeft enerzijds belang bij een realistische meting van het verslepiingspercentage om de kwaliteit van mengvoeder te garanderen en overschrijding van normen te voorkomen. Anderzijds heeft het bedrijf belang bij een laag verslepiingspercentage om de noodzaak tot aanvullende maatregelen, zoals gebruik van spoelcharges zo veel mogelijk te beperken. Hierdoor kan het aantrekkelijk zijn voor een mengvoederbedrijf testcondities te kiezen die bijdragen aan een relatief laag meetresultaat van het verslepiingspercentage. Ook kan een meting die (om onbekende redenen) hoog uitvalt opnieuw worden uitgevoerd waarna de testresultaten met het laagste verslepiingspercentage worden gebruikt. Daarnaast is binnen een mengvoederbedrijf doorgaans slechts beperkte expertise aanwezig op het gebied van uitvoering en verwerking van verslepingstesten. In dat geval kan overwogen worden een

---

externe partij in te schakelen zoals bijvoorbeeld in Frankrijk en Duitsland vrij gebruikelijk is. Deze kan extra expertise en adviezen ter verbetering inbrengen en de objectiviteit en vergelijkbaarheid van resultaten borgen. We adviseren deze mogelijkheid aan de GMP+ deelnemers in overweging te geven.

De bezochte bedrijven voldoen in grote lijnen aan de minimale frequentie voor de verslepingstest en sommige bedrijven doen meer dan is voorgeschreven. Daarbij valt op dat de meeste bedrijven alle productielijnen onderwerpen aan de verslepingstest ook al worden niet alle lijnen daadwerkelijk gebruikt voor het produceren van voer met kritische stoffen. Dit gebeurt om de mogelijkheid te behouden om zo nodig ook op een andere lijn voer met kritische stoffen te produceren en/of om meer in algemene zin het functioneren van de productielijn te controleren ten behoeve van de kwaliteit van het mengvoeder. In het laatste geval wordt soms een lagere frequentie van eenmaal per vier jaar gehanteerd.

Het is van belang dat het traject waarover versleping wordt bepaald representatief is voor het gehele productieproces. Hiervoor zijn goed toegankelijke monsternamenpunten nodig. Bij de meeste bedrijven is dit het geval, hoewel sommige monsternamenpunten moeilijk bereikbaar zijn, waardoor in ieder geval twee personen nodig zijn. Bij één bedrijf is monsternamen na de koeler niet mogelijk waardoor het laatste deel van de mogelijke versleping buiten beschouwing blijft. Dit behoeft aanpassing. Op basis van de bedrijfsbezoeken en de ervaring van de betrokken personen bevelen we aan dat in alle gevallen naast de procesoperator minimaal twee personen de verslepingstest uitvoeren. In sommige gevallen is dit essentieel vanwege de moeilijke bereikbaarheid van een monsterpunt. Ook in andere gevallen is de aanwezigheid van een derde persoon gewenst voor ondersteuning, om eventuele vergissingen te voorkomen en bijzonderheden vast te leggen. De aanwezigheid van een gespecialiseerd team voor alle productielocaties, zoals bij één van de bezochte bedrijven lijkt ons zinvol. Dit draagt bij aan deskundigheidsbevordering en uniformiteit tussen metingen van de versleping op de verschillende locaties. Op basis van deze bedrijfsbezoeken lijkt de ondersteuning vanuit betrokken laboratoria beperkt tot eventueel aanleveren van tracers, analyse en berekenen van de variatiecoëfficiënt en het verslepingpercentage. Hierbij is niet duidelijk of de beperkte ondersteuning te maken heeft met het aanbod van de laboratoria of met (de afwezigheid van) de behoefte aan ondersteuning bij de mengvoederbedrijven. Het is wel opmerkelijk dat een aantal tekortkomingen in de eigen werkwijze en die van de mengvoederbedrijven (zoals het leveren en verwerken van een niet correcte hoeveelheid tracer en niet signaleren van een (veel) te kleine monstergrootte voor de verslepingstest) niet door de betrokken laboratoria zijn gesignaleerd. Voldoende deskundigheid bij de betrokken laboratoria en het gebruik van algemeen aanvaarde analysemethoden en protocollen zijn een voorwaarde voor de betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van resultaten van de verslepingstesten. Het is eveneens opmerkelijk dat de onvolkomenheden die bij de bedrijfsbezoeken zijn opgevallen kennelijk niet zijn gesignaleerd tijdens reguliere bezoeken van certificerende of controlerende instanties.

## 5.7 Uniformiteit

Binnen GMP+ wordt beperkt aandacht besteed aan homogeniteit of uniformiteit van mengvoeder. Conform Verordening (EG) Nr. 183/2005 (Bijlage 2) moeten exploitanten van mengvoederbedrijven de doeltreffendheid van hun mengapparatuur met betrekking tot de homogeniteit aantonen. Er zijn echter geen Europese of nationale normen beschikbaar waaraan de homogeniteit getoetst kan worden. In GMP+ BA2 wordt bij een aantal procedures vermeld hoe deze tevens gebruikt kan worden om (vrijwillig) de homogeniteit van het mengvoeder te bepalen. Er wordt echter niet omschreven hoe de verkregen informatie kan worden geïnterpreteerd en toegepast. Uit resultaten van Beumer *et al.* (2004) en de Cross Conta studie (Anonymous, 2007) blijkt dat de gemeten uniformiteit evenals de versleping kan verschillen tussen verschillende tracers (zie Bijlage 1). Laatstgenoemde auteurs merken hierbij, zonder nadere onderbouwing, op dat resultaten van de microtracer RF de kwaliteit van de menging laten zien, terwijl de resultaten van kobalt indicatief kunnen zijn voor (traag mengende) additieven. Putier (2001b) geeft een overzicht van een groot aantal aspecten die van belang zijn bij het bepalen van de homogeniteit. Hij merkt daarbij op dat de resultaten van een specifieke tracer niet rechtstreeks zijn te extrapoleren naar andere componenten. Als tracer kunnen toevoegingsmiddelen, sporenelementen of specifieke externe tracers gebruikt worden die verschillende resultaten kunnen

---

opleveren. Bij de procedure op basis van mangaan/eiwit (GMP+ BA2) wordt terecht opgemerkt dat gedefinieerd moet worden wat het doel is van de bepaling van de uniformiteit. De uniformiteit direct na de menger geeft een indicatie van de kwaliteit van de mengapparatuur terwijl de uniformiteit in de gereed-productsilos meer informatie geeft over het geleverde mengvoeder.

Bij de bezochte bedrijven wordt bij uitvoering van de verslepingstest meestal tevens de menguniformiteit bepaald bij inloop van de persmeelcel. Sommige bedrijven meten de uniformiteit niet alleen bij de maximaal gevulde menger maar tevens bij een half gevulde menger om de invloed hiervan op de menguniformiteit na te gaan. De vullingsgraad lijkt een invloed te hebben op de uniformiteit, mede in afhankelijkheid van het type menger. Een bedrijf vermeldde dat de productie van een kleinere charge de uniformiteit bij een paddelmenger verhoogde en bij een lintmenger verlaagde.

De monsters voor uniformiteit verschillen aanzienlijk in grootte tussen bedrijven, van ca. 100 tot 500-1000 g, en worden daarna eventueel verkleind voor analyse. Dit komt overeen met het protocol zolang het monster groter is dan de minimale omvang. De monstergrootte heeft echter invloed op de bepaalde uniformiteit (variatiecoëfficiënt) van de betreffende batch voer. De bepaalde variatie tussen monsters neemt naar verwachting af naarmate de grootte van de monsters toeneemt. Dit betekent dat individuele bedrijven in hun protocol de exacte grootte moeten vastleggen om resultaten van verschillende metingen te kunnen vergelijken. Daarnaast verdient het aanbeveling dat in het GMP-plus voorschrift de monstergrootte gestandaardiseerd wordt, zoals het geval is in het voorschrift voor de kobaltmethode.

We concluderen dat er een groot aantal aandachtspunten zijn en adviseren de bepaling van de uniformiteit binnen GMP+ nader in te vullen. Meer gedetailleerde aandacht valt buiten het bereik van dit rapport.



---

## 6 Conclusies en aanbevelingen

- Om te kunnen voldoen aan EU verordeningen met betrekking tot kruisbesmetting in diervoeders schrijven nationale kwaliteitssystemen zoals GMP+ voor om regelmatig de versleping van productielijnen te bepalen en hiermee rekening te houden bij de productie van voeders met kritische stoffen. In deze studie zijn de verschillende procedures voor het bepalen van de versleping (verslepingstesten) geïnventariseerd en geëvalueerd aan de hand van de voorschriften in GMP+, wetenschappelijke literatuur en bezoeken aan een vijftal mengvoederbedrijven.
- De meest uitgebreide beschrijving is gebaseerd op gebruik van kobaltchloride als tracer. Daarnaast zijn testen beschreven op basis van kobaltsulfaat, mangaan-eiwit, verschillende microtracers en methylviolet, die hier meer of minder van afwijken. Het is opmerkelijk dat de beschrijving van de werkwijze bij een aantal tracers verschilt, zonder dat de eigenschappen van de tracers hiertoe aanleiding geven. We adviseren:
  - een goed onderbouwde en uitgewerkte toetsingsprocedure op te nemen die voor alle tracers van toepassing is;
  - vervolgens een beknopte beschrijving per tracer met specifieke aandachtspunten en eventueel noodzakelijke afwijkingen van het algemene protocol;
  - alleen procedures op te nemen waarmee een ondergrens van 1% versleping kan worden bepaald;
  - eisen waaraan (nieuwe) testprocedures moeten voldoen te beschrijven, handhaven en documenteren.
- In tegenstelling tot enkele omliggende landen wordt in GMP+ uitgegaan van een verslepingstest met één tracerbatch en één verslepingbatch, en wordt weinig aandacht besteed aan de recovery van de toegediende tracer. We adviseren:
  - in de gebruikte tracerbatch het verwachte en geanalyseerde tracergehalte te vergelijken en criteria aan te leggen voor een acceptabele recovery, indicatief 90-110%. Wanneer de recovery hiervan afwijkt zou de reden achterhaald en gecorrigeerd moeten worden;
  - bij de beschrijving van de verslepingstest op te nemen of de versleping moet worden uitgedrukt ten opzichte van het berekende of bepaalde gehalte in de tracerbatch;
  - te overwegen de verslepingstest uit te voeren met twee achtereenvolgende tracerbatches om rekening te houden met het opladen van de installatie met een kritische stof;
  - na te gaan in hoeverre een hogere versleping naar de eerstvolgende batch invloed zou hebben op het benodigde aantal spoelbatches;
  - in de verslepingstest minimaal eenmalig de versleping naar een twee verslepingbatch vast te stellen;
  - afhankelijk van de resultaten het protocol voor de verslepingstest op dit punt zo nodig aan te passen.
- Het meettraject is een aandachtspunt en moet aansluiten bij het praktisch gebruik van kritische stoffen, van indoseren tot verwerking van gruis. We adviseren:
  - dit onderdeel aan te scherpen in de beschrijving en uitvoering van de verslepingstest: o.a. de plaats en de manier waarop de tracer wordt toegediend, puur of voorgemengd in een premix, de hoeveelheid mineralen waarmee eventueel aansluitend wordt gespoeld binnen dezelfde batch, verwerking van gruis, enz.
- Uit (wetenschappelijk) onderzoek en praktische ervaringen blijkt dat verschillende testprocedures en tracers verschillende resultaten kunnen geven en dat versleping van kritische stoffen kan afwijken van de tracer. Dit betekent dat alleen resultaten volgens dezelfde methode met dezelfde tracer direct vergeleken kunnen worden. Hiermee wordt binnen GMP+ en in de praktijk weinig rekening gehouden. We adviseren:
  - het aantal te gebruiken tracers binnen GMP+ te beperken en bedrijven te adviseren consequent met één tracer te werken;
  - rekening te houden met verschillen in versleping tussen de tracer en kritische stoffen;
  - nadrukkelijk aandacht te (blijven) vragen voor maatregelen voor het terugdringen van versleping.

- 
- De testen gebaseerd op kobalt zijn deels achterhaald en in onbruik geraakt door het EU verbod om kobalt aan voeders voor varkens en pluimvee toe te voegen. We adviseren:
    - de testen gebaseerd op kobalt in overeenstemming te brengen met de huidige wetgeving en praktische mogelijkheden tot gebruik hiervan en te baseren op een vergelijkbaar algemeen protocol.
  - De monstername in de verslepingstest gebaseerd op mangaan-eiwit wijkt sterk af van de overige testen. We adviseren:
    - de monstername en het aantal monsters in overeenstemming te brengen met een algemeen protocol waar alleen van afgeweken wordt als de specifieke kenmerken van deze testprocedure daartoe aanleiding geeft;
    - voor te schrijven dat de versleping van mangaan gebruikt wordt voor kritische stoffen.
  - De beschrijving van de testen met microtracers is niet altijd adequaat en uitvoerbaar. We adviseren:
    - meer aandacht te besteden aan de verschillen tussen verschillende microtracers en het voorschrift aan te scherpen wat betreft type tracer, bestendigheid onder procescondities, dosering, monstername en realistische monstergrootte nodig om betrouwbare resultaten te realiseren;
    - de huidige en niet adequate beschrijving van gebruik van microtracer RF op basis van weging met alle verwijzingen uit GMP+ BA2 te verwijderen;
    - opname van een procedure gebaseerd op spectrofotometrische analyse te overwegen.
  - We adviseren de testprocedure op basis van methylviolet te verwijderen uit GMP+ vanwege een ontbrekend protocol, matige resultaten in gepubliceerd onderzoek en risico's voor personeel.
  - De aangeleverde materialen (tracers), instructies voor monstername en de verwerking door de laboratoria die de monsters analyseren en de mengvoederbedrijven ondersteunen vertoonden onvolkomenheden. Voldoende deskundigheid bij de laboratoria en het gebruik van algemeen aanvaarde analysemethoden en protocollen zijn een voorwaarde voor de betrouwbaarheid en vergelijkbaarheid van resultaten van de verslepingstest en verdient aandacht.
  - We concluderen dat een aantal aandachtspunten bij het bepalen van versleping in mengvoeder ook van toepassing zijn bij premix, met daarnaast enkele specifieke punten die aandacht verdienen. We adviseren de bepaling van versleping en uniformiteit in premix binnen GMP+ nader in te vullen. Meer gedetailleerde aandacht valt buiten het bereik van dit rapport.
  - De verslepingstest wordt veelal door eigen personeel uitgevoerd zonder of met zeer beperkte ondersteuning van externe deskundigen. Binnen een mengvoederbedrijf is doorgaans slechts beperkte expertise op het gebied van uitvoering en verwerking van verslepingstesten aanwezig. In dat geval kan overwogen worden een externe partij in te schakelen. Deze kan extra expertise en adviezen ter verbetering inbrengen en de objectiviteit en vergelijkbaarheid van resultaten borgen. We adviseren deze mogelijkheid binnen GMP+ meer aandacht te geven.
  - Binnen GMP+ wordt beperkt aandacht besteed aan homogeniteit of uniformiteit van mengvoeder. De meeste tracers en testprocedures zijn geschikt om uniformiteit te bepalen maar een adequaat protocol en normstelling ontbreken. We concluderen dat er een groot aantal aandachtspunten zijn en adviseren de bepaling van de uniformiteit binnen GMP+ nader in te vullen. Meer gedetailleerde aandacht valt buiten het bereik van dit rapport.

---

# Literatuur

- Anonymous. 2007. Homogeneity and cross-contamination measurement in feed industry. Cross Conta. 1st January 2003 – 31st March 2006. Final Report.
- Bemefa Jaarverslag 2007. Jaarboek van de Belgische Mengvoederindustrie 2007/2008.
- Beumer H., A. Roos en H. Vink. 1996. Versleping van enkele kritische stoffen in veevoeder en verband met hun karakteristieke eigenschappen. II. Wageningen, TNO rapport I 96-31006.
- Beumer, H, H.P.M. de Haan, Th. Muijs, S. Artelt, P. Roeleveld, G.M. Beelen, and J. Telman. 2004. Investigation into the suitability of various tracers for the measurement of mixing uniformity and carry over in feed production plants. Experiments in a small feed production installation. TNO Report V4909. Zeist, the Netherlands, 51 p. plus bijlagen.
- Boloh, Y. 2012. Tecaliman: working to stop cross-contamination in animal feed. Feed International January/February 2012, p. 12-13.
- Borggreve, G.J., D.C. Fuller en W. Deetman. 1993. Onderzoek naar het verslepniveau bij mengvoerbedrijven. Schothorst Feed Research, Lelystad, Proefverslag 363.
- Brera C., B. De Santis and E. Prantera. 2012. Animal feed sampling for contaminant analysis. In: J. Fink-Gremmels (ed.). Animal Feed Contamination. Effects on Livestock and Food Safety. A volume in Woodhead Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition, pp. 557-588.
- Bureau Risicobeoordeling en Onderzoeksprogrammering van de NVWA. 2010. Advies over resistentietoename door subtherapeutische concentraties antibiotica als gevolg van versleping. Den Haag, 18 november 2010.
- Bureau Risicobeoordeling en Onderzoeksprogrammering van de NVWA. 2013. Advies versleping antiparasitaire middelen. Utrecht, 11 november 2013.
- EU Richtlijn 2002/32/EG van het Europees parlement en de raad van 7 mei 2002 inzake ongewenste stoffen in diervoeding. OJEC L140/10, 30.5.2002.
- EU Richtlijn 2009/8/EG van de commissie van 10 februari 2009 tot wijziging van Bijlage I bij Richtlijn 2002/32/EG van het Europees Parlement en de Raad wat betreft maximumwaarden voor niet te voorkomen versleping van coccidiostatica en histomonostatica naar niet-doelvoerders. OJEC L 40/19, 11.2.2009.
- EU Verordening 183/2005/EG van het Europees parlement en de raad van 12 januari 2005 tot vaststelling van voorschriften voor diervoederhygiëne. OJEC L35/1, 8.2.2005.
- EU Verordening 152/2009/EG van de Commissie van 27 januari 2009 tot vaststelling van de bemonsterings- en analysemethoden voor de officiële controle van diervoeders. OJEC L54/1, 26.2.2009.
- GBPFAC. 2008. Guide des Bonnes Pratiques pour la Fabrication des Aliments Composés pour animaux, 02.27.2008 version, 202 p.
- GMP+ BA1. 2014. Productnormen. GMP+ Feed Certification Scheme. Module: Feed Safety Assurance. Versie juni 2014.
- GMP+ BA2. 2015. Beheersing van residuen. GMP+ Feed Certification Scheme. Module: Feed Safety Assurance. Versie 1 januari 2015.
- Hooglugt, J., P. Sterrenburg, M. van der Spiegel, H.J. van Egmond, P. Bikker en H. Beumer. 2014. Versleping in de mengvoederindustrie Inventarisatie van de huidige (technologische) situatie. RIKILT-rapport 2014.003.
- Kennedy, D.G., W.G. Smyth, S.A. Hewitt and J.D.G. McEvoy. 1998. Monensin carry-over into unmedicated broiler feeds. The Analyst 123:2529-2533.
- Kolodziejczyk, P.T. 2015. Pollution in manufacturing: An unavoidable incidence? A simulation study into cross-contamination effects in a multi-product factory. Master Thesis Delft University of Technology.
- Leloup, M., F. Putier, C. Sollicc and L. le Coq. 2013. Micro-ingredients carry-over during bucket elevator handling in feed industry: influence of process parameters. J. of Food Process Engineering 36:675-685.
- McEvoy J.D.G., W.G. Smyth, and D.G. Kennedy. 2003. Contamination of animal feedingstuffs with nicarbazin: investigations in a feed mill. Food Additives & Contaminants, 20:136-140.

- 
- Neuman, K.-D. 2009. Strukturspezifisches Verhalten verschleppungskritischer Mikrokomponenten im Mischfutterproduktionsprozess, Mühle + Mischfutter 146:729-734.
- Ovocom, AT08. 2015. Versleping. Versie 0.11, 20 januari 2015.
- Pinkau, C. 2007. Maßnahmen zur Reduzierung von Verschleppungen im Mischfutterproduktionsbetrieb – Ergebnisse aus aktuellen Untersuchungen in Verschiedenen Betriebsstätten. Mühle + Mischfutter 144:396-397.
- Putier, F. 2001a. Assessment of carry-over in a compound feed plant. Kraftfutter 2:56-64.
- Putier, F. 2001b. Assessment of the homogeneity of compound feed. Kraftfutter 3:98-108.
- Putier, F. 2010 Evaluation of cross-contamination in livestock feed delivery trucks: level of contamination lower than in industry. Kraftfutter 93 (9/10):42-50.
- Stolker, A.A.M., V. Mantia, T. Zuidema, H. van Egmond, E.R. Deckers, R. Herbes, J. Hooglugt, E. Olde Heuvel and J. de Jong. 2013. Carry-over of veterinary drugs from medicated to non-medicated feeds in commercial feed manufacturing plants. Food Additives & Contaminants: Part A, 30: 1100–1107.
- Strauch, W. Is contamination-free feed production realistic? Feed Tech 7.6 2003:23-25.
- Wetenschappelijk Comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen. 2008. Advies 19-2008. Betreft: Methodologie voor het meten van versleping in diervoeders.
- Zuidema, T., F.L. van Holthoon, H.J. van Egmond, P. Bikker, H.J.M. Aarts, E. Olde Heuvel. 2010. Omvang en implicaties van antibiotica-versleping in mengvoeders voor varkens. RIKILT-rapport 2010.005.

# Bijlage 1 Homogeniteit en versleping met verschillende tracers in Cross Conta

Gebruikte tracers: Y = Yttrium, Yb = Ytterbium, Ti = Titanium, Otc = oxytetracycline, Mt = Microtracer blue lake, Co = Kobalt, Mv = methylviolet.

Coefficient of variation of homogeneity of the industrial trials on feed

	Y	Yb	Ti	Otc	Mt	Co	Mv
D2		8.2	13.1				3.0
D3	10.3	11.3		3.3	6.0		13.4
D5	4.0						6.6
D6	6.9				2.3		2.2
D8		1.1					2.9
D10	3.2	2.3					8.3
T3		1.7		2.6	1.2		6.2
T4	2.7			3.7	1.7		10.8
T5	5.0				3.8		3.3
T6	0.0				0.0		4.3
T7		3.3			4.5		18.4
T8			5.9		3.8		8.7
T9	3.4	2.7	4.2		3.3	0.4	9.7
T10	10.2	7.8			6.8	5.9	

Levels of cross-contamination (%) of feed trials in Batch collector 1 before pelleting

	Y	Yb	Ti	Mt	Co	Otc	Mv
D2		11.1	15.7				22.0
D3	0.3	1.2		2.2		0.7	1.2
D5	1.9						6.2
D6	4.7			3.1			8.8
D7		13.6		3.4			5.3
D8		1.4					2.2
D10	4.4	5.8					3.4
T3		4.3		4.5		3.2	4.7
T4	4.2			4.1		2.9	3.1
T5	8.9			6.4			10.7
T6	3.2			1.3			0.3
T7		7.0		6.8			7.5
T8			15.7	6.5			11.5
T9	20.0	22.6	20.3	8.7	27.3		81.2
T10	3.2	2.7		2.2	2.5		

Levels of cross-contamination (%) of feed trials in Batch collector 1 after pelleting

	Y	Yb	Ti	Mt	Co	Otc	Mv
D2		8.0	19.3				0.0
D3	0.0	0.9		2.7		0.5	0.5
D5	3.8						9.7
D6	5.2			3.8			8.7
D7		4.7		7.8			10.0
D8		2.6					4.0
D10	12.4	14.2					9.5
T3		12.8		6.7		3.7	3.4
T4	13.0			13.0		4.8	5.7
T5	14.3			8.3			9.7
T6	6.2			7.7			7.0
T7		8.6		8.7			0.0
T8			25.9	9.6			16.8
T9	26.6	28.7	26.3	16.1	39.2		
T10	4.7	4.5		9.6	4.6		

---

## Bijlage 2    Brief aan bedrijven

Aan:

Geadresseerde mengvoerbedrijven

Geachte heer, mevrouw,

Zoals u weet is in 2012-2014 door RIKILT Wageningen UR in samenwerking met de NVWA onderzoek uitgevoerd naar versleping in de mengvoerindustrie. Dit onderzoek omvatte een inventarisatie van de huidige (technologische) situatie. Hierbij werden verschillen tussen mengvoerbedrijven in beeld gebracht en factoren die in belangrijke mate bijdragen aan de versleping geïnterviewd. Tijdens dit onderzoek is gebleken dat de bepaling van het bedrijfseigen verslepiingspercentage niet op alle bedrijven eenduidig en op vergelijkbare wijze wordt uitgevoerd. Daarbij gaven de bezochte mengvoerbedrijven aan dat de resultaten vaak niet goed te interpreteren zijn. De resultaten worden beïnvloed door diverse factoren zoals monsternamen en productievolumes. Daarnaast treedt soms onverklaarbare variatie op in het bepaalde verslepiingspercentage op dezelfde productielijn. Deze variabiliteit van de resultaten maakt het voor bedrijven lastig passende beheersmaatregelen te nemen en maakt dat de NVWA dit verslepiingspercentage niet goed kan gebruiken om te beoordelen of bepaalde maatregelen afdoende zijn om aan de wettelijke eisen aan eindvoerders te voldoen. Om deze redenen heeft het Ministerie van Economische Zaken aan RIKILT Wageningen UR opdracht gegeven in samenwerking met de NVWA een vervolgonderzoek uit te voeren met als doelen:

- Het inventariseren van de (GMP+) methoden die gebruikt worden voor het bepalen van het bedrijfseigen verslepiingspercentage.
- In kaart brengen van de kritische stappen in de methoden en uitvoering ervan.
- Aanbevelingen opstellen voor het verbeteren/uniformeren van de verslepingstesten.

Dit onderzoek zal worden uitgevoerd door literatuurstudie, bedrijfsbezoeken en contact met betrokken deskundigen of partijen die hierbij een rol spelen.

U heeft bereidwillig deelgenomen aan ons eerdere onderzoek naar factoren die bijdragen aan versleping. Graag verzoeken we u tevens aan dit vervolgonderzoek deel te nemen. Het is de bedoeling om door een gesprek met u en desgewenst een bezoek aan de productielocatie de uitvoering van de verslepingstest en eventuele verbeterpunten in beeld te brengen. Het is niet de bedoeling over de verslepingstest in uw bedrijf als zodanig een oordeel te geven of te rapporteren, hierover ontvangt u alleen persoonlijk een beknopte rapportage. De informatie van een aantal bedrijfsbezoeken zal geanonimiseerd worden gebruikt voor bovengenoemde projectdoelen: een evaluatie van de bedrijfseigen verslepingstests en aanbevelingen opstellen ter verbetering.

Graag horen we van u voor 13 juni (per email [paul.bikker@wur.nl](mailto:paul.bikker@wur.nl) of telefoon tel. 0317-480683) of u bereid bent hieraan mee te werken, dan zal aansluitend een afspraak met u worden gemaakt. Ook voor aanvullende vragen kunt u met een van ons contact opnemen.

Paul Bikker, projectleider

Jacob de Jong, WOT themaleider Diervoeder

---

# Bijlage 3 Vragenlijst bedrijfsbezoeken

## Bedrijfsbezoeken bedrijfseigen verslepingstest, RIKILT / NVWA 2015

### Achtergrond

In 2012-2014 is door RIKILT Wageningen UR in samenwerking met de NVWA onderzoek uitgevoerd naar versleping in de mengvoerindustrie. Dit onderzoek omvatte een inventarisatie van de huidige (technologische) situatie. Hierbij werden verschillen tussen mengvoerbedrijven in beeld gebracht en factoren die in belangrijke mate bijdragen aan de versleping geïnterpreteerd. Tijdens dit onderzoek is gebleken dat de bepaling van het bedrijfseigen verslepiingspercentage niet op alle bedrijven eenduidig en op vergelijkbare wijze wordt uitgevoerd. Daarbij gaven de bezochte mengvoerbedrijven aan dat de resultaten vaak niet goed te interpreteren zijn. De resultaten worden beïnvloed door diverse factoren zoals monsternamen en productievolume. Daarnaast treedt soms onverklaarbare variatie op in het bepaalde verslepiingspercentage op dezelfde productielijn. Deze variabiliteit van de resultaten maakt het voor bedrijven lastig passende beheersmaatregelen te nemen en maakt dat de NVWA dit verslepiingspercentage niet goed kan gebruiken om te beoordelen of bepaalde maatregelen afdoende zijn om aan de wettelijke eisen aan eindvoeders te voldoen.

Om deze redenen heeft het Ministerie van Economische Zaken aan RIKILT Wageningen UR opdracht gegeven in samenwerking met de NVWA een vervolgonderzoek uit te voeren met als doelen:

- Het inventariseren van de (GMP+) methoden die gebruikt worden voor het bepalen van het bedrijfseigen verslepiingspercentage.
- In kaart brengen van de kritische stappen in de methoden en uitvoering ervan.
- Aanbevelingen opstellen voor het verbeteren/uniformeren van de verslepingstesten.

Dit onderzoek zal worden uitgevoerd door literatuurstudie, bedrijfsbezoeken en contact met betrokken deskundigen of partijen die hierbij een rol spelen.

### Bezoek

Bedrijven informeren wat wordt gerapporteerd.

- Vertrouwelijk bedrijfsrapport / gespreksverslag met de belangrijkste bevindingen, wordt kortgesloten met het bezochte bedrijf
- Geanonimiseerde informatie wordt verwerkt in inhoudelijk rapport

Vragen naar resultaten eerdere verslepingstests; bespreken wat betrokkene hieraan opviel.

Hoe vaak wordt een verslepingstest uitgevoerd en waarom?

Wie is hiervoor verantwoordelijk?

Wordt er gebruik gemaakt van externe deskundigheid?

[bijv. microtracer, lab waar analyses worden uitgevoerd, ...]

Op welke MML en PL en waarom op deze lijnen (en niet op andere lijnen); welke kritische stoffen worden hier gebruikt?

Hoe wordt meting ingepast in het normale productieproces?

[fabriek stilgelegd, tegelijk met onderhoud, weekend, ...; hoeveel tijdsdruk?]

Welke methode wordt er voor de verslepingstesten gebruikt en waarom?

Wordt er een pure tracer of mengsel (tracer met drager) gebruikt en wie maakt dit?

[consequenties als dit mengsel al niet correct of uniform is?]

Welk protocol wordt hiervoor gebruikt?

[GMP+, microtracer, analyse lab, eigen protocol op basis van ...]

---

Hoe is het algemene protocol aangepast aan de bedrijfseigen omstandigheden  
[lijkt gewenst en verhelderend; evt. in te zien?]

Welke voorbereidingen worden er getroffen voordat er met een verslepingstest wordt begonnen?

Wordt de maalmenglijn of perslijn eerst gespoeld, zo ja waarmee, en is dit bij normale productie met kritische stoffen ook gebruikelijk?  
[consequenties op uitkomstversleping?]

Door hoeveel personen wordt de verslepingstest uitgevoerd?  
Taakverdeling: welke werkzaamheden worden door wie uitgevoerd?  
Hoe wordt er tijdens de test met elkaar gecommuniceerd?

Welke voersamenstellingen worden er gebruikt voor de testen en waarom?  
Is men (uit ervaring) bekend met eventuele invloed voersamenstelling op versleping?

Hoe groot is een normale charge, een testcharge en de charge voor het meten van de versleping?

Worden er later nog verificatiemonsters genomen en hoe worden die genomen en verwerkt?  
[versleping van bijv. coccidiostatica]

Op welke plaats wordt de tracer toegevoegd aan de charge?  
[hoe wordt bijstort / premixroute meegenomen?]  
Op welke plaatsen op de maal/menglijn en de perslijn wordt er bemonsterd? [svp bekijken]  
Hoe verloopt de monsterprocedure: interval, aantal, grootte, hoe wordt tijd bijgehouden, etc.  
Hoe wordt representativiteit gegarandeerd; hoe wordt omgegaan met afzeven van gruis, bij productie en tijdens deze test?

Hoe worden monsters verwerkt en door wie?  
[wel/niet samenvoegen, ...]

Wie maakt de rapportage van de verslepingstest, beoordeling ervan en welk laboratorium?

Wat wordt er gedaan als resultaat sterk afwijkt van de verwachtingen?  
[gebruiken, herhalen, ...]  
Zijn er in verleden wel testen herhaald i.v.m. onverklaarbare resultaten?  
Zijn er aanpassingen in de verslepingstest doorgevoerd?

Bij Mn-eiwit methode: welk resultaat wordt gebruikt en waarom?

Zijn er nav verslepingstest aanpassingen gedaan in installatie en zo ja hebben deze het gewenste resultaat gebracht?

Kan het bedrijf goed uit de voeten met de resultaten van de bedrijfseigen verslepingstest in combinatie met de contaminatietabel?





---

RIKILT Wageningen University & Research  
Postbus 230  
6700 AE Wageningen  
T 0317 48 02 56  
[www.wur.nl/rikilt](http://www.wur.nl/rikilt)

RIKILT-rapport 2017.003

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.





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



---

RIKILT Wageningen University & Research  
Postbus 230  
6700 AE Wageningen  
T 0317 48 02 56  
[www.wur.nl/rikilt](http://www.wur.nl/rikilt)

RIKILT-rapport 2017.003

---

De missie van Wageningen University & Research is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen University & Research bundelen Wageningen University en gespecialiseerde onderzoeksinstituten van Stichting Wageningen Research hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 5.000 medewerkers en 10.000 studenten behoort Wageningen University & Research wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.

