



Levensmiddelen-verpakkingen gemaakt van oud-papier en karton: migratie van minerale oliën

Rapportage vanuit het additioneel onderzoek-pakket binnen TiFN SD002 in
opdracht van KIDV

Maart 2018

dr. E.U. Thoden van Velzen, W.R. Leeman, B.Sc en L. Krul, M.Sc., ERT

Report 1789



Levensmiddelen-verpakkingen gemaakt van oud-papier en karton: migratie van minerale oliën

Rapportage vanuit het additioneel onderzoek-pakket binnen TiFN SD002 in opdracht van KIDV

dr. E.U. Thoden van Velzen, W.R. Leeman, B.Sc en L. Krul, M.Sc., ERT

Rapport 1789

Colofon



Titel	Levensmiddelenverpakkingen gemaakt van oud-papier en karton: migratie van minerale oliën
Auteur(s)	dr. E.U. Thoden van Velzen, W.R. Leeman, B.Sc. en L. Krul, M.Sc., ERT
Nummer	1789
ISBN-nummer	978-94-6343-850-6
DOI-nummer	https://doi.org/10.18174/444489
Publicatiedatum	20 Maart 2018
Vertrouwelijk	Nee, openbaar
OPD-code	14620323
Opdrachtgever	KIDV, P.M. Blok en TIFN, Prof. Dr. H. van Trijp
Financiers	TIFN, KIDV, TNO en WFBR
Gecontroleerd door	M.T. Brouwer
Goedgekeurd door	dr. A. van der Bent

Wageningen Food & Biobased Research
Postbus 17
6700 AA Wageningen
Tel: +31 (0)317 480 084
E-mail: info.fbr@wur.nl
Internet: www.wur.nl

TNO Earth, Life & Social Sciences
Postbus 360
3700 AJ Zeist
Tel: +31 (0)888 666 000
www.tno.nl

© Wageningen UR Food & Biobased Research, instituut binnen de rechtspersoon Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek
© 2017 TNO

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand of openbaar gemaakt in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, hetzij mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. De uitgever aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele fouten of onvolkomenheden.

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system of any nature, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publisher. The publisher does not accept any liability for inaccuracies in this report.

Abstract

This report gives an overview of the scientific literature on the migration of undesired substances from packages made from recycled paper & board to foodstuffs with a focus on mineral oils. The knowledge is placed into an independent scientific perspective with regard to analysis, technology, legislation and sources by Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) and with regard to exposure, toxicology and risk assessment by TNO (organisation for applied scientific research).

Sources

The migration of undesired compounds from packages made from recycled paper and board into food has been researched extensively and documented in dozens of publications. The most important migrants reported are MOSH (saturated hydrocarbons from mineral oils), MOAH, (aromatic hydrocarbons from mineral oils), plasticisers, photo initiators, solvents, etc. The most found migrants (MOSH and MOAH) originate from mineral oils present in printing inks, but also from glue and process contaminants. Mineral oils may also originate from other sources, such as directly from food (via process contaminants and intentionally added food additives), the environment, personal care products and drugs.

Exposure

The level of refinement of mineral oils depends strongly on the application they are used in. The more refined mineral oils contain less MOAH. Hence, the presence of MOSH and MOAH in food stuffs depends on multiple sources and factors.

The average exposure of MOSH via food stuffs is 0.03 to 0.3 mg/kg body weight/day according to EFSA. The quantitative and relative contribution of sources of mineral oils in food is mainly not known. For the intake of MOSH via food packed in recycled paper and board the EFSA has reported an estimated exposure. This exposure of MOSH from specific food stuffs packed without barrier is reported to be 0.005 to 0.11 mg/kg body weight/day according to EFSA. What the contribution is of MOSH from the packaging material and what the origin is from the other MOSH content in food remains unknown.

Exposure to MOAH via food stuffs has not been studied hitherto, which forms a knowledge gap. Nevertheless, EFSA estimates that 20% of mineral oil in food stuffs consists of MOAH. The exposure to MOAH from recycled paper & board is estimated to be 20 µg/kg body weight/day, which is significantly higher than the daily exposure to the structure-related group of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH) (0.035 - 0.057 µg/kg body weight/day), which are also present in food stuffs, water and air as environmental contaminants and form a part of the MOAH in mineral oils. It should be noted that the analysis of mineral oils in foods and packages has not been standardised yet and may therefore result in different outcomes depending on the method used. Moreover, no quantitative information could be found in public literature on the

exposure to MOSH and/or MOAH via other routes than food, which is considered a knowledge gap in determination of the total exposure to MOSH and MOAH.

Toxicological risk assessment

It is known that MOSH accumulate in the human body and can induce micro-granulomas. In Fischer rats this is associated with an inflammatory reaction, whereas this is not observed in humans. It is therefore unknown whether or not this formation of micro-granulomas is due to a physical effect as a consequence of accumulation of MOSH or a medical/toxicological consequence due to for example inflammatory or immune reactions. Due to the lack of consensus on the interpretation of the toxicological data no definite toxicological evaluation is currently possible. EFSA concludes that the background exposure to MOSH via the diet is reason for potential concern.

In another publication a so-called 'average' daily intake (ADI) of 1 mg/kg body weight/day was derived based on a study with volunteers for whom this exposure did not result in detectable levels in the blood. The currently calculated average daily exposure to MOSH (0.03-0.3 mg/kg body weight per day) is below this value, which implies that this intake poses no health risk. This value is, however, not (yet) widely accepted.

MOAH are suspected genotoxic compounds. For genotoxic compounds the ALARA (as low as reasonable achievable) principle is being applied. This implies that the concentrations of these compounds in foods should be reduced as far as achievable which also accounts for MOAH exposure via recycled paper and board.

It should be noted that the current mineral oil analyses do not identify each single substance of MOAH within this group. It may be expected that the toxicological potency of these substances may vary. Since toxicological information on MOAH as a group and its individual substances is scarce and no discrimination between substances within the MOAH can be made, this is a knowledge gap.

Considered in coherence, from a health perspective the exposure to MOAH, present in less purified mineral oils, should be kept as low as possible. Considering exposure to purified mineral oils (containing no/low concentrations MOAH) currently no health risks are foreseen. For this reason, reduction of MOAH contamination in food should be the aim also indicating reduction of exposure to MOAH via recycled paper and board.

Regulatory compliance

In the Netherlands food packages have to comply to the Warenwet, which is the Dutch food contact material (FCM) legislation. An important demand is that no more than 60 mg packaging material per kilogram of food is allowed to migrate. Moreover the packages and the packaging

producers also have to comply the demands posed in the relevant EU directives, such as EU 2023/2006.

EU directive 2023/2006 stipulates that the chain of producers of packaging articles establishes a quality control and quality monitoring system, in which a GMP (good manufacturing practise) code and guidelines are explicitly proposed. The CEPI guidelines and GMP of the paper industry is the mandatory implementation of EU 2023/2006, which in principle can be used by all actors in chain of packaging producers.

In agreement with this directive, the chain has established a GMP code with industrial guidelines and concentration threshold values for several contaminants. Concentration threshold values were established in a scientific manner for several relevant contaminants for which the toxicology was known. By demanding that purchased paper & board has been tested to comply with these concentration threshold values, the customers and users of food contact paper & board ascertain compliance to EU 2023/2006.

Technically it cannot be ruled out that the feedstock recycled paper & board contains compounds that are undesired and potentially toxicologically relevant, like the study of Foodwatch suggests. With respect to the measured concentrations of MOSH and MOAH in Dutch food stuffs packaged in packages made from paper & board, as published by FoodWatch in 2015, the following conclusions can be drawn. In 12 of the 36 food stuffs more than 0.5 mg/kg MOAH were found. This should be reduced as much as achievable, with regard to the ALARA principle, regardless the source of the MOAH. Foodwatch assumes that most of the mineral oils found in the food products have migrated from the packages. From this perspective in 1 of the 36 food stuffs the total concentration of MOSH and MOAH exceeded the overall migration limit of 60 mg/kg. Hence, for this food product and in this perspective (assuming that these mineral oils migrate from the package), there is a conflict with the Dutch Warenwet (FCM-legislation).

Hence the regulatory situation can be improved (as supported by the paper industry) by the definition of European-wide concentration threshold values for MOSH and MOAH in packaging materials. Additionally it is recommended to establish generic concentration threshold values for undesired compounds in packaging materials as a part of the European FCM legislation. In other words the concentration from which the identity and toxicology of all contaminants need to be known and assessed. This will enable testing the feedstock 'recycled paper & board' for complete compliancy to EU 2023/2006.

Reduction measures

Multiple counter-measures can be taken to reduce the contamination of food stuffs with mineral oils. Many publications report and discuss the effectivity of these counter-measures.

- Counter-measures can be taken at the source: by the partial replacement or prohibition of MOSH and MOAH in printing inks by less harmful fatty acid methyl esters. This measure has the largest impact, but it will take decades to achieve a meaningful reduction (-95% MOSH in 30 years under the condition that the ban will be global).

- Measures can also be taken at the paper and board manufacturers, such as deinking, due to which substantial amounts of residual chemicals can be removed. This is expected to have a slightly smaller overall impact, but it will be achieved in a shorter period of time (-60% MOSH in 5 years' time and -80% MOSH in 20 years' time).
- Counter-measures on the packaging level (barrier bags, barrier liners, adsorbers) have a direct impact in protecting the food stuffs, but need to be applied correctly.

As a follow up of the literature review and on behalf of KIDV/TiFN, TNO currently performs an explorative research project on the potency of methods to eliminate mineral oils during the recycling process. The potency of adsorbers is herewith also considered. In this project the focus is on product safety, but sustainability and feasibility aspects are also taken into account. The potency of measures during the recycling process will be compared to the use of less harmful inks. The results of this research project will be published in the second quarter of 2018.

Samenvatting

Dit rapport geeft een overzicht van de huidige wetenschappelijke kennis op het gebied van de migratie van ongewenste verbindingen uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton naar levensmiddelen met een focus op minerale oliën. Deze kennis wordt in een onafhankelijk wetenschappelijk perspectief geplaatst ten aanzien van analyse, technologie, wetgeving en bronnen door Wageningen Food & Biobased Research (WFBR) en ten aanzien van blootstelling, toxicologie en risicobeoordeling door de organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO).

Bronnen

De migratie van ongewenste verbindingen uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton naar levensmiddelen is uitgebreid onderzocht en beschreven in vele tientallen publicaties. De belangrijkste migranten zijn MOSH (verzadigde koolwaterstoffen uit minerale oliën), MOAH (aromatische koolwaterstoffen uit minerale oliën), weekmakers, foto-initiators, oplosmiddelen, etc. De meest voorkomende migranten (MOSH en MOAH) zijn afkomstig uit drukinkt, maar ook uit lijm en proces-contaminanten.

Ook op andere wijze vindt blootstelling aan minerale oliën plaats, zoals direct uit voeding (door procescontaminanten en bewust toegevoegde voedingsadditieven), het milieu, lichaamsverzorgingsproducten, geneesmiddelen, etc.

Blootstelling

Afhankelijk van het gebruik van de minerale olie worden meer of minder opgezuiverde minerale oliën toegepast. Hoe zuiverder de minerale olie, hoe minder MOAH aanwezig is. De aanwezigheid van MOSH en MOAH in voedingsmiddelen is derhalve afhankelijk van meerdere bronnen en factoren.

De gemiddelde blootstelling aan MOSH via voeding is berekend op 0,03 tot 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag door de EFSA. De kwantitatieve en relatieve bijdrage van de bronnen van minerale olie in voeding is grotendeels onbekend. Voor de inname van MOSH uit voeding verpakt in verpakkingsmaterialen gemaakt van gerecycleerd papier en karton heeft de EFSA een inschatting van de blootstelling gerapporteerd. Deze blootstelling, voor specifieke voedingsmiddelen zonder migratie barrière, geeft volgens de EFSA een blootstelling van 0,005 tot 0,11 mg MOSH/kg lichaamsgewicht per dag. Wat het aandeel van MOSH blootstelling uit het verpakkingsmateriaal is en wat de herkomst is van de overige MOSH in voeding is, blijft echter onduidelijk.

Blootstelling aan MOAH via voeding is tot op heden niet in kaart gebracht wat een kennishiaat is, maar de EFSA schat dat 20% van minerale olie in voeding uit MOAH bestaat. De blootstelling aan MOAH via gerecycleerd papier en karton wordt door de EFSA geschat op ca 20 µg/kg lichaamsgewicht/dag, welke inname significant hoger is dan de blootstelling aan structuurverwante PAK (0,035 - 0,057 µg/kg lichaamsgewicht per dag), welke als milieu-

contaminant in voeding, water en lucht aanwezig zijn en ook onderdeel uitmaken van de MOAH in minerale oliën.

Hierbij moet opgemerkt worden dat de analyse van minerale oliën (MOSH en MOAH) in levensmiddelen en verpakkingen nog niet gestandaardiseerd is en nu nog niet volledig betrouwbaar is. In de openbare literatuur kon daarnaast geen kwantitatieve informatie van de blootstelling aan MOSH en/of MOAH anders dan via voeding worden gevonden hetgeen een kennishiaat voor de totale blootstelling aan MOSH en MOAH is.

Toxicologische risicobeoordeling

MOSH accumuleren in het menselijk lichaam en kunnen daarbij microgranulomen induceren. In Fischer ratten worden bij microgranulomen ontstekingsreacties waargenomen terwijl dit in de mens niet is waargenomen. Het is daarom nu nog onbekend of de vorming van deze microgranulomen een fysisch gevolg is van accumulatie van MOSH in het lichaam of een medisch/toxicologisch gevolg van bijvoorbeeld ontstekings- of immuunreacties als gevolg van de aanwezigheid van MOSH in het lichaam. Door het ontbreken van consensus over de interpretatie van de toxicologische data is er nog geen sluitende toxicologische beoordeling mogelijk. De EFSA geeft aan dat achtergrond blootstelling aan MOSH via voeding een potentieel zorgpunt is. In een andere publicatie is een zogenaamde “acceptabele” dagelijkse inname van 1 mg/kg lichaamsgewicht/dag afgeleid op basis van een studie in vrijwilligers waarbij deze blootstelling niet tot detecteerbare hoeveelheden in het bloed leidt. De huidig berekende gemiddelde blootstelling aan MOSH (0,03 – 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag) ligt onder deze waarde wat impliceert dat deze inname geen risico is. Deze waarde is echter (nog) niet algemeen geaccepteerd.

MOAH zijn potentieel genotoxische verbindingen. Voor genotoxische verbindingen geldt het zogenoemde ALARA (*as low as reasonably achievable*) principe; dat er gestreefd moet worden naar zo laag mogelijke concentraties hiervan in levensmiddelen. Dit geldt dus ook voor MOAH uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton.

Opgemerkt dient te worden dat met de huidige minerale olie-analyses de individuele verbindingen van MOAH niet worden geïdentificeerd. Het mag verwacht worden dat de toxicologische potentie van de verschillende verbindingen varieert. Aangezien toxicologische informatie over zowel de groep MOAH als de individuele verbindingen schaars is en er met analyses geen onderscheid gemaakt kan worden tussen verbindingen binnen deze groep, is dit een kennishiaat.

Alle informatie overziende is het met name de blootstelling aan MOAH, via minder gezuiverde minerale oliën, die vanuit een gezondheidsperspectief op een zo laag mogelijk niveau moet worden gehouden. Voor zover het om blootstelling aan gezuiverde minerale oliën (met geen/lage concentraties aan MOAH) gaat, worden er voornamelijk nog geen problemen voor de gezondheid

voorzien. Om deze reden zou een reductie van met name MOAH contaminatie in voeding moeten worden nagestreefd wat ook betekent een reductie aan blootstelling van MOAH via gerecycleerd papier en karton.

Regelgeving

In Nederland moeten levensmiddelenverpakkingen voldoen aan de eisen die in de Warenwet gesteld zijn ten aanzien van consumentenveiligheid. Hierin is een belangrijke eis dat er nooit meer dan 60 mg verpakkingsmateriaal per kilogram levensmiddelen mag migreren. Daarnaast moeten verpakkingsmiddelen en verpakkingsproducenten ook voldoen aan de eisen die gesteld zijn in de relevante EU verordeningen, zoals EU 2023/2006.

EU verordening 2023/2006 stelt dat de keten van producenten van verpakkingsmiddelen een kwaliteitscontrole en kwaliteitsborgingssysteem opzetten, waarbij een GMP (*Good Manufacturing Practices*) code en richtlijnen als expliciete eisen worden voorgesteld. De CEPI richtlijnen en GMP van de papierindustrie is een wettelijk verplichte invulling van EU 2023/2006 die in principe gebruikt wordt door de hele keten van producenten van verpakkingsmiddelen.

Conform deze verplichting heeft de keten een GMP code opgesteld met industriële richtlijnen en concentratie-drempelwaarden voor verschillende verontreinigingen. Concentratie-drempelwaarden zijn destijds op wetenschappelijke wijze vastgesteld voor relevante verontreinigingen waarvan de toxicologie bekend was. Door te eisen dat het door hen afgenomen papier en karton getoetst is op deze drempelwaarden, zorgen afnemers en gebruikers van papier en karton bestemd voor voedselcontact ervoor dat zij zo goed mogelijk voldoen aan EU verordening 2023/2006.

Technisch gezien kan echter niet worden uitgesloten dat de grondstof “oud-papier en karton” stoffen bevat die ongewenst en potentieel toxicologisch relevant zijn, zoals bijvoorbeeld het onderzoek van Foodwatch indiceert. Ten aanzien van de door Foodwatch in 2015 gemeten concentraties MOSH en MOAH in Nederlandse levensmiddelen die verpakt waren in verpakkingen van papier en karton kunnen de volgende conclusies worden getrokken. In 12 van de 36 levensmiddelen werd er meer dan 0,5 mg/kg MOAH aangetroffen. Dit zou, zover als dat mogelijk is, gereduceerd moeten worden gelet op het ALARA principe, ongeacht de mogelijke bron van het MOAH. Foodwatch veronderstelt dat de meeste minerale oliën door migratie uit de verpakkingen in de verpakte levensmiddelen terecht zijn gekomen. Vanuit dit oogpunt bekeken overschreed bij 1 van de 36 levensmiddelen de somconcentratie van MOSH en MOAH de totale migratielimiet van 60 mg/kg, zoals gesteld door de Warenwet. Dus voor dit levensmiddel en onder deze zienswijze (dat deze oliën geheel uit de verpakkingen afkomstig zijn), is sprake van een overtreding van de Warenwet.

Het verbeterpunt is daarom (ondersteund door de papierindustrie) dat er Europees-brede concentratie-drempelwaarden worden gedefinieerd voor MOSH en MOAH in verpakkingsmaterialen. Daarnaast verdient het aanbeveling dat een generieke concentratie-drempelwaarde voor ongewenste verbindingen in verpakkingsmaterialen wettelijk worden vastgelegd in de Europese FCM-wetgeving. Ofwel vanaf welke concentratie de identiteit en toxiciteit van alle verontreinigingen bekend en beoordeeld moet zijn. Dan pas kan echt worden getoetst of de grondstof oud-papier voldoet aan EU verordening 2023/2006.

Reductie maatregelen

Er kunnen uiteenlopende maatregelen worden genomen om de contaminatie van levensmiddelen met minerale oliën te beperken. In veel verschillende publicaties wordt de effectiviteit van deze maatregelen beschreven.

- Zo kunnen er maatregelen genomen worden bij de bron zoals het deels vervangen of verbieden van MOSH en MOAH in drukinkt door de relatief onverdachte vetzuurmethylesters. Deze maatregel heeft het grootste effect, alleen het duurt tientallen jaren om dit te bereiken (-95% MOSH in 30 jaar onder de veronderstelling dat het verbod wereldwijd zal zijn).
- Ook kunnen er maatregelen worden genomen bij het papierproductieproces, zoals ontinkten, waardoor er forse hoeveelheden van deze chemicaliën kunnen worden afgescheiden. Hier kan men in potentie een iets minder groot effect bereiken, maar wel in iets kortere tijd (- 60% MOSH in 5 jaar tijd en - 80% MOSH in 20 jaar tijd).
- Maatregelen op verpakkingsniveau (barrière binnenzak, barrière liner, afvanger) hebben—mits goed uitgevoerd— direct effect in het beter beschermen van de levensmiddelen.

Volgend op het literatuuronderzoek werkt TNO momenteel in opdracht van het KIDV/TiFN aan een verkennend onderzoek waarin de potentie wordt verkend van methoden om minerale olie tijdens het recyclageproces te verwijderen. De potentie van afvangers (adsorptiemiddelen) wordt hierin ook meegenomen. In het onderzoek ligt de focus op productveiligheid, maar daarnaast wordt het duurzaamheids- en haalbaarheidsaspect integraal in beschouwing genomen. De potentie van maatregelen tijdens het recyclageproces zal worden vergeleken met het gebruik van schonere inkten in de OPK keten. De resultaten van dit onderzoek worden in de loop van het tweede kwartaal van 2018 verwacht.

Inhoudsopgave

Abstract	3
Samenvatting	7
1 Inleiding	13
1.1 Kaderstelling	13
1.2 Opdracht	13
2 Methoden	15
3 Resultaten	16
3.1 Trends in onderzoek	16
3.2 Analysemethoden voor minerale oliën	17
3.3 Soorten verontreinigingen in oud-papier en karton	17
3.4 Bronnen van en blootstelling aan minerale oliën	21
3.4.1 Bronnen MOSH via voeding zelf	21
3.4.2 Bronnen van MOSH en MOAH van buiten de voeding	22
3.4.3 Migratie van minerale oliën uit verpakkingen gemaakt van OPK	23
3.4.4 Andere blootstellingsbronnen voor MOSH en MOAH	25
3.4.5 Blootstelling voedingsmiddelen verpakt in gerecycleerd papier en karton	26
3.4.6 Gecombineerde bronnen van blootstelling	26
3.4.7 (Geschatte) blootstelling aan MOSH en MOAH	28
3.5 Toxicologische ernst van minerale olie	30
3.5.1 Toxiciteit MOSH	30
3.5.2 Accumulatie van MOSH	31
3.5.2.1 Microgranulomen	32
3.5.3 Toxiciteit MOAH	32
3.5.4 Risicobeoordeling MOSH en MOAH	33
3.6 Wetgeving	34
3.6.1 Warenwet	36
3.6.2 Recente ontwikkelingen in relevante wetgeving	37
3.6.3 Invulling van de wettelijke eisen door de industrie	38
3.7 Wetgevende limieten	39
3.7.1 Migratielimieten voor voedselverpakkingsmaterialen	39
3.7.2 Niet bewust toegevoegde stoffen (o.a. minerale olie)	40
3.8 Mogelijke oplossingen	41
4 Belangrijkste bevindingen	46
5 Discussie	49
5.1 Aard en omvang van het vraagstuk	49
5.2 Mogelijke antwoorden om problemen op te vangen en te voorkomen	51

Verwijzingen	52
Dankbetuiging	60
Lijst met gebruikte afkortingen	61

1 Inleiding

1.1 Kaderstelling

Deze opdracht vindt plaats in het kader van het wetenschappelijke onderzoeksprogramma van het KIDV, ook bekend als het TiFN SD002 project. Hierin is flexibele budgetruimte voor relevante wetenschappelijke vragen die uit de brancheverduurzamingsplannen van de levensmiddelenindustrie naar voren komen. Binnen het brancheverduurzamingsplan FNLI, CBL en NVG werd er aandacht gevraagd voor de migratie van inkten uit verpakkingen naar producten en naar oplossingen hiervoor zodat er meer verpakkingen gemaakt van oud-papier probleemloos kunnen worden toegepast (paragraaf 4.5.3 punt 2). Deze industrieën hebben behoefte aan een afwegingskader voor maatregelen om de kwaliteit van producten maximaal te borgen, zonder dat milieudruk en kosten toenemen. Aangezien er verschillende verontreinigingen uit papier en karton naar levensmiddelen kunnen migreren en het niveau van kennis en beheersmaatregelen sterk verschilt, is er besloten om dit rapport na een korte bredere verkenning van alle aanwezige verontreinigingen zoveel mogelijk toe te spitsen op de minerale oliën. De opdrachtgevers van dit onderzoek zijn KIDV en TiFN. De financiers van het onderzoek zijn KIDV, TiFN, WFBR en TNO. Het onderzoek is onafhankelijk uitgevoerd door verschillende onderzoekers binnen WFBR en TNO.

1.2 Opdracht

KIDV en TiFN vroegen aan WFBR om een:

- Verkenning van de voedselveiligheidsproblematiek rond de inzet van oud-papier en karton (OPK) voor verpakkingen inclusief verkenning relevante wet en regelgeving,
- Verkenning van de technische mogelijkheden om de ongewenste stoffen uit oud papier en karton af te scheiden tijdens het recyclingproces,
- Verkenning of er technische oplossingen zijn die de migratie van ongewenste stoffen uit verpakkingen gemaakt van OPK naar levensmiddelen kunnen tegengaan en tegelijkertijd de herbruikbaarheid van deze verpakkingen niet bemoeilijkt.

In een later stadium is door beide opdrachtgevers aan TNO gevraagd om het rapport aan te vullen betreffende de volgende aspecten:

- Het rapport uit te breiden met nieuwe relevante toxicologische literatuur.
- De minerale olie problematiek in perspectief te plaatsen vanuit een toxicologisch oogpunt en met het oog op blootstelling via verschillende bronnen.

Dit rapport beoogt belangstellenden onafhankelijk te informeren over de kennis in de wetenschappelijke literatuur over ongewenste verbindingen, in het bijzonder minerale oliën, in

verpakkingen gemaakt van oud-papier en karton, hun migratie naar levensmiddelen en de toxicologische significantie hiervan¹. Met het oog daarop zal ook de Nederlandse en Europese wet- en regelgeving ten aanzien van dit fenomeen worden samengevat. Omdat de opdrachtgevers dit rapport wensen te verspreiden is er extra aandacht besteed aan de leesbaarheid van het rapport en is er een verklarende woordenlijst toegevoegd.

¹ Voor de finale versie van dit rapport is een klankbordgroep van vertegenwoordigers uit de papier- en drukinktindustrie geconsulteerd. Vertegenwoordigd waren dbr. H van den Brink PRN, dbr. C. Lambregts VNP, mw. A. Westenbroek PRN en VNP, dbr. M. Renderink KVGGO.

2 Methoden

Er is een wetenschappelijk literatuuronderzoek verricht met Scopus, met zoektermen als “food safety recycled paper and board”, “migration of mineral oils from recycled paper and board”. Verder is er telefonisch gesproken met belangrijke wetenschappers in dit domein als Frank Welle van Fraunhofer IVV, Freising en Olivier Vitrac van ParisAgrotech.

Vervolgens is er gesproken met Geert de Rooij van de FNLI, telefonisch contact geweest met de heer Hidde Rang van VWS, de heer Fulvio Cadonau van Smurfit-Kappa Duitsland, de heer Stefan Erdmann van Walki Duitsland, mevrouw Anouk Dantuma van KCPK Arnhem, de heer Michiel Adriaanse van Bumaga Arnhem en de heer Corneel Lambregts van VNP te Hoofddorp.

De WFBR leverde eerst een vertrouwelijke conceptversie op (WFBR rapportnummer 1622, januari 2016). Deze werd in begin 2017 uitgebreid met toxicologische expertise van TNO. Tegelijkertijd werd de meest recente relevante (toxicologische) literatuur toegevoegd betreffende minerale olie. Een tweede concept versie van het rapport werd in september 2017 opgeleverd en is onder meer besproken met de klankbordgroep en de opdrachtgevers waarna het literatuuronderzoek is afgerond.

3 Resultaten

In dit hoofdstuk wordt eerst een beknopt en breed overzicht gegeven over de wetenschappelijke literatuur aangaande verontreinigingen in verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton en de migratie hiervan naar levensmiddelen. Daarna wordt er ingezoomd op specifiek de minerale oliën als verontreiniging. Hier wordt van een aantal relevante aspecten de literatuur besproken, namelijk de bronnen, blootstellingsroutes, de wetgevende limieten en de toxicologische relevantie. Tenslotte wordt er stilgestaan bij de huidige wetgeving en de mogelijke oplossingen die zijn geïdentificeerd. Opgemerkt wordt dat, ondanks dat de insteek om dit literatuuroverzicht te beperken tot de minerale oliën, veel literatuur gelijktijdig handelt over minerale oliën en andere moleculaire verontreinigingen. Daar waar andere moleculaire verontreinigingen relevant worden geacht worden deze benoemd.

3.1 Trends in onderzoek

Er is sinds 1997 veel gepubliceerd over de migratie van diverse chemicaliën uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton naar levensmiddelen. Tussen 1997 en 2010 kwamen verschillende migrerende verontreinigingen aan de orde en in het bijzonder inkt-hulpstoffen (benzofenon, ITX, DINP, DBP, Michlers' keton, BHT) [Castle 1997, Aurela 1999, Boccacci 1999, Song 2000, Summerfield 2001, Anderson 2003, Zhang 2008], ftalaten [Gärtner 2009, Poças 2010], bisfenol-A [Liao 2011], bisfenol-A-derivaten [Perez 2012, Pivnenko 2015] en de aanwezigheid van zware metalen in oud-papier en karton [Castle 1997, Parry 2004].

Vanaf ongeveer 2010 kwam het accent te liggen op de migratie van minerale oliën uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton naar levensmiddelen [Biedermann 2010, 2011-1 en 2011-2, Vollmer 2011]. Overigens was er al eerder over de migratie van minerale oliën gepubliceerd [Droz 1997], maar pas vanaf 2010 nam dit onderzoek een vlucht. Zo werd er gepubliceerd over de effectiviteit van mogelijke beheersmaatregelen als functionele barrières [Ewender 2013, Lorenzini 2014, Guazzotti 2014 en 2015, Richter 2014, Diehl 2015, Lommatzsch 2016]. Hierbij wordt onderscheid gemaakt tussen twee verschillende minerale oliën: MOSH en MOAH. De MOSH zijn onvertakte en vertakte verzadigde koolwaterstoffen. De MOAH zijn gealkyleerde polyaromatische verbindingen. Bovendien is er nu ook veel industrieel onderzoek gedaan naar functionele barrières en afvangers [gesprek met de heer Cadonau en Erdmann]. Het industriële onderzoek en het wetenschappelijke onderzoek hebben potentiële oplossingen geïdentificeerd, die nu in verschillende stand van ontwikkeling zijn: praktijktesten, aanvraag tot octrooibeschermting, voorzichtige eerste marktintroductions.

3.2 Analysemethoden voor minerale oliën

Opgemerkt wordt dat het meten van de gehalten MOSH en MOAH in levensmiddelen en verpakkingsmaterialen niet eenvoudig is. In de meeste wetenschappelijke artikelen wordt combinatietechniek van gaschromatografie met vloeistofchromatografie gebruikt, genaamd *on-line coupled LC-GC-FID* [Biedermann 2010]. De analysemethoden zijn echter nog niet gestandaardiseerd en genormeerd. Een van de problemen is dat er in levensmiddelen ‘vals positieven’ voorkomen, zoals natuurlijke koolwaterstoffen (bv. squalen, terpenen, sterol derivaten, etc.) die niet in alle gevallen gescheiden kunnen worden van de minerale oliën [Vreeze 2017]. Daarnaast komen er ook POSH (oligomeren van ethyleen en propyleen afkomstig uit de overeenkomstige polymeren) voor in verpakkingen en verpakte levensmiddelen, ook deze zijn nu nog niet van MOSH te onderscheiden met de LC-GC-FID techniek.

De reproduceerbaarheid van de analyseresultaten met deze methoden is op dit moment onvoldoende. Een levensmiddelbedrijf deelde in vertrouwen de meetgegevens van analyses van hun producten (in folie verpakte levensmiddelen) en de bijbehorende, secundaire verpakkingsmiddelen (golf-kartonnen dozen) die ze naar 3 Duitse laboratoria stuurden voor analyse van het MOSH en het MOAH gehalte. Het verschil tussen de hoogste en de laagste terug-gerapporteerde meetwaarden bedroeg een factor 4.

Het Franse onderzoeksinstituut ITERG meldt dat zij een vergelijkende test heeft uitgevoerd naar de analyse van minerale oliën in 8 verschillende soorten plantaardige oliën door 6 verschillende analyselaboratoria. Het verschil tussen de hoogst en laagst gerapporteerde waarden per oliesoort was een factor 3 [Lacoste 2016].

Verschillende onderzoekers proberen een betere analysemethode te ontwikkelen. Het is hun inzet om met een combinatie van massa-spectroscopische en chromatografische methoden zowel de scheiding van de componenten te bewerkstelligen als de koolstof-isotopen-verhouding van die componenten te bepalen. Hierdoor zou het mogelijk worden natuurlijke koolwaterstoffen te scheiden van minerale koolwaterstoffen. Bovendien kan er dan mogelijk uit een analyse van de massa-fragmenten een beter beeld volgen over de molecuulstructuur van de MOSH en MOAH, wat mogelijk relevante aanknopingspunten oplevert aan de toxicologen. Deze nieuwe onderzoeksmethode (FABES genaamd) is nog niet operationeel.

Een ander probleem bij deze analyses is het standaardiseren van de monstervoorbereiding en het uitsluiten van omgevingsverontreinigingen. Zo is bijvoorbeeld uit de praktijk van de analyses bekend dat het gebruik van lichaamsverzorgingsproducten (handcrème, lippenstift, etc.) in de omgeving van de monsters de analyseresultaten verstoort.

3.3 Soorten verontreinigingen in oud-papier en karton

Papier en karton zijn poreuze materialen die veel verontreinigingen kunnen absorberen. Chemische analyses van extracten van oud-papier en karton (OPK) en OPK-producten laten

reeksen verbindingen zien. De meest aanwezige verontreinigingen zijn mengsels van MOSH en MOAH. Daarnaast worden er nog tal van andere chemicaliën als 2,6-diisopropylnaftaleen (DIPN), tal van ftalaat-weekmakers en foto-initiators in de oud-papierstroom aangetroffen. In een uitgebreid Duits rapport van het federale ministerie voor landbouw en voeding staat een uitgebreid overzicht van welke verontreinigingen in welke concentraties voorkomen in hergebruikte papiervezels [BMELV 2012]. Dat onderzoek laat eveneens zien dat de concentraties verontreinigingen afhankelijk zijn van de soort oud-papier-grondstof.

Geraadpleegde industriële experts gaven aan dat de Duitse oud-papiermarkt dusdanig verbonden is met de Nederlandse, dat deze cijfers waarschijnlijk ook een goed beeld van de Nederlandse situatie geven. De analyses van Biedermann naar de gehalten MOSH, MOAH en DIPN in golfkarton uit verschillende landen laten zien dat er kleine verschillen zijn tussen Europese landen [Biedermann 2011-2]. Het recente FoodWatch rapport laat zien dat de gehalten MOSH en MOAH in Nederlandse verpakkingen in dezelfde orde grootte liggen als de Duitse en Franse verpakkingen [FoodWatch 2015].

Tabel 1: Gemiddelde concentraties verontreinigingen in hergebruikte papiervezels en hun oorsprong in Duitsland [BMELV 2012].

Verontreiniging	Gemiddeld gehalte in hergebruikte vezels, [mg/kg]	Molecuulgewicht, [g/mol]	Oorsprong van de verontreiniging
MOSH C ₁₆ -C ₂₄	317	226-339	Kranten
MOAH < C ₂₄	90	<339	Kranten
Poly gealkyleerde aromaten	0,3	150-340	Kranten, tijdschriften
2,6-diisopropylnaftaleen en isomeren	20	212	Kantoorpapier, papierspecialiteiten, gelijmd papier
diisobutylftalaat	9	278	Kantoorpapier, papierspecialiteiten, gelijmd papier
di-n-butylftalaat	5	278	Kantoorpapier, papierspecialiteiten, gelijmd papier
Bis-(2-ethylhexyl)ftalaat	9	391	Folders, advertenties, tijdschriften
Diethyleenglycol-dibenzoaat	13	314	Folders, advertenties, tijdschriften
Benzofenon	3	182	Folders, advertenties, tijdschriften
Bis-(2-ethylhexyl)maleaat	2	341	Folders, advertenties, tijdschriften, decoratie-materiaal
2-(fenylmethoxy)-naftaleen	3	234	Thermisch papier
Bisfenol-A	10	228	Thermisch papier
Som van totale gemiddelde hoeveelheid verontreinigingen in hergebruikte papiervezel	481		

Ook in Denemarken is onderzoek uitgevoerd naar verontreinigingen in Deens OPK [Pivnenko 2015-1]. De lijst verontreinigingen was grotendeels vergelijkbaar met die gevonden in Duitsland van tabel 1. Van de ongeveer 10.000 verontreinigingen die werden aangetroffen, konden er 157 als potentieel gevaarlijk worden aangemerkt. Hiervan konden weer 51 als kritiek worden aangemerkt omdat deze in het recyclingproces nauwelijks zullen worden verwijderd en

dus een grote kans hebben om in oud-papier te accumuleren. Tot de groep kritieke verontreinigingen horen: MOSH, MOAH, diverse ftalaten, diverse fenolen, parabenen, enkele zware metalen (Cd, Co, Cr, Cu, Ni en Pb) en polygechloreerde bifenylen [Pivnenko 2015-1, Pivnenko 2016-1].

Van dezelfde Deense onderzoeksgroep verscheen ook een studie naar het voorkomen van bisfenol-A en vergelijkbare verbindingen in OPK. De hoogste concentraties bisfenol-A werden gevonden in thermisch papier (waaronder kassabonnetjes) maar de concentratie thermisch papier in gescheiden ingezameld oud-papier hiervan is laag. In kantoorpapier en kartonnen dozen is de concentratie bisfenol-A weliswaar lager, maar deze komen veel meer voor in oud-papier, waardoor ze meer bisfenol-A in het papier-recycling-systeem brengen [Pivnenko 2015-2].

Hiernaast is er ook een specifiek, Brits onderzoek naar foto-initiators en andere drukinkt-hulpstoffen in Britse levensmiddelen die verpakt waren in verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton [Bradley 2013]. Hier migreren deze inkt-ingrediënten van de bedrukking door de kartonnen verpakking naar het levensmiddel. Ook is er een recent Grieks onderzoek naar drie chemicaliën die worden gebruikt in kopieerpapier (DIPN, benzofenon en gehydrogeneerde terfenylen) die werden teruggevonden in Grieks gerecycleerd oud-papier [Parigoridi 2014].

Ongewenste stoffen in verpakkingsmiddelen geproduceerd van gerecycleerd papier en karton zijn onder meer afkomstig uit inkt en drukmiddelen voor kranten en tijdschriften, folders, decoratiemateriaal en thermisch papier (Tabel 1), en afkomstig van proceshulpstoffen [NVA 2008]. Tijdens het recyclingproces worden de inkt en bedrukkingen door het materiaal heen gemengd en gedeeltelijk uitgewassen; hierdoor komen deze verbindingen voor in de matrix van gerecycleerd papier en karton. Bovendien worden tijdens de productieprocessen van papier en kartonproducten ook veel proces hulpstoffen gebruikt zoals biociden, antischuimmiddelen, ontslijmingsmiddelen, optische witmakers, lijmen, etc. welke als residu in het verpakkingsmiddel aanwezig kunnen zijn. In het NVA rapport van 2008 staat een uitgebreid overzicht van deze chemicaliën [NVA 2008]. Daar bovenop kan het foutief wegwerpen door consumenten bijdragen aan de vervuiling van oud-papier en karton. Hierbij kan gedacht worden aan burgers die kranten gebruiken als afdek materiaal bij het verven en dit afval dan niet zoals bedoeld in de restafvalbak maar in de oud-papier-bak werpen. In het vervuilingsonderzoek van PRN worden dit soort ongewenste bijdragen geclassificeerd in de categorieën “ongewenst en vervuild papier” en “overige vervuiling”. Deze bedroegen in 2014 gemiddeld zo’n 0,3% en 0,4%, respectievelijk [PRN 2015]. Ondanks dat dit lage percentages zijn, kan de ernst van een enkele verontreiniging groot zijn.

Gelet op de aard van de chemicaliën die gebruikt worden in de papierproductieprocessen en bedrukkingsprocessen, de veelal apolaire aard van deze stoffen, én het poreuze karakter van het

materiaal, mag er verwacht worden dat veel van deze stoffen accumuleren in gerecycleerd papier en karton als moleculaire verontreinigingen en dus niet in het verpulpingsproces uitgewassen worden [Biedermann 2011 2, Pivnenko 2016-1].

3.4 Bronnen van en blootstelling aan minerale oliën

De meest aanwezige verontreiniging in verpakkingsmiddelen geproduceerd van gerecycleerd papier en karton zijn minerale oliën. Daarom is voor deze groep van verontreinigingen een overzicht van de bronnen en blootstelling aan minerale oliën gegeven. Het onderstaande figuur laat een schematische weergave zien van mogelijke bronnen van blootstelling aan MOSH en MOAH, ook wel minerale oliën genoemd. Deze bronnen worden verder besproken in de volgende paragrafen. Dit betekent dus dat er ook andere bronnen van minerale oliën kunnen bijdragen, zelfs kan niet uitgesloten worden dat levensmiddelen zelf ook minerale oliën aan verpakkingen kunnen overdragen.



Figuur 1: Schematische weergave van mogelijke blootstellingsroutes voor minerale oliën.

3.4.1 Bronnen MOSH via voeding zelf

De gemiddelde blootstelling aan MOSH via voeding is berekend op 0,03 tot 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag [EFSA 2012]. De blootstelling aan MOSH via voedingsmiddelen kent echter meer bronnen dan via voedselverpakkingsmaterialen van gerecycleerd papier. In een zeer

uitgebreide evaluatie door de EFSA [2012] wordt blootstelling aan minerale oliën onder andere ook benoemd vanuit: verzadigde koolwaterstoffen die van nature aanwezig zijn in planten en dieren, als gevolg van milieu-contaminanten, toepassing bij processen in de voedingsindustrie, en contaminatie via apparatuur gebruikt bij processen van voeding.

Enkele voorbeelden van de herkomst van minerale oliën in voeding die worden genoemd zijn:

- additief in de productie van verpakkingsmaterialen; bv. interne smeermiddelen in polystyreen, lijmen gebruikt voor voedselverpakkingen, waxpapier, smeermiddelen voor blikproductie;
- voedingsadditief of proces hulpstof; bv. antikleefmiddel voor bakkerij producten en suikerproducten, oppervlaktebehandeling van voeding zoals rijst en snoepgoed;
- ingrediënt in bv. kauwgom, coating van fruit en gebruik als drager in bestrijdingsmiddelen, en
- anti-schuim en -stof middel voor granen (o.a. ter voorkoming van stof explosies wat in de Verenigde Staten als gebruik is toegelaten).

Voor de laatstgenoemde 3 voorbeelden geldt dat MOSH 'bedoeld' in voeding aanwezig is gezien de toepassing.

Genoemde producten bevatten hoge gehalten aan MOSH, bijvoorbeeld vanuit het gebruik van gezuiverde minerale olie (*white oils*) als antikleefmiddel, waarin het aandeel aan MOAH zeer gering tot afwezig is. Consumenten die deze producten met regelmaat eten, kunnen daardoor bovenop de achtergrondblootstelling regelmatig piekblootstellingen aan MOSH binnenkrijgen via de voeding.

Opvallend hoge blootstelling aan MOSH als gevolg van het gebruik van minerale olie als 'spraying agent' is er voor broodproducten, wat in de range is van 0,7 tot 6,4 mg/kg lichaamsgewicht/dag, en voor granen (bedoelt voor humane consumptie), wat in de range ligt van 0,02 tot 3,8 mg/kg lichaamsgewicht/dag, waarbij kinderen tot de groep behoren met een hogere blootstelling. Opgemerkt wordt dat ook baby's die borstvoeding krijgen worden blootgesteld aan MOSH (0,29-0,48 mg/kg lichaamsgewicht/dag) door accumulatie van MOSH in de vetfractie van de melk van de moeder.

3.4.2 Bronnen van MOSH en MOAH van buiten de voeding

Blootstelling aan minerale oliën via voeding kan tevens geassocieerd zijn met verontreinigingen als (milieu) contaminant van buiten de voeding zelf. Het MOAH-gehalte is afhankelijk van zowel de bron als de mate van zuivering (raffinage) van minerale olie. Afhankelijk van de toepassing van de minerale olie zal deze in meerdere of mindere mate opgezuiverd zijn. Waar de minerale olie bedoeld in voedingsmiddelen toegepast wordt, dan moet dit een hoogwaardige, opgezuiverde minerale olie zijn (MOAH-vrij) terwijl die vereisten er bijvoorbeeld voor smeerolie niet zijn.

Contaminatie van voeding met minerale olie kan dan optreden vanuit diverse bronnen, zoals:

- atmosferische verspreiding van smeeroilie uit motoren zonder katalysator (voornamelijk diesel), onvolledig verbrande brandstof, en slijpsel van banden en asfalt;
- overdracht van inkt (off-set), bij bedrukken van verpakkingen, naar de binnenzijde van het verpakkingsmateriaal²;
- residu minerale oliën vanuit gerecycled verpakkingsmateriaal;
- via machines gebruikt voor oogsten; diesel olie en smeeroilie;
- via machines gebruikt voor processen van voeding; smeeroilie toegepast in pompen, doseringseenheden en andere industriële installaties;
- schoonmaakmiddelen.

In tegenstelling tot de onder paragraaf 3.4.1 genoemde gezuiverde minerale oliën waarbij de gehalten aan MOAH gering tot afwezig zijn, kenmerken deze bronnen zich door de aanwezigheid van MOAH. Gelet op het bovenstaande is het duidelijk dat onze voeding minerale oliën vanuit verschillende bronnen bevat, dus zowel via bewust gebruik van geraffineerde minerale oliën, als via onbewuste blootstelling via minder gezuiverde minerale oliën als contaminant van voedingsmiddelen.

3.4.3 Migratie van minerale oliën uit verpakkingen gemaakt van OPK

De migratie van minerale oliën en andere moleculaire verontreinigingen uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton naar levensmiddelen verloopt grotendeels via de gasfase [Jickells 2005, Triantafyllou 2007, Biedermann 2011-1]. Uiteraard kan er ook migratie door direct contact plaatsvinden. De drijvende kracht voor de migratie is het verschil in oplosbaarheid van deze chemicaliën in papier en die in levensmiddelen³; de meeste apolaire chemicaliën lossen doorgaans liever op in levensmiddelen dan in papiervezel. Minerale oliën en veel andere moleculaire verontreinigingen verdampen uit de verpakking, permeëren door soms meerdere verpakkingslagen⁴ heen, om dan uiteindelijk neer te slaan en te absorberen in levensmiddelen. Hiervan zijn verdamping en condensatie sterk afhankelijk van de opslagtemperatuur. Zowel de hoeveelheid materiaal die migreert als de hoeveelheid stoffen die migreert, nemen sterk toe met de temperatuur. Dit laatste komt omdat met stijgende temperatuur

² De *European Printing Ink Association (EuPLA)* adviseert om 'low-migration and low-odour' inkten te gebruiken voor voedselverpakkingen die vrij zijn van minerale olie. Gezien de wereldwijde markt en dat naleving niet/beperkt wordt gecontroleerd, kan echter niet uitgesloten worden dat ook via deze route voedingsmiddelen gecontamineerd worden met minerale olie.

³ De meeste migratiemodellen werken niet met absolute oplosbaarheidswaarden maar met partiticoëfficiënten. Dit is een maat voor waar stoffen liever in oplossen, in water of in een apolair oplosmiddel.

⁴ Bij papieren / kartonnen verpakkingen worden vaak liners als binnenlagen en binnenzakken toegepast die de papiervezels scheiden van de levensmiddelen.

steeds meer verontreinigingen kunnen vervluchtigen [Lorenzini 2013]. Bij kamertemperatuur migreren MOSH tot aan n-tetracosaan (C_{24}), bij hogere temperaturen kunnen ook zwaardere/langere MOSH migreren [Biedermann 2011-1].

Uit recent Frans onderzoek blijkt dat de migratie van minerale oliën en andere moleculaire verontreinigingen uit papier en kartonnen verpakkingen door de gasfase naar levensmiddelen goed met fysisch chemische parameters kan worden beschreven en voorspeld [Nguyen 2017]. De migratie van weinig vluchtige verbindingen door de gasfase wordt gedreven door het verschil in oplosbaarheid en volume tussen de verpakking en het levensmiddel, waarbij de tussenliggende gasfase de migratie slechts vertraagd. Met alleen de molecuulmassa van de migrant kan het migratiegedrag door de lucht en door een eventueel aanwezige kunststof-barrière-film al goed worden beschreven en voorspeld. Relatief lichte migranten ($< 220 \text{ g.mol}^{-1}$) zoals hexadecaan migreren nagenoeg onbelemmerd, hun aanwezigheid moet worden vermeden. Voor middelzware migranten ($220 < M < 300 \text{ g.mol}^{-1}$, oftewel tussen hexadecaan en tetracosaan) is de vluchtigheid belangrijk en kan de migratie worden beperkt met een goed gekozen combinatie van de navolgende factoren: korte tijdsduur, lage temperatuur, lage initiële concentratie in de verpakking, barrière-eigenschappen van de kunststoffilm. Voor zware migranten ($> 300 \text{ g.mol}^{-1}$) is de vluchtigheid minder belangrijk en kan een goed gekozen barriërefilm de migratie beperken. De migratie is voor zware migranten sterk afhankelijk van de temperatuur; de hoeveelheid minerale olie die migreert neemt toe met ongeveer een factor 2,5 bij elke 10°C temperatuurstijging [Nguyen 2017]. Luchtstroming van buiten en ventilatiegaten in de kartonnen verpakking beperken de migratie. Migratie in afgesloten dozen bij 60°C is ook voor de zware migranten beduidend. Deze situatie doet zich voor in intercontinentaal maritiem transport via de tropen [Nguyen 2017].

Het mechanisme via de gasfase verklaart waarom het gebruik van alleen nieuwe papiervezels voor de primaire verpakking geen oplossing is. De minerale oliën uit de secundaire verpakkingen (omdozen) kunnen dan nog steeds verdampen en door de papieren primaire verpakking heen naar het levensmiddel migreren. De hoeveelheden die uit een secundaire verpakking door een primaire verpakking heen naar een levensmiddel migreren, zijn nog steeds substantieel [Biedermann 2011-1].

De overdracht van migranten uit karton gemaakt van gerecycleerd papier en karton via de gasfase naar droge kruidenierswaren die langdurig bij kamertemperatuur worden bewaard kan 70% bedragen. Deze migratie verloopt voor onbeschermde levensmiddelen snel. Bijvoorbeeld, Duitse metingen laten zien dat na één dag bij kamertemperatuur er al meer dan 1 mg/kg MOSH kan zijn gemigreerd en na één maand al meer dan 10 mg/kg MOSH. Terwijl bij verhoogde temperaturen 1 mg/kg MOSH al binnen een paar uur wordt overschreden [BMLEV 2012].

In 2011 rapporteert Biedermann een migratie van 4,9 mg/kg MOSH van vouwkartonnen verpakkingen en een golf-kartonnen secundaire verpakking naar droge Tagliatelle [Biedermann 2011-1]. In 2013 volgde de resultaten voor meer droge levensmiddelen. De migratie blijkt niet zozeer af te hangen van de aard van het levensmiddel, maar eerder van de porositeit van het levensmiddel en bedroeg na 9 maanden voor MOSH 30-52 mg/kg (50-80% relatieve overdracht), voor MOAH 5,5-9,4 mg/kg (35-60% relatieve overdracht) en voor DIPN 0,5-1,5 mg/kg (25-50% relatieve overdracht). Naar het einde van de houdbaarheid voor deze levensmiddelen kan de migratie van MOSH zelfs oplopen tot 101 mg/kg [Biedermann 2013-2].

In 2015 rapporteerde FoodWatch metingen van de hoeveelheid MOSH in levensmiddelen die verpakt waren in verpakkingen van papier en karton. Het gemiddelde bedroeg voor Nederlandse levensmiddelen 7,4 mg/kg (n=36) en kende één uitschieter van 133 mg/kg. Voor MOAH in levensmiddelen verpakt in verpakkingen van papier en karton werd in 17 van de 36 verpakkingen uit Nederland de aanwezigheid van MOAH gedetecteerd boven de detectielimiet van 0,2 mg/kg voor droge producten en 0,5 mg/kg voor vet bevattende producten met een uitschieter van 5 mg/kg. Het is niet bekend bij welk laboratorium de metingen van FoodWatch zijn verricht waardoor de meetmethode en de accreditatie niet geverifieerd kunnen worden.

Opgemerkt wordt dat er zowel MOSH en MOAH in levensmiddelen worden gemeten die verpakt waren in verpakkingen gemaakt van verse vezels als gemaakt van gerecycleerde vezels, waarbij de hoeveelheden in het verpakkingsmateriaal van verse vezels vaak lager zijn dan van verpakkingen van gerecycleerde vezels.

Beschreven informatie is echter te beperkt om een generieke uitspraak te kunnen doen over de bijdrage van minerale oliën in voedingsmiddelen via gerecycleerd papier en karton (in relatie tot andere bronnen).

3.4.4 Andere blootstellingsbronnen voor MOSH en MOAH

Naast blootstelling via voeding is er tevens blootstelling aan minerale oliën via andere bronnen: via cosmetica zoals lipstick en lip-verzorgingsproducten [Niederer, 2016], via geneesmiddelen zoals laxeremiddelen [Leung 2011] en als gevolg van inademing van milieu-contaminanten zoals uitlaatgassen. Betreffende de blootstelling aan MOAH kan worden opgemerkt dat er ook additionele blootstelling plaatsvindt aan PAK (waarvan de structuren gerelateerd zijn aan MOAH) als gevolg van verhitten van vlees (barbecueën) en het roken van vlees of vis.

In de openbare literatuur kon geen kwantitatieve informatie van de blootstelling aan MOSH en/of MOAH anders dan via voeding worden gevonden. Dit is een kennishiaat voor de totale blootstelling aan MOSH en MOAH.

3.4.5 Blootstelling voedingsmiddelen verpakt in gerecycleerd papier en karton

De EFSA heeft in 2012 de totale blootstelling aan minerale olie via voeding geëvalueerd waarbij ook gekeken is naar voeding die verpakt is in gerecycleerd papier en karton. [EFSA 2012]. De EFSA heeft de blootstelling aan MOSH via een aantal geselecteerde voedingsmiddelen, die verpakt worden in gerecycleerd papier en karton zonder een aanwezige barrière of binnen verpakking, berekend op basis van de hoogste blootstelling in de beoordeelde landen. In deze berekeningen zijn bakkerijwaren, ontbijtgranen, rijst en griesmeel meegenomen.

Blootstelling via rijst geeft over het algemeen de hoogste inname en is het hoogste voor kinderen (tot 0,11 mg/kg lichaamsgewicht per dag) voor de onderzochte voeding [EFSA 2012]. In Tabel 2 is een overzicht gegeven per leeftijdscategorie van de gemiddelde blootstelling via voeding, de P95 blootstelling via voeding en de P95 blootstelling (met gemiddelde MOSH concentratie) via rijst verpakt in gerecycleerd karton op basis van de gegevens van de EFSA [2012]. P95 betekent dat 95% van de bevolking een blootstelling gelijk aan of lager dan deze hoeveelheid (P95) heeft. De aanwezigheid van MOAH is niet bepaald door de EFSA.

Tabel 2: Overzicht van blootstelling aan MOSH [EFSA, 2012].

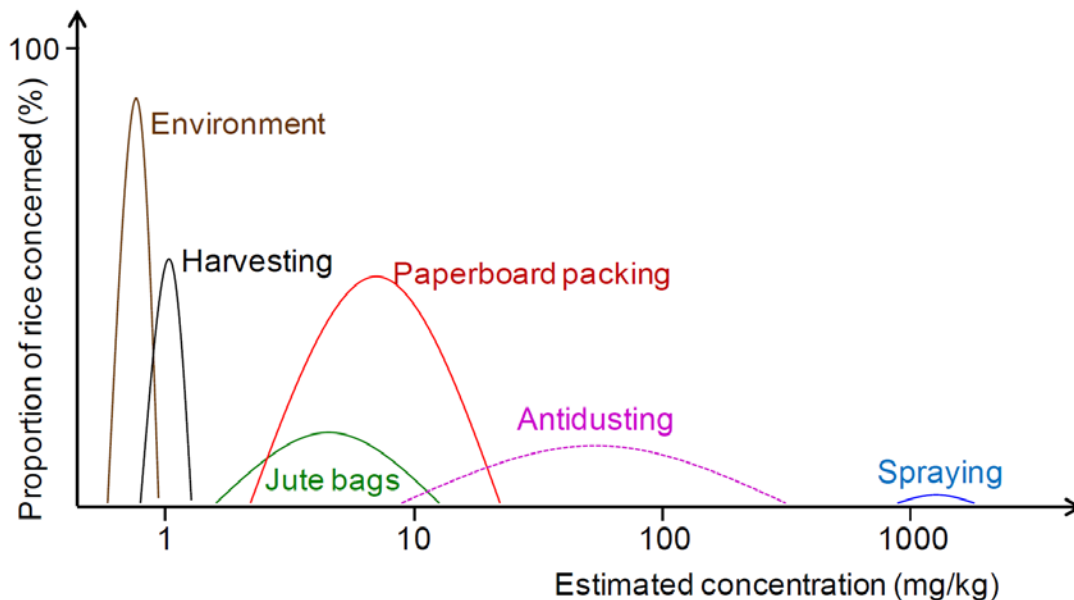
Leeftijd	Gemiddelde (bovengrens) chronische MOSH blootstelling via voeding ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)	P95 (bovengrens) chronische MOSH blootstelling via voeding ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)	P95 (bovengrens) chronische MOSH blootstelling via rijst verpakt in gerecycleerd karton ($\mu\text{g}/\text{kg lg}/\text{dag}$)
< 1 jaar	0,11	-	0,051
1 tot 3 jaar	0,11	0,26	-
3 tot 10 jaar	0,11	0,32	0,11
10 tot 18 jaar	0,066	0,2	0,067
18 tot 65 jaar	0,039	0,12	0,051
65 tot 75 jaar	0,042	0,096	0,033
75 jaar	0,039	0,084	0,034

Lg = lichaamsgewicht

3.4.6 Gecombineerde bronnen van blootstelling

Bij monitoring van minerale oliën in voedingsmiddelen wordt alleen het totaal aan componenten gedetecteerd als resultante van alle mogelijke bronnen waarmee het voedingsmiddel in aanraking is gekomen. De bronnen en de afzonderlijke betekenis daarvan, zoals bijvoorbeeld de bijdrage vanuit gerecycleerd papier en karton zijn dan niet te achterhalen. Dit wordt duidelijk in de onderstaande figuur 2 (herkomst EFSA, 2012) waarin de bronnen van minerale oliën in rijst

worden afgezet tegen een schatting van het percentage rijst dat minerale olie vanuit deze bron bevat en een schatting van de concentratie van minerale olie via die bron.



Figuur 2: Schatting van relatieve bijdrage aan minerale olie in rijst [EFSA 2012].

Uit deze figuur wordt duidelijk dat:

- een groot deel van de rijst een lage concentratie minerale oliën uit het milieu kunnen bevatten,
- een klein deel van de rijst hoge concentraties minerale oliën kan bevatten vanuit bepaalde behandelingen (als spraying).

Hierbij zal er bovendien verschil zijn in de relatieve bijdrage van de blootstelling aan MOAH aangezien MOAH, als meest schadelijke fractie van de minerale oliën, vooral voorkomt in niet zuivere minerale oliën. Derhalve wordt de blootstelling aan MOAH via jute zakken, anti-dusting en spraying beperkt geacht aangezien hier gezuiverde minerale oliën voor worden gebruikt.

Alleen in specifiek daarvoor ontworpen studies, waarin voorafgaand aan verpakken de concentratie aan MOSH/MOAH in de levensmiddelen is gemeten, kan bepaald worden wat de bijdrage is van minerale oliën vanuit gerecycleerd papier en karton als gevolg van migratie naar voedingsmiddelen. Barp et al [2015-1 en 2015-2] hebben in een tweetal publicaties het migratiegedrag in kaart gebracht van MOSH en MOAH over een periode van 24 maanden vanuit gerecycleerd en nieuw vouwkarton naar droge (pasta) voedingsmiddelen (zie Tabel 3). Vanuit nieuw papier bleek de migratie naar pasta beperkt en vanuit gerecycleerd papier aanzienlijk hoger, zoals verwacht mag worden ophoping van drukinkten.

Tabel 3: Resultaten van migratietesten van gerecycleerd en nieuw papier [Barp 2015-1, 2015-2].

	Vouwkarton gemaakt van OPK		Vouwkarton gemaakt van nieuwe vezels
	Semolina pasta MOSH/MOAH (mg/kg)	Ei pasta MOSH/MOAH (mg/kg)	MOSH/MOAH (mg/kg)
Vouwkarton voor verpakken	388 / 90	388 / 90	21,5 / ND
Pasta voor verpakken	0,8 / ND	0,5 / ND	ND / ND
Hoogste concentratie in pasta na verpakken	3,6 / 0,6	14,5 / 2,1	0,7 / ND

ND = niet detecteerbaar

De aanwezigheid van MOSH/MOAH in voedingsmiddelen is derhalve zowel afhankelijk van de bron van het verpakkingsmateriaal als van het type voedingsmiddel. Op dit moment is de informatie te beperkt om een generieke uitspraak te kunnen doen over de bijdrage van minerale oliën in voedingsmiddelen via gerecycleerd papier en karton.

3.4.7 (Geschatte) blootstelling aan MOSH en MOAH

Op basis van het voorgaande is het duidelijk dat burgers via meerdere routes blootgesteld wordt aan minerale oliën waaronder via voeding. De gemiddelde blootstelling aan MOSH via voeding is berekend op 0,03 tot 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag [EFSA 2012]. De EFSA heeft geen onderzoek verricht naar de blootstelling aan MOAH via minerale oliën in voeding. Industriële kwaliteit oliën bevat tussen de 15 en 35% MOAH wat geminimaliseerd is in geraffineerde oliën die bewust gebruikt worden voor voeding (*white oils*), bv als additief of proceshulpstof. De EFSA houdt daarom rekening met een gemiddelde blootstelling aan MOAH die 20% van de MOSH blootstelling zou kunnen zijn, wat overeenkomt met 0,06 mg/kg lichaamsgewicht per dag wanneer uitgegaan wordt van de hoogste dagelijkse blootstelling [EFSA, 2012]. Incidenteel kan hoge blootstelling aan MOSH via voeding plaatsvinden als gevolg van het gebruik van met name gezuiverde minerale oliën (*white oils*) als voedingsadditief of proces hulpstof, tot een blootstelling van 6,4 mg/kg lichaamsgewicht/dag. In dit geval wordt de additionele blootstelling aan MOAH als nihil beschouwd.

De blootstelling aan MOSH via voedingsmiddelen verpakt in gerecycleerd papier en karton, voor specifieke voedingsmiddelen zonder migratie barrière, heeft een bijdrage van 0,005 tot 0,11 mg/kg lichaamsgewicht per dag. In het geval van rijst (hoogst gemeten hoeveelheden MOSH) betreft blootstelling aan MOSH via (verpakt) rijst 34-43% van de totale achtergrond

blootstelling op basis van de P95 blootstellingsgegevens voor de verschillende leeftijdscategorieën (zie Tabel 2). Hierbij dient opgemerkt te worden dat onbekend is wat het aandeel van MOSH en MOAH vanuit het gerecycled papier en karton is, aangezien er meerdere bronnen mogelijk zijn (zie figuur 1).

Op basis van de blootstelling aan MOSH via gerecycleerd papier is de blootstelling aan MOAH in te schatten (20% van de aanwezigheid van MOSH conform inschatting door EFSA). Een gemiddelde MOAH inname via gerecycleerd papier en karton zou derhalve op basis van de blootstelling aan MOSH worden ingeschat in de orde grootte van 20 µg/kg lichaamsgewicht per dag. MOAH zijn gealkyleerde aromatische koolwaterstoffen met 1 tot 4 ringen [Volmer 2011] en overlappen qua molecuulstructuur met polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK, 2 tot >6 ringen zonder alkylgroepen) [EFSA, 2012].

Zowel MOAH als PAK zijn verzamelingen van verdachte genotoxisch carcinogene verbindingen. Voor genotoxisch carcinogene verbindingen wordt in de risicobeoordeling geen onderscheid gemaakt in potentie en geldt in principe dat deze niet tot zo beperkt mogelijk aanwezig mogen zijn in voeding (ALARA principe). Blootstelling aan PAK via voeding is onvermijdelijk aangezien deze als gevolg van milieu contaminanten van verbrandingsmotoren wijd verbreid in het milieu voorkomen. Blootstelling aan PAK via voeding binnen de EU is berekend op 0,029 tot 0,051 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor respectievelijk gemiddelde tot hoge blootstelling aan de 8 belangrijkste PAK (PAK8). Ter vergelijking, voor blootstelling aan PAK8 via de lucht en drinkwater is dit ca. 0,006 µg/kg lichaamsgewicht/dag [EFSA 2008].

De berekende blootstelling aan MOAH via gerecycleerd papier en karton (20 µg/kg lichaamsgewicht/dag) is significant hoger dan de gezamenlijke achtergrond blootstelling via voeding, lucht en drinkwater voor de belangrijkste 8 PAK (0,035-0,057 µg/kg lichaamsgewicht/dag). Ondanks dat MOAH op basis van de structuur deels overlappen met PAK en in die zin er niet direct vergeleken kunnen worden, is dit relevante informatie aangezien overige MOAH verbindingen ook mogelijk genotoxisch carcinogeen zijn. Aangezien zowel MOAH als PAK verdacht genotoxisch carcinogeen zijn, zou waar mogelijk een reductie van blootstelling aan MOAH moeten worden nagestreefd.

Samenvattend kan geconcludeerd worden dat minerale olie residuen als gevolg van migratie uit verpakkingen gemaakt van OPK een potentieel belangrijke bron van MOSH en MOAH in voeding is. De kwantitatieve blootstelling via deze route kan op basis van de huidige stand van kennis onvoldoende vastgesteld worden. Aanbevolen wordt om hier specifiek monitoringsonderzoek naar te doen. MOAH zijn potentieel genotoxische verbindingen die niet tot zo beperkt mogelijk in voeding aanwezig mogen zijn vanwege de intrinsieke toxiciteit (zie paragraaf 3.7).

3.5 Toxicologische ernst van minerale olie

Het gebruik van minerale olie in o.a. drukinkten zorgt voor de aanwezigheid van minerale oliën in oud-papier en karton en (gerecycleerde) verpakkingsmaterialen. Minerale olie is een van de belangrijkste contaminanten in gerecycled oud papier en karton. De gezondheidkundige relevantie als gevolg van de aanwezigheid van MOSH uit minerale oliën als belangrijke migrant uit gerecycleerd papier en karton is in discussie met name betreffende relevantie van geobserveerde effecten in ratten voor de mens. Daarnaast is er zorg over de aanwezigheid van MOAH vanuit minder gezuiverde minerale oliën welke verdacht mutageen en carcinogeen zijn. Onderstaand wordt nader ingegaan op de risico's van blootstelling aan MOSH en MOAH als belangrijke contaminanten in oud papier en karton.

3.5.1 Toxiciteit MOSH

TNO heeft een literatuurevaluatie uitgevoerd, waarbij er geen recente toxicologische overzichtsartikelen van minerale oliën gevonden werden (Scopus vanaf 2005). Wel werd er een overzichtsartikel gevonden over vluchtigere petroleum destillaten (*white spirits*) uit 2008. De auteurs concluderen dat deze destillaten een lage orde acute toxiciteit kennen en niet leiden tot toxicologisch relevante systemische effecten [Amoruso 2008]. Echter, in dit overzichtsartikel is voornamelijk gekeken naar de blootstelling door inademing, en is er slechts 1 studie in ratten bij 13 weken blootstelling beschreven na orale inname van C₁₀-C₁₆ mixed alkanen in plaats van de grotere MOSH (C₁₈-C₂₃) in minerale oliën. De relevantie van dit review artikel voor de orale route van blootstelling is derhalve beperkt.

In 2011 kwam het Duitse federale instituut voor risicobeoordeling tot de conclusie dat verzadigde minerale oliën met ketenlengtes decaan tot hexadecaan (C₁₀-C₁₆) (vrij van MOAH) niet accumuleren in het menselijke lichaam. Bovendien stelden zij hiervoor een voorlopige blootstellingslimiet vast van 12 mg/persoon/dag (niet naar leeftijdsgroep opgesplitst) [Biedermann 2013-2, BFR 2011]. De minerale oliën in drukinkten bevatten echter voornamelijk de zwaardere MOSH van octadecaan tot tricosaan (C₁₈-C₂₃)⁵ en vaak ook nog 15-35% MOAH in industriële kwaliteit minerale oliën [Biedermann 2011-1]. Gezuiverde minerale oliën (*white mineral oils*) bevatten daarentegen nauwelijks nog MOAH.

De Europese Voedselveiligheidsautoriteit (EFSA) publiceerde in 2012 een wetenschappelijke opinie over de beschikbare toxicologische informatie betreffende minerale oliën in levensmiddelen en concludeerde dat er reden was tot zorg (*potential concern*) ten aanzien van de huidige blootstelling. Bovendien werd geconcludeerd dat de migratie vanuit (gerecycleerd) papier en karton naar verpakte levensmiddelen significant bijdraagt aan de totale blootstelling vanwege

⁵ Deze zwaardere minerale oliën zullen langzamer migreren. Desalniettemin kan de migratie plaatsvinden wat na consumptie kan leiden tot accumulatie.

de aanwezigheid van minerale oliën in inkt gebruikt voor bedrukken van verpakkingsmiddelen. Over de toxiciteit van MOSH schrijft de EFSA dat accumulatie van MOSH en de vorming van microgranulomen in diverse organen (milt, lever en lymfe-knopen) ook in de mens is waargenomen.

Microgranulomen in de lever zijn geassocieerd met ontstekingsreacties in Fischer 344 ratten, maar niet in Sprague Dawley ratten⁶ en worden daarom beschouwd als het belangrijkste toxische effect. Het niveau waarbij geen negatieve effecten (vorming van microgranuloma) werden waargenomen voor het meest potente MOSH was 19 mg per kg lichaamsgewicht per dag, welk niveau gebruikt is door de EFSA als referentiepunt voor het berekenen van de blootstellingsmarge (margin of exposure; MOE⁷). Opgemerkt wordt dat microgranulomen zonder ontstekingsreacties of necrose door de EFSA niet worden beschouwd als een toxicologisch relevant effect.

Hoewel in Fischer 344 ratten MOSH gerelateerde microgranulomen met geassocieerde ontstekingsreacties zijn waargenomen, zijn gevonden microgranulomen in de mens niet geassocieerd met ontstekingsreacties. Desalniettemin wordt het referentiepunt van 19 mg per kg lichaamsgewicht per dag door de EFSA gebruikt als uitgangspunt voor de risicobeoordeling van MOSH.

De berekende blootstellingsmarge (MOE) tussen 19 mg/kg lichaamsgewicht/dag (referentiepunt EFSA voor effect) en de blootstelling aan MOSH via voeding is een factor 59 tot 680. Dit wordt beschouwd als onvoldoende veilig aangezien er minimaal een blootstellingsmarge (factor) van 100 moet zijn [EFSA 2012].

3.5.2 *Accumulatie van MOSH*

Barp (2014, 2017) en Biedermann (2015) onderzochten de accumulatie van MOSH via analyses in autopsie materiaal van de mens. Opgemerkt wordt dat pathologie geen onderdeel van het onderzoek was waardoor eventuele aanwezigheid van microgranuloma niet kon worden vastgesteld. Barp (2014) herbevestigde de accumulatie van MOSH (MOAH zijn niet bepaald in de metingen) in verschillende organen van mensen in autopsie materiaal. Biedermann (2015) beschreef de karakteristieken van deze geaccumuleerde MOSH in het autopsie materiaal, en constateerde dat de MOSH samenstelling in vet en lymfe knopen overeenkomen, maar verschillen vertoonden ten opzichte van MOSH in lever en milt. Een relatie naar de blootstelling aan MOSH kon echter niet gemaakt worden aangezien het om autopsie materiaal gaat. Wel werd

⁶ Proefdierstudies: om de veiligheid van stoffen te onderzoeken, worden de effecten van stoffen onderzocht in proefdieren, veelal ratten en muizen. Hierna vertaald men de resultaten naar de mens waarbij rekening gehouden wordt met verschillen tussen mens en proefdier en verschillen binnen de soort. Hier wordt vaak een factor/marge 100 voor gehanteerd.

⁷ MOE is de marge tussen de humane blootstelling en het niveau waarop effecten optreden (vaak bij proefdieren). De MOE dient voldoende groot te zijn om een situatie als veilig te beoordelen

geconstateerd dat er in de mens een hogere MOSH accumulatie optreedt dan op basis van dier experimenteel onderzoek, in het bijzonder in ratten, verwacht mag worden [Barp 2014, Barp 2017].

Boogaard (2012) concludeerde dat in Fischer 344 ratten een 4 maal hogere opname van lage viscositeit minerale olie in het bloed en lever gevonden werd dan in Sprague-Dawley ratten. De bloed concentraties van minerale koolwaterstof verbindingen (geen effect niveau bij 6 µg/ml in bloed) bleken een afspiegeling van de concentraties daarvan in de lever. Derhalve kunnen bloedconcentraties gebruikt worden als indicator voor mogelijke accumulatie van minerale koolwaterstoffen in de lever. In vrijwilligers blootgesteld aan 1 mg/kg lichaamsgewicht witte minerale olie met lage viscositeit werden geen aantoonbare concentraties in het bloed gevonden. Op basis hiervan stelt Boogaard een zogenoemde acceptabele dagelijkse inname (ADI) van 1 mg per kilogram lichaamsgewicht voor gezuiverde oliën met een lage en medium viscositeit [Boogaard 2012], welke oliën relevant zijn voor deze evaluatie.

3.5.2.1 Microgranulomen

Accumulatie is ongewenst, maar hoeft niet te leiden tot toxische effecten [Barp 2017].

De discussie tussen de toxicologen spitst zich toe op de vraag of de vorming van microgranulomen een fysisch gevolg is van accumulatie in het lichaam met MOSH of een medisch gevolg is van bijvoorbeeld ontstekings- of immuunreacties op de aanwezigheid van MOSH in het lichaam. Kortom of de waargenomen microgranuloomvorming met MOSH ten gevolge van een fysisch of van een toxisch / medisch proces verloopt. Hoewel de EFSA (2012) microgranulomen in de lever van de mens niet associeert met ontstekingsreacties, loopt deze discussie nog en kan deze gevolgen hebben voor een eventuele normstelling door autoriteiten in de toekomst. Mogelijk zal een relatie met interne blootstelling zoals beschreven door Boogaard (2012) uitkomst kunnen bieden voor een toekomstige normstelling.

3.5.3 Toxiciteit MOAH

De gebruikte minerale oliën voor drukinkten zijn vaak van industriële kwaliteit en bevatten naast MOSH tevens 15-35% MOAH, welke verdacht mutageen en carcinogeen (kankerverwekkend) zijn en vormen daarom een reden voor zorg [EFSA 2012].

Zoals eerder gemeld zijn MOAH gealkyleerde aromatische koolwaterstoffen met molecuulstructuren die deels overlappen met PAK [EFSA, 2012]. Zowel MOAH als PAK zijn verdacht genotoxisch carcinogene verbindingen. Veel van de MOAH verbindingen met 3 of meer aromatische ringen en weinig/geen alkylering en heterocyclische analogen kunnen door P450 enzymen geactiveerd worden tot genotoxische carcinogenen [EFSA, 2012]. Van de

carcinogeniteit van MOAH is de informatie te beperkt om een MOE te berekenen aangezien dosis-respons informatie ontbreekt. Van PAK daarentegen is veel informatie bekend.

Voor PAK is een Benchmark Dose Level (BMDL₁₀⁸), als marker voor de inductie van carcinogeniteit, bepaald op 490 µg/kg lichaamsgewicht per dag voor PAK8, waarbij de veilige marge voor blootstelling gesteld is op een factor 10.000. Een marge voor blootstelling (MOE) lager dan 10.000 wordt gezien als een potentieel risico voor consumenten; blootstelling met een mogelijke noodzaak voor risico management acties [EFSA 2008]. De geschatte blootstelling aan MOAH via gerecycleerd papier en karton (20 µg/kg lichaamsgewicht/dag) is significant hoger dan de achtergrond blootstelling via voeding, lucht en drinkwater voor de belangrijkste 8 PAK (0,035 - 0,057 µg/kg lichaamsgewicht/dag). Daarnaast is de berekende marge van MOAH blootstelling vanuit gerecycleerd papier en karton, ten opzichte van de BMDL₁₀ voor PAK8 een factor 25, die onder de marge van 10.000 ligt welke als veilig wordt geacht voor blootstelling aan PAK8. Aangezien de BMDL₁₀ is afgeleid voor PAK8, zou deze voor de MOAH anders kunnen zijn door verschillen in potentie tussen MOAH en PAK. Echter, gelet op de verdacht genotoxische carcinogeniteit van beide groepen stoffen wordt de marge van 25 als onvoldoende beschouwd om de veiligheid als gevolg van MOAH blootstelling via voeding te kunnen borgen.

De aanwezigheid van MOAH in minerale oliën blijft een reden voor zorg gelet op de mutagene en carcinogene potentie van deze groep van stoffen. Blootstelling aan MOAH dient daarom zo laag als redelijkerwijs mogelijk te worden gehouden. In de geëvalueerde literatuur is geen informatie gevonden met betrekking tot mogelijke accumulatie van MOAH in het lichaam.

3.5.4 Risicobeoordeling MOSH en MOAH

Mensen worden op meerdere wijzen blootgesteld aan minerale oliën. De gemiddelde achtergrond blootstelling aan MOSH via voeding is geschat op 0,03 tot 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag [EFSA 2012]. De blootstelling aan MOSH via voedingsmiddelen komt van een breed scala aan bronnen waaronder als additief in de productie van verpakkingsmaterialen, voedingsadditief of proces hulpstof, ingrediënt in bv. kauwgom, gebruik in bestrijdingsmiddelen, gebruik als anti-schuim en -stof middel voor granen, en als (milieu) contaminant. Met name voor contaminanten moet tevens rekening gehouden worden met de aanwezigheid van MOAH welke genotoxisch carcinogene eigenschappen kunnen hebben. MOSH migratie vanuit gerecycleerd oud-papier en karton naar voeding is het hoogste voor kinderen en varieert van 0,04 mg/kg lichaamsgewicht per dag van bakkerij waren, 0,07 mg/kg lichaamsgewicht per dag van ontbijt granen tot

⁸ BMDL₁₀: De 'benchmark dose' (BMD) is een gestandaardiseerd referentiepunt dat bekomen wordt door mathematische modellering van experimentele data uit dierproeven. De BMD schat de dosis die een lage, maar meetbare respons induceert (meestal 5 of 10% incidentie boven de controle). De 'benchmark dose low level' of BMDL is de ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de BMD (Bron: http://www.afsca.be/wetenschappelijkcomite/adviezen/2008/_documents/ADVIES26-2008_NL_DOSSIER2007-09_000.pdf)

0,11 mg/kg lichaamsgewicht per dag van rijst. Voor volwassenen liggen de blootstellingsniveaus ongeveer een factor 2 lager [EFSA 2012].

Vanuit de voeding is de door EFSA [2012] berekende maximale blootstelling aan MOSH vanuit gerecycleerd oud-papier en karton (0,11 mg/kg lichaamsgewicht/dag), vergeleken met de maximale achtergrond blootstelling van 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag weliswaar significant, maar nog ruim onder de ADI van 1 mg per kilogram lichaamsgewicht voor gezuiverde oliën met een lage en medium viscositeit zoals is afgeleid door Boogaard [2012]. Opgemerkt wordt dat deze waarde (nog) niet algemeen geaccepteerd is. Discussies rondom gezondheidskundige relevantie van de waarneming van microgranulomen in de lever van de mens als gevolg van MOSH blootstelling loopt nog en kan gevolgen hebben voor normstelling door autoriteiten in de toekomst. De bijdrage vanuit andere routes van blootstelling aan MOSH is daarbij onbekend.

Op basis van de blootstelling aan MOSH via gerecycleerd papier is een blootstelling aan MOAH te schatten (uitgaande van 20% van de aanwezigheid van MOSH zoals bepaald door de EFSA). Een hoogste MOAH inname via gerecycleerd papier en karton zou derhalve op basis van de blootstelling aan MOSH worden ingeschat in de orde grootte van 0,02 mg/kg lichaamsgewicht per dag. Aangezien MOAH verdacht genotoxisch carcinogenen zijn zou waar mogelijk een reductie van de aanwezigheid van MOAH moeten worden nagestreefd.

Opgemerkt dient te worden dat met de huidige minerale olie-analyses de individuele verbindingen niet worden geïdentificeerd. Het mag verwacht worden dat de toxicologische potentie van de verschillende verbindingen varieert. Aangezien toxicologische informatie over zowel de groep MOAH als de individuele verbindingen schaars is en er met analyses geen onderscheid gemaakt kan worden tussen verbindingen binnen deze groep, is dit een kennishiaat.

Alle informatie overziende is het met name de blootstelling aan MOAH, in minder gezuiverde minerale oliën, die vanuit een gezondheidsperspectief op een zo laag mogelijk niveau moet worden gehouden. Voor zover het om blootstelling aan gezuiverde minerale oliën (met geen/lage concentraties aan MOAH) gaat worden er vooralsnog geen problemen voor de gezondheid voorzien. Om deze reden zou een reductie van met name MOAH contaminatie in voeding moeten worden nagestreefd wat ook betekent een reductie aan blootstelling van MOAH via gerecycleerd papier en karton.

3.6 Wetgeving

De Europese verordening voor voedselcontactmaterialen (EU 1935/2004) heeft als basisprincipe dat verpakkingen de gezondheid van de mens niet in gevaar mogen brengen, geen onaanvaardbare wijziging in de samenstelling van de levensmiddelen mogen veroorzaken en ook

de smaak en geur van de levensmiddelen niet mogen aantasten, zoals verwoord in artikel 3 van deze verordening:

EU 1935/2004, Artikel 3

Materialen en voorwerpen, inclusief actieve en intelligente materialen en voorwerpen, dienen overeenkomstig goede fabricagemethoden te worden vervaardigd, zodat zij bij normaal of te verwachten gebruik geen bestanddelen afgeven aan levensmiddelen in hoeveelheden die:

- a) voor de gezondheid van de mens gevaar kunnen opleveren;
- b) tot een onaanvaardbare wijziging in de samenstelling van de levensmiddelen kunnen leiden, of
- c) tot een aantasting van de organoleptische eigenschappen van de levensmiddelen kunnen leiden.

Voor enkele voedselcontactmaterialen, zoals kunststof, is er geharmoniseerde wetgeving tussen de lidstaten. Hieronder is de essentie hiervan weergegeven. Dit als mogelijk voorbeeld voor toekomstig geharmoniseerde wetgeving voor verpakkingen gemaakt van papier en karton.

Voor kunststof-voedselcontactmaterialen zijn er lijsten met bestanddelen als monomeren en additieven opgesteld, de zogenoemde *substance lists*. Er zijn lijsten voor bestanddelen die zijn toegestaan, beperkt zijn toegestaan of niet zijn toegestaan in voedselcontactmaterialen [JRC website substance list]. Bestanddelen kunnen alleen op deze lijsten terecht komen via een petitieprocedure. De EFSA beoordeelt de petitie aan de hand van onder andere toxicologische criteria en plaatst de bestanddelen op de verschillende lijsten.

Producenten van verpakte levensmiddelen moeten middels migratieonderzoek aantonen dat hun verpakkingen voldoende veilig zijn. Hiervoor zijn standaardtestmethoden ontwikkeld en moet op basis van het soort levensmiddel gekozen worden voor de voorgeschreven soort simulant, contactduur en contacttemperatuur. Hierna moet de totale hoeveelheid gemigreerde stof worden bepaald in het simulant. Vervolgens moet aangetoond worden dat deze totale hoeveelheid gemigreerde stof niet de overall migratielimit (OML) overschrijdt van 60 mg/kg levensmiddel. In het geval er bestanddelen in de verpakking aanwezig zijn waar beperkingen voor gelden, moet aangetoond worden dat deze limieten niet worden overschreden. Dit zijn de specifieke migratielimieten (SML). De waarde van deze SML's wordt door EFSA vastgesteld op basis van toxicologische meetgegevens, blootstellingsdata en analytisch chemische detectielimieten. In het geval er nieuwe inzichten bijkomen kunnen SML's dus door deze autoriteit worden bijgesteld.

Voor verpakkingen gemaakt van papier en karton gelden wel de algemene principes zoals verwoord in de verordening EU 1935/2004, maar er is dus nog geen geharmoniseerde wetgeving met lijsten voor bestanddelen. Wel is er een overzicht gemaakt van de niet-geharmoniseerde wetgeving van de verschillende EU-lidstaten [Simoneau 2016]. Dus verpakkingen gemaakt van papier en karton die voor de Nederlandse markt geproduceerd worden, moeten voldoen aan de

criteria die gesteld zijn in de Nederlandse Warenwet (zie paragraaf 3.6.1); wanneer deze verpakkingen worden geproduceerd voor een ander land in de EU, moeten ze voldoen aan de nationale wetgeving die daar geldt.

Een tweede belangrijke EU verordening over voedselcontactmaterialen is EU 2023/2006. Deze verordening stelt eisen aan de fabricagewijze van verpakkingen voor levensmiddelen, zodanig dat er een kwaliteitsborgingssysteem en een kwaliteitscontrolesysteem wordt geïmplementeerd. Dit betekent allereerst dat de sector een GMP-code moet opstellen en sector-richtlijnen. Verder betekent het in de praktijk voor de productie van verpakkingen van oud-papier dat er in de productieketen verklaringen tussen de producenten worden uitgewisseld waarin staat dat de geleverde producten voldoen aan de wettelijke eisen (*Compliance statements*). In deze verklaringen wordt aangegeven welke grondstoffen er gebruikt zijn, of er tijdens de verwerking reactieproducten ontstaan zijn en of deze grondstoffen en reactieproducten geschikt zijn als voedselcontactmateriaal.

Tenslotte is er nog een specifieke verordening (EU 2016/2235) die gericht is op het reguleren van het gehalte aan bisfenol-A in thermisch papier. Deze verordening stelt dat deze concentratie ten hoogste 0,02 gewichtsprocent mag bedragen.

3.6.1 Warenwet

In Nederland is de voedselcontactmaterialenwetgeving voor niet-geharmoniseerde materialen zoals papier en karton uitgewerkt in de Warenwetregeling verpakkingen en gebruiksartikelen [Warenwet]. In de Annex A, deel A, hoofdstuk 2 worden de eisen die aan papier en karton worden gesteld behandeld.

Relevant voor dit onderwerp is:

- Dat oud-papier is toegestaan als grondstof voor papier- en kartonverpakkingen (paragraaf 1.2.1).
- Dat er wel uitgebreid eisen worden gesteld aan allerlei hulpstoffen en additieven die worden toegepast bij de fabricage van verpakkingen en tussenfabricaten, maar dat er weinig eisen worden gesteld aan de chemicaliën die worden toegepast bij de bedrukking van deze verpakkingen. Onder punt q van paragraaf 1.2.2. worden “inkten” toegelaten, voor zover deze voldoen aan het gestelde in Hoofdstuk XI van de regeling. In dit hoofdstuk zijn echter alleen eisen aan kleurstoffen en pigmenten opgenomen en geen eisen aan hulpstoffen daarbij.
- Voor het gebruik van oplosmiddelen geldt in paragraaf 1.2.2 onder q genoemde algemene restrictie dat gebruik is toegelaten “voor zover het eindproduct blijft voldoen aan het bepaalde in artikel 3, eerste lid, Verordening EU 1935/2004” (dus dat het de gezondheid niet in gevaar brengt).

- In artikel 1.3 worden eisen gesteld aan de totale hoeveelheid migrant en deze eisen zijn afhankelijk of het kartonproduct wel of niet is uitgerust met een watervaste deklaag.
 - In het geval er een deklaag aanwezig is mag de totale migratie niet meer dan 60 mg/kg levensmiddel bedragen (waarbij gecontroleerd moet worden of men de juiste voorgeschreven correctiefactor heeft toegepast om de generieke eis van minder dan 10 mg/dm² verpakkingsoppervlak om te rekenen naar mg/kg levensmiddel)
 - In het geval er geen deklaag aanwezig is mag de totale migratie ook niet meer dan 60 mg/kg levensmiddel bedragen (wederom uitgaande van het gebruik van de juiste voorgeschreven correctiefactor). In het geval dat deze waarde wel wordt overschreden dan geldt dat zowel het in methyleenchloride oplosbare deel als het hierin niet-oplosbare deel van het migrant niet meer dan 60 mg/kg mag bedragen.

Minerale oliën, foto-initiators en weekmakers worden toegepast in bedrukkingen van papier en karton voor alle verpakkingen die niet met voedingsmiddelen in contact komen en voor niet-verpakkingen (kranten, boeken, tijdschriften, etc.). Voor verpakkingen voor levensmiddelen mogen alleen toegelaten stoffen in de bedrukking en de verwerking worden toegepast voor zover deze in direct contact met het voedingsmiddel kunnen komen. Echter door het gemengde hergebruik van voedingsverpakkingen en overige verpakkingen en niet-verpakkingen in het oud-papier-recyclage systeem kan contaminatie van niet-toegelaten stoffen in de verpakkingen optreden.

De enige voorbehouden die worden gemaakt, zijn dat de gezondheid van de mens niet in gevaar wordt gebracht en dat de totale migratiewaarde niet meer dan 60 mg/kg bedraagt (tenzij er geen deklaag aanwezig is en de bovenstaande eisen gelden). Er bestaan geen maximaal toelaatbare concentraties voor MOSH en MOAH in oud-papier in Nederland en Europa en ook geen specifieke migratielimieten voor deze stoffen uit verpakkingen gemaakt van oud-papier. In hoeverre door Foodwatch geteste verpakte levensmiddelen aan de Nederlandse Warenwet / Europese voedselcontactmaterialen verordeningen voldoen, is op basis van haar onderzoek niet te bepalen, aangezien andere migranten dan MOSH en MOAH niet in kaart zijn gebracht en derhalve niet getoetst kan worden of de totale migratiewaarde van 60 mg/kg al dan niet wordt overschreden.

3.6.2 *Recente ontwikkelingen in relevante wetgeving*

Het Duitse federale ministerie van landbouw en voeding (BMEL) heeft in 2017 een bijgestelde conceptrichtlijn geopenbaard waarin er specifieke migratielimieten worden voorgesteld voor MOAH uit verpakkingen gemaakt van oud-papier naar levensmiddelen. Deze bedraagt 0,5 mg/kg voor MOAH gemeten als totale migratiewaarde aan het einde van de houdbaarheid [BMEL 2017] en is gelijk aan de detectielimiet, ook wel *level of detection* (LOD) genaamd.

Aangezien men er rekening mee houdt dat deze detectielimiet zal dalen tot 0,15 mg/kg, wordt een daling van deze voorgestelde SML voor MOAH naar deze waarde voorzien. De eerder voorgestelde specifieke migratielimieten voor MOSH [Lommatzsch 2016] zijn teruggetrokken [BMEL 2017]. Deze conceptringlijn is (nog) niet van kracht.

Op 16 januari 2017 heeft de Europese Commissie aanbeveling 84/2017 uitgevaardigd. Hierin staat dat lidstaten de aanwezigheid van MOSH en MOAH in levensmiddelen moeten gaan monitoren in 2017 en 2018. Het betreft hier de levensmiddelen: dierlijk vet, brood en banketwaren, ontbijtgranen, zoetwaren inclusief chocolade, vis en visproducten, granen voor menselijke consumptie, alsmede de voedselcontactmaterialen gebruikt voor deze levensmiddelen.

3.6.3 Invulling van de wettelijke eisen door de industrie

De Europese papier- en kartonindustrie (CEPI) heeft invulling gegeven aan verordeningen EU 1935/2004 en EU 2023/2006 door een GMP-code op te stellen [CEPI 2010]. Daarin wordt het kwaliteitsbeheersingssysteem beschreven waaraan Europese papier- en kartonindustrieën moeten voldoen.

Aansluitend heeft CEPI in 2012 een sectorrichtlijn uitgevaardigd. Hierin staan door de papierindustrie opstelde concentratie-drempelwaarden voor een drietal zware metalen en een reeks moleculaire verontreinigingen (foto-initiators, weekmakers, bisfenol-A, oplosmiddelen, pentachloorfenol en kleurstoffen) [CEPI 2012]. Minerale oliën worden niet genoemd op deze lijst.

Additioneel is er een aanbeveling van het Duitse instituut voor risicobeheersing over waaruit en waarmee papieren- en kartonnen levensmiddelverpakkingen gemaakt mogen zijn, wat maximale concentraties verontreinigingen mogen zijn en hoe die bepaald moeten worden [BFR 2016]. Ook in dit document worden de minerale oliën niet genoemd.

Betreffende inkt voor gebruik op voedselverpakkingen adviseert de European Printing Ink Association (EuPIA) om 'low-migration and low-odour' inkten te gebruiken die vrij zijn van minerale olie.

Bedrijven die levensmiddelen op de markt zetten die zijn verpakt in verpakkingen gemaakt van papier en karton kunnen conformiteit aan de EU richtlijn 2023/2006 zo goed mogelijk aantonen door te eisen dat die verpakkingen zijn vervaardigd volgens de GMP-code, dat de concentratie-drempelwaarden voor de in de sectorrichtlijn gedefinieerde verontreinigingen worden gerespecteerd en dat er 'low migration' en 'low odour' inkten zijn gebruikt voor de bedrukking. Het resterende verbeterpunt is dat er ook Europees-brede concentratie-drempelwaarden worden gedefinieerd voor MOSH en MOAH, dat dat op wetenschappelijke grondslagen gebeurt en dat die waarden breed worden geaccepteerd. De papierindustrie ondersteunt dit verbeterpunt.

Twee wetenschappers (Pivnenko en Biedermann) bieden hier nog een aanvullende perspectief op. Pivnenko wijst erop dat er in oud-papierfracties reeksen ongewenste chemicaliën voorkomen waarvan onduidelijk is waar ze uiteindelijk terechtkomen. De lijst moleculaire verontreinigingen is aanzienlijk langer dan de lijst die is gedefinieerd in de sectorrichtlijn en waarvoor concentratiedrempelwaarden zijn gedefinieerd⁹. Volgens Biedermann zal, per definitie, de chemische detailsamenstelling van oud-papier nooit volledig bekend zijn. Daarmee kan er dus in zijn optiek niet worden voldaan aan EU 2023/2006. Immers hierin wordt geëist dat elke substantie inclusief zijn verontreinigingen en reactieproducten bekend zijn en systematisch op zijn geschiktheid als onderdeel van voedselcontactmaterialen wordt beoordeeld. Om de analyse van verontreinigingen in oud-papier praktisch uitvoerbaar te maken, moet er een generieke drempelwaarde worden afgesproken (tot welke concentratie verontreinigingen moeten worden geïdentificeerd). Deze generieke drempelwaarde is niet formeel vastgelegd voor verontreinigingen in verpakkingen. Wel is er een drempelwaarde van 10 µg/kg levensmiddel; alle migrerende stoffen die in hogere concentraties migreren, moeten worden geïdentificeerd. Biedermann stelt voor om deze drempelwaarde voor levensmiddelen te vertalen in een detectielimiet van ongeveer 0,1 mg/kg in verpakkingen gemaakt van oud-papier en karton [Biedermann 2013-1]. Chemische analyse kan echter niet alle verontreinigingen identificeren die aanwezig zijn in oud-papier met concentraties van 0,1 mg/kg en meer [Biedermann 2013-1].

3.7 Wetgevende limieten

3.7.1 Migratielimieten voor voedselverpakkingsmaterialen

De toxiciteit van stoffen welke worden toegepast in de productie van voedselverpakkingsmaterialen wordt beoordeeld in opinies door de European Food Safety Authority (EFSA). Voor toegelaten stoffen in de productie van voedselverpakkingsmaterialen wordt een Specifieke Migratie Limiet (SML) vastgesteld, een wettelijke grenswaarde voor migratie vanuit verpakkingsmaterialen. Bij migratie van de stof van het verpakkingsmiddel naar de voeding beneden de SML is er geen gezondheidsrisico te verwachten. Daarnaast is een overschrijding van de SML voor verpakkingsmaterialen wettelijk niet toegestaan. Voor toegelaten stoffen zijn er dus vereisten om te voorkomen dat er een te hoge consumentenblootstelling via verpakkingsmaterialen zal optreden.

Nieuwe kennis van de toxiciteit van een stof kan tot aanpassing van een SML leiden. Als voorbeeld kan genoemd worden dat diverse ftalaten bekend staan als xenoestrogenen (hormoon-verstorende stoffen) [Aurela 1999]. Voor deze stoffen loopt er nog een

⁹ Het gebrek aan kennis over deze verontreinigingen maakt volgens Pivnenko dat zowel de papierindustrie als de afvalbedrijven voorzichtig moeten zijn om niet het complete hergebruikssysteem in gevaar te brengen [Pivnenko 2016-1].

wetenschappelijke discussie in hoeverre lage blootstelling aan xenoestrogenen worden afgedekt door de huidige SML. Vooralsnog gaat men er echter vanuit dat ook voor blootstelling aan xenoestrogenen onder de SML er geen gezondheidseffecten te verwachten zijn.

Daarnaast mag de totale gemigreerde hoeveelheid stoffen de zogenoemde overall migratielimiet (OML) niet overschrijden. Deze is in Europa op 60 mg/kg levensmiddel gesteld, zie ook paragraaf 3.6.

3.7.2 *Niet bewust toegevoegde stoffen (o.a. minerale olie)*

Voor stoffen die niet als zodanig zijn toegelaten voor productie van verpakkingsmaterialen en waarvoor geen SML beschikbaar is, ligt dat mogelijk anders. Voedselverpakkingsmateriaal kan ‘niet-bewust toegevoegde stoffen’ (NIAS; Non-Intentionally Added Substances) bevatten welke bijvoorbeeld als onzuiverheid aanwezig zijn geweest in (toegelaten) stoffen die gebruikt zijn voor de productie van het verpakkingsmateriaal. Daarnaast kunnen ook onbekende reactieproducten aanwezig zijn [Leeman 2015]. Gelet op de bronnen van oud-papier en karton kunnen vele andere verbindingen en contaminanten aanwezig zijn geweest die als residu in het gerecycleerde papier en karton worden geïntroduceerd. De verwachting is dat er meer NIAS door OPK in het papiersysteem worden geïntroduceerd dan vanuit de chemicaliën die toegevoegd worden bij het recyclingproces. De EFSA heeft in een opinie laten weten dat er meer aandacht voor NIAS in voedselcontact materialen moet komen en geeft daarbij ook richtlijnen voor de evaluatie daarvan [EFSA 2016].

Ondanks dat er bij het opstellen van de wetgeving geen rekening is gehouden met de aanwezigheid van NIAS in verpakkingen, is het goed te realiseren dat de EU verordening 2023/2006, betreffende ‘goede fabricagemethoden voor materialen en voorwerpen bestemd om met levensmiddelen in contact te komen’, in de definitie voor goede fabricagemethoden o.a. aangeeft dat ‘...zij geen gevaar voor de gezondheid van de mens opleveren...’, wat ook voor eventueel aanwezige NIAS zal gelden.

Verpakkingsmaterialen dienen derhalve zowel voor toegelaten stoffen als voor NIAS geen gevaar voor de gezondheid van de mens te geven hetgeen ook voor verpakkingen gemaakt van gerecycleerd oud-papier en karton geldt.

Er zijn enkele toxicologische studies verricht naar contaminanten die aanwezig zijn in oud-papier en karton. In 2002 onderzocht Binderup de samenstelling en toxicologische aspecten van extracten gemaakt van Deens papier en oud-papier. De extracten bleken cytotoxisch en niet mutageen. Over de oestrogene activiteit kon geen uitspraak worden gedaan [Binderup 2002]. In 2004 onderzocht Ozaki de samenstelling van extracten van Japans oud-papier en vond bisphenol-derivaten, fungicides, etc. De hoeveelheid ongewenste chemicaliën die uit oud-papier kon worden geëxtraheerd was veel groter (10 keer) dan die uit papier van verse houtvezels. Voor

beide soorten papier (gemaakt van oud-papier of verse houtvezel) werden genotoxische responses in het testsysteem waargenomen, maar een duidelijke relatie met de samenstelling van de extracten was er niet [Ozaki 2004]. Tevens is de relevantie voor de veiligheid van het product onduidelijk.

Het EU project Biosafepaper had meerdere doelstellingen. De nadruk lag op het ontwikkelen van een geaccepteerde testmethode voor microbiologische verontreiniging van papier en karton. Daarnaast heeft men sinds 2001 geprobeerd om de toxiciteit van oud-papier-extracten met *in-vitro* biotesten te beoordelen [Bradley 2008]. Enkele alcoholische extracten lieten cytotoxiciteit en genotoxiciteit zien, maar de resultaten konden niet in verband worden gebracht met bepaalde aanwezige verbindingen. Ondanks meer dan tien jaar onderzoek heeft dit geen helder resultaat opgeleverd [BFR 2011].

3.8 Mogelijke oplossingen

De migratie van minerale oliën en andere moleculaire verontreinigingen uit verpakkingen gemaakt van oud-papier naar levensmiddelen kan op veel verschillende manieren worden vertraagd, beperkt en tegengegaan. Van deze mogelijke oplossingen is ook veel wetenschappelijke literatuur beschikbaar. Deze kennis zal hieronder puntsgewijs worden samengevat, inclusief algemene en praktische bezwaren. De nadruk zal liggen op de minerale oliën en zo nu en dan zal een voorbeeld van een andere categorie verontreiniging worden genoemd.

1. **Verbod op of zelf opgelegde restrictie ten aanzien van** het gebruik van ongewenste chemicaliën in papier- en kartonproducten die gescheiden worden ingezameld met oud-papier.
 - a. Zal op Europees niveau moeten worden uitgevoerd vanwege de handelsbelemmeringen die dit mogelijk zou opwerpen tussen lidstaten.
 - b. Effectiviteit van een verbod of restrictie is beperkt vanwege het internationale karakter van handelsstromen. Veel artikelen komen uit andere werelddelen in kartonnen dozen en deze dozen worden in het Nederlandse (Europese) hergebruikstelsel opgenomen.
 - c. Mogelijk zijn er technische beperkingen bij bepaalde toepassingen als thermisch papier en bedrukkingsprocessen waar er niet in alle gevallen een niet-ongewenst alternatief voor handen zal zijn. Desalniettemin zal elk verbod wel direct en structureel bijdragen aan een vermindering van het probleem.
 - d. Aangezien kranten en tijdschriften een relatief grote bijdrage aan de minerale oliën leveren, is elke reductie die daar kan worden gerealiseerd wenselijk. Ervaringen in Japan leren dat de gebruikte hoeveelheden MOSH aanzienlijk gereduceerd kunnen worden en deels vervangen kunnen worden door onverdachte vetzuurmethylesters (het is in Japan mogelijk om kranten te drukken met 9 keer minder MOSH dan in Zwitserland) [Biedermann 2011-2].

- e. Recente analyses van Engels papier- en karton laten zien dat ongewenste foto-initiators als ITX en 4-methylbenzofenon niet meer worden teruggevonden. Hieruit blijkt dat de eerdere oproep aan de industrie om deze uit te faseren heeft gewerkt. Wel werd er een reeks andere initiators teruggevonden (o.a. benzofenon, ethyl-4-dimethylaminobenzoaat, etc.) maar deze werden minder bezwaarlijk geacht [Bradley 2103].
- f. Uit een Deense materiaalstroom-analyse blijkt dat dit een van de meest effectieve maatregelen is, maar het duurt wel 20-30 jaar alvorens de meer dan 95% reductie in ongewenste chemicaliën is bereikt [Pivnenko 2016-2].

2. **Opsplitsing gescheiden inzamelsystemen of invoering verplichte sortering.** Doel hierbij is dat oud-papier met een relatief hoge belasting aan ongewenste chemicaliën zoals kranten en tijdschriften apart te houden of apart te sorteren van oud-papier met een lage belasting aan chemicaliën.

- a. Het lijkt niet waarschijnlijk dat burgers graag meewerken met de invoering van een additioneel gescheiden inzamelsysteem. Bovendien is de vraag of zij in voldoende mate onderscheid kunnen maken tussen de twee papiersoorten.
- b. Ongeveer 35% van het oud-papier wordt ingezameld bij burgers, de rest komt van kantoren, bedrijven, winkels, etc. Bedrijfsmatig ingezameld oud-papier is vaak een aparte stroom materiaal.
- c. Sorteren van oud-papier in kartonsoorten en papiersoorten volgens EN643 is verplicht in de EU en geassocieerde landen [CEPI EN 643]. De vraag is of het onderscheid in concentraties minerale oliën tussen de verschillende fracties voldoende groot zal zijn om al deze moeite te verantwoorden. Aangezien er in alle OPK-fracties minerale oliën voorkomen [Biedermann 2010, Biedermann 2011-2, Vollmer 2011] lijkt dit weinig waarschijnlijk. Daarnaast is de vraag wat er dan met de relatief hoog-belaste fractie kranten en tijdschriften moet gebeuren. Zou dit materiaal dan selectief voor non-food verpakkingen moeten worden gebruikt of als afval moeten worden verbrand? Hierbij kan men zich afvragen of dit te organiseren is en of dit wenselijk is.
- d. Uit een Deense massastroom-analyse blijkt dat het invoeren van een gescheiden inzamelsysteem voor kranten en folders een weinig effectieve maatregel is en dat het leidt tot beperkte reducties in ongewenste chemicaliën van 3% ftalaat, 9% Bisphenol-A en 13% MOSH binnen 5 jaar tijd [Pivnenko 2016-2].

3. **Verwijderen ongewenste chemicaliën** tijdens het recyclageproces.

- a. Ontinkten (ook wel ont-assen genoemd) is een standaardproces dat in papierproductieprocessen wordt toegepast om inktresten en vulstoffen uit de pulp af te scheiden middels flotatietechnologie. Volgens het Duitse BMLEV rapport neemt de concentratie ongewenste chemicaliën in het papier wel af, maar is de mate waarin dat gebeurt slechts 10-30%, sterk variërend en daarmee onvoldoende om het probleem op te lossen [Hoofdstuk 6.2 BMLEV rapport]. Uit een e-mail-wisseling met onderzoeker Alain Lascar van het Franse

- onderzoeksinstituut CTP blijkt dat het mogelijk is om meer verontreinigingen uit oud-papier af te scheiden, maar dat de kosten dan oplopen.¹⁰ In 2015 rapporteerden Kroatische onderzoekers afscheidings-rendementen van 60-80% voor MOSH en MOAH met zowel klassieke flotatie-technologie als een nieuwe adsorptietechnologie [Jamnicki 2015].
- b. Uit een Deense materiaalstroom-analyse blijkt dat ontinkten al relatief snel (binnen 5 jaar) een forse vermindering in de concentraties ongewenste chemicaliën in oud-papier kan bewerkstelligen. De uiteindelijke reductie is echter wel minder groot dan bij een verbod [Pivnenko 2016-2]. Ontinkten leidt tot reducties in ongewenste chemicaliën van 46% ftalaat, 80% MOSH en 9 % Bisfenol-A na 20 jaar tijd [Pivnenko 2016-2].

NB: TNO werkt momenteel in opdracht van het KIDV/TiFN aan een verkennend onderzoek waarin de potentie wordt verkend van methoden om minerale olie tijdens het recyclageproces te verwijderen. De potentie van afvangers (zie punt 7) wordt hierin ook meegenomen. In het onderzoek wordt gefocuseerd op productveiligheid, maar daarnaast wordt het duurzaamheids- en haalbaarheidsaspect integraal in beschouwing genomen. De potentie van maatregelen tijdens het recyclageproces zal worden vergeleken met het gebruik van schonere inkt in de OPK keten.

4. Gebruik van **nieuwe papiervezel** voor levensmiddelverpakkingen.
 - a. Aangezien moleculaire verontreinigingen niet alleen uit primaire verpakkingen, maar ook uit secundaire verpakkingen en naburige verpakkingen vervluchtigen, is het gebruik van **nieuwe papiervezel** voor levensmiddelverpakkingen geen afdoende oplossing [Biedermann 2011-1, Ewender 2013]. Het Foodwatch-rapport heeft dit herbevestigd; ongewenste chemicaliën uit oud-papier werden in levensmiddelen aangetroffen die in primaire verpakkingen van nieuwe papiervezel waren verpakt [FoodWatch 2015].
 - b. Daarnaast is dit in strijd met het algemene streven tot meer circulair hergebruik van verpakkingen.
5. Gebruik van een **kunststof binnenzak**.
 - a. Alleen binnenzakken die een functionele barrière vormen, houden de migratie van ongewenste chemicaliën uit verpakkingen van oud-papier in voldoende mate tegen. Binnenzakken met PET, PA, EVOH of aluminium vormen een functionele barrière voor deze ongewenste chemicaliën; meer gangbare binnenzakken van PE, PP of gemetalliseerde PP-folie doen dat niet. [Richter 2014, Ewender 2015] Uiteraard moet er voor worden gewaakt dat de zak volledig gesloten is.
 - b. Onderzoek in Duitsland wees uit dat slechts een minderheid van de gebruikte binnenzakken een voldoende goede barrière vormden [Richter 2014]. Verder wees dit onderzoek uit dat niet alle PET en PA laminaten een voldoende goede barrière vormden.

¹⁰ E-mail wisseling tussen Michiel Adriaanse van KCPK en Alain Lascar 5 februari 2016.

6. Gebruik **functionele barrières als liners** aan de binnenzijde van kartonverpakkingen.
 - a. Mits de liners van een functioneel barrièremateriaal zijn en volledig gesloten zijn, functioneert deze oplossing [Ewender 2013, Biedermann-Brem 2014, Lommatszsch 2016]. Een belangrijk aandachtspunt is dan wel de recycleerbaarheid van het totale construct. De kartonindustrie werkt vooral met polyethyleen als liner en dit materiaal kan eenvoudig worden afgescheiden van de pulp, omdat de dichtheid van PE lager is dan van water en dus gemakkelijk afgescheept kan worden. PE vormt echter geen barrière tegen MOSH en MOAH [Ewender 2013]. Liners die op PET, PA of Aluminium zijn gebaseerd drijven niet op papierpulp en kunnen dus ook niet eenvoudig worden afgescheiden. Waarschijnlijk kunnen deze verpakkingen wel worden verpulpt in installaties die drankenkartons verpulpen. Dit betekent dat of de hele papierrecyclingindustrie moet worden omgebouwd naar het gebruik van andere verpulpers of dat er een sorteerstap moet worden ingebouwd in de papierrecyclage-keten of dat er een gescheiden inzamelsysteem voor deze verpakkingen zou moeten worden opgezet.
 - b. Een alternatieve route vormen biopolymere liners die in water oplossen tijdens het verpulpen. Guazzotti heeft dit concept getest met zetmeel en zetmeelderivaten [Guazzotti 2014 en 2015]. Inderdaad bleek uit laboratoriumproeven dat de zetmeel-coating de migratie beperkt kan vertragen. De vraag is of een uitontwikkelde bio-polymere liner wel de gewenste barrière-eigenschap zal bezitten. Uiteraard zullen wateroplosbare liners alleen een oplossing kunnen zijn voor droge kruidenierswaren. Daarnaast blijkt uit de industriële praktijk dat wateroplosbare coatings problemen kunnen opleveren in het papierproductieproces en zelfs kunnen leiden tot breuken op de papierbaan [volgens A. Westenbroek, namens PRN]
 - c. Een belangrijk punt van aandacht bij het gebruik van liners als functionele barrières is dat de constructie van de verpakking dusdanig is dat er geen lekkages zijn waarlangs de ongewenste chemicaliën kunnen migreren. Dit is niet eenvoudig, maar volgens producent Walki is dit wel gelukt.¹¹

7. Gebruik van **afvangens** in het oud-papier
 - a. Smurfit-Kappa heeft een alternatief systeem ontwikkeld, waarbij er afvangens door de oud-papier vezels worden gemengd die de ongewenste chemicaliën binden. Volgens dhr. Cadonau is dit nieuwe systeem uitgebreid getest. De migratie uit het oud-papier naar levensmiddelen was nauwelijks meer meetbaar. Er is dus geen aanvullende barrière meer nodig. Ook het verpulpen van het karton verliep prima. Een groot gedeelte van de afvangens werd afgevoerd in het papierslib (dit is een reguliere afvalstroom bij het papierproductieproces).¹²
 - b. Een recente studie laat zien dat deze absorbers inderdaad goed functioneren en de migratie van MOSH en MOAH naar droge levensmiddelen bij 1 jarige opslag zeer gering wordt

¹¹ Informatie uit een e-mailbericht van de heer Stefan Erdmann, Walki Steinfürth (D).

¹² Informatie uit een telefonisch gesprek met de heer Fulvio Cadonau van Smurfit-Kappa Gernsbach Duitsland en nagestuurde e-mailberichten.

(<1%). Daarmee bleken deze afvangers betrouwbaarder dan de meeste barrière-liners (PET, EVOH en acrylaat) die in deze studie werden getest [Lommatzsch 2016].

4 Belangrijkste bevindingen

Uit het gepresenteerde literatuuroverzicht van de wetenschappelijke kennis op het gebied van migranten uit verpakkingen gemaakt van OPK blijkt dat:

1. De migratie van moleculaire verontreinigingen uit verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton naar levensmiddelen uitgebreid onderzocht is door wetenschappers en industriële praktijkonderzoekers.
2. De belangrijkste migranten MOSH (verzadigde koolwaterstoffen uit minerale oliën), MOAH (aromatische koolwaterstoffen uit minerale oliën), weekmakers, foto-initiators en oplosmiddelen zijn.
3. De analyse van minerale oliën in levensmiddelen en verpakkingen lastig is. Diverse wetenschappers en enkele analysebureaus voeren metingen uit, maar deze methoden zijn nog niet gestandaardiseerd en genormeerd. Er moeten nog problemen worden overwonnen met de monstervoorbereiding en het juist uitsluiten van 'vals positieven'.
4. De oorsprong van de meest voorkomende migranten (MOSH en MOAH) drukinkt is, maar ook lijm en proces contaminanten. Vooral drukinkt gebruikt voor kranten, tijdschriften, folders, decoratiemateriaal, thermisch papier maar ook drukinkt gebruikt voor de bedrukking van levensmiddel-verpakkingen dragen bij aan MOSH en MOAH in voeding.
5. Er meerdere blootstellingsroutes zijn. MOSH en MOAH kunnen zowel direct uit voeding, uit de verpakking via de voeding, uit het milieu en uit andere toepassingen als lichaamsverzorging en geneesmiddelen in mensen terechtkomen. De kwantitatieve en relatieve bijdrage van de verschillende bronnen van minerale olie in voeding is grotendeels onbekend. Daarnaast kon in de openbare literatuur geen kwantitatieve informatie van de blootstelling aan MOSH en/of MOAH anders dan via voeding worden gevonden, hetgeen een kennishiaat voor de totale blootstelling aan MOSH en MOAH is.
6. De gemiddelde blootstelling aan MOSH via voeding berekend is op 0,03 tot 0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag waarbij piekblootstellingen tot 6,4 mg/kg lichaamsgewicht kunnen voorkomen. Voor de inname van MOSH uit voeding verpakt in verpakkingsmaterialen gemaakt van gerecycleerd papier en karton heeft de EFSA een inschatting van de blootstelling gerapporteerd. Deze blootstelling, voor specifieke voedingsmiddelen zonder migratie barrière, geeft volgens de EFSA een blootstelling van 0,005 tot 0,11 mg MOSH/kg lichaamsgewicht per dag. In het geval van (verpakt) rijst (hoogst gemeten hoeveelheden MOSH) betreft blootstelling aan MOSH via rijst 34-43% van de totale achtergrond-blootstelling aan MOSH via voeding. Wat het aandeel van MOSH blootstelling uit het verpakkingsmateriaal is en wat de herkomst is van de overige MOSH in voeding is, blijft echter onduidelijk. Daarnaast is de totale blootstelling aan MOSH via alle routes van blootstelling onbekend en derhalve een kennishiaat.
7. MOSH accumuleren in het menselijk lichaam en daarbij microgranulomen kunnen induceren. In Fischer ratten worden bij microgranulomen ontstekingsreacties

waargenomen terwijl dit in de mens niet is waargenomen. Het is daarom nu nog onbekend of de vorming van deze microgranulomen een fysisch gevolg is van accumulatie in het lichaam of een medisch/toxicologisch gevolg van bijvoorbeeld ontstekings- of immuunreacties als gevolg van de aanwezigheid van MOSH in het lichaam. Door het ontbreken van consensus over de interpretatie van de toxicologische data is er nog geen sluitende toxicologische beoordeling mogelijk. De EFSA concludeert dat er reden is voor zorg gezien de kleine blootstellingsmarge wanneer uitgegaan wordt van microgranulomen als relevant toxicologisch effect. In een andere publicatie is een zogenaamde “acceptabele” dagelijkse inname van 1 mg/kg lichaamsgewicht/dag afgeleid op basis van een studie bij vrijwilligers waarbij deze blootstelling niet tot detecteerbare hoeveelheden in het bloed leidt. De huidig berekende gemiddelde blootstelling aan MOSH (0,03-0,3 mg/kg lichaamsgewicht per dag) ligt onder deze waarde wat impliceert dat deze inname geen risico is. Deze waarde is echter (nog) niet algemeen geaccepteerd.

8. Blootstelling aan MOAH via voeding tot op heden niet in kaart is gebracht wat een kennishiaat is, maar EFSA schat dat 20% van minerale olie uit MOAH bestaat. De blootstelling aan MOAH via gerecycleerd papier en karton wordt door de EFSA geschat op ca. 20 µg/kg lichaamsgewicht/dag, welke inname significant hoger is dan de blootstelling aan structuurverwante PAK (0,035 - 0,057 µg/kg lichaamsgewicht per dag), welke als milieu-contaminant in voeding, water en lucht aanwezig zijn en ook onderdeel uitmaken van de MOAH in minerale oliën.
9. Opgemerkt dient te worden dat met de huidige minerale olie-analyses de individuele verbindingen niet worden geïdentificeerd. Het mag verwacht worden dat de toxicologische potentie van de verschillende verbindingen varieert. Aangezien toxicologische informatie over zowel de groep MOAH als de individuele verbindingen schaars is en er met analyses geen onderscheid gemaakt kan worden tussen verbindingen binnen deze groep, is dit een kennishiaat.
10. Alle informatie overziende is het met name de blootstelling aan MOAH, in minder gezuiverde minerale oliën, die vanuit een gezondheidsperspectief op een zo laag mogelijk niveau moet worden gehouden. Voor zover het om blootstelling aan gezuiverde minerale oliën (met geen/lage concentraties aan MOAH) gaat, worden er vooralsnog geen problemen voor de gezondheid voorzien. Om deze reden zou een reductie van met name MOAH contaminatie in voeding moeten worden nagestreefd wat ook betekent een reductie aan blootstelling van MOAH via gerecycleerd papier en karton
11. De Europese papierindustrie heeft invulling gegeven aan EU 2023/2006 door een sectorrichtlijn en een GMP-code op te stellen. In de sectorrichtlijn staan concentratiedrempelwaarden voor een grote groep relevante moleculaire verontreinigingen die voorkomen in oud-papier, behoudens minerale oliën. Dit laatste is een verbeterpunt. Door in de toekomst ook voor de minerale oliën een drempelwaarde te definiëren kan de kwaliteit van de grondstof oud-papier ook ten aanzien hiervan worden geborgd.

Aanvullend op de bevindingen hiervoor, blijkt dat:

12. De effectiviteit van alle denkbare maatregelen redelijk goed bekend is. Dat er maatregelen te nemen zijn:
 - bij de bron zoals het deels vervangen van MOSH en MOAH in drukinkt door de relatief onverdachte vetzuurmethylesters.
 - bij het papierproductieproces, zoals ontinkten, waardoor er forse hoeveelheden van deze minerale oliën en andere verontreinigingen kunnen worden afgescheiden.
 - op het verpakkingsniveau (barrière binnenzak, barrière liner, afvangers) waardoor de migratie kan worden beperkt.
13. De effectiviteit van drie maatregelen (verbod, gescheiden inzameling en ontinkten) ook door modellering van materiaalstromen geanalyseerd is. Dit Deense onderzoek toont aan dat een verbod op ongewenste verbindingen het grootste effect heeft, het duurt alleen 20-30 jaar om deze reductie te bereiken. Ontinkten geeft binnen 5 jaar al een reductie met 60% en binnen 20 jaar met 80%, alleen dit effect is kleiner dan met een verbod kan worden bereikt. Gescheiden inzameling van kranten en folders van verpakkingen heeft nauwelijks effect.

Tot slot:

TNO werkt momenteel in opdracht van het KIDV/TiFN aan een verkennend onderzoek om de potentie van een aantal maatregelen te beoordelen waarbij de focus ligt op vermindering van minerale olie residuen tijdens het recyclageproces.

5 Discussie

5.1 Aard en omvang van het vraagstuk

Wetgeving

Artikel 3b van de Europese verordening EU 1935/2004 aangaande de voedselveiligheid van voedselcontactmaterialen geeft aan dat verpakkingen geen onaanvaardbare wijziging in de samenstelling van de levensmiddelen mogen veroorzaken. Vast staat dat er moleculaire verontreinigingen uit verpakkingen gemaakt van oud-papier en karton migreren naar levensmiddelen; concrete richtlijnen om invulling te geven aan het genoemde artikel ontbreken vooralsnog. Hierbij is het de vraag of het migreren van minerale oliën, weekmakers en oplosmiddelen uit verpakkingen naar levensmiddelen aanvaardbaar of onaanvaardbaar is.

De concentratie MOSH gevonden in Nederlandse levensmiddelen verpakt in verpakkingen gemaakt van papier en karton bedraagt volgens het FoodWatch onderzoek gemiddeld 7,4 mg/kg levensmiddel. Onbekend is echter of de MOSH afkomstig is van verpakkingen of van een andere bron.

De aanwezigheid van MOSH in Nederlandse levensmiddelen verpakt in verpakkingen gemaakt van papier en karton is niet strijdig met de Nederlandse Warenwet wanneer verondersteld wordt dat de MOSH vanuit de verpakking afkomstig is, zolang de overall migratielimiet van 60 mg/kg gerespecteerd wordt (zie paragraaf 3.6.1). Voor MOAH als potentieel genotoxische verbinding in Nederlandse levensmiddelen geldt daarentegen het ALARA principe. Dus ongeacht de mogelijke bron van MOAH dient men de concentratie MOAH te verminderen zover dat mogelijk is. Voor verontreinigingen als weekmakers en oplosmiddelen heeft de papierindustrie zelf inmiddels een sectorrichtlijn opgesteld met concentratie-grenswaarden, voor minerale oliën is er nog geen consensus over de concentratie-grenswaarden.

Daarnaast is het de vraag in hoeverre het oud-papier recyclagesysteem voldoet aan de eisen gesteld EU verordening 2023/2006 of beter gesteld, überhaupt ooit zou kunnen voldoen aan deze eisen. Oud-papier bevat immers een enorm complexe matrix van schier ontelbaar veel verschillende moleculen; allerlei soorten koolwaterstoffen, papieradditieven, plantensterolen, boom-vetzuren, rosine-derivaten, drukinktderivaten, etc. Helaas is er nog geen formeel vastgestelde drempelwaarde boven welke concentratie verontreinigingen geïdentificeerd en toxicologisch beoordeeld moeten zijn in het verpakkingsmateriaal. Die drempelwaarde is er wel voor levensmiddelen (10 µg/kg levensmiddel), zodat hieruit een dergelijke drempelwaarde voor verpakkingsmiddelen zou kunnen worden afgeleid, maar dat is dus nog niet formeel gebeurd.

Zodoende is het dus goed mogelijk dat er binnen deze ingewikkelde matrix ook ongewenste verbindingen aanwezig zijn, die nu niet worden opgemerkt [Biedermann 2013-1].

Het achterliggende probleem is dat het hergebruikssysteem voor verpakkingen van papier en karton verbonden is met dat van kranten, tijdschriften en folders, waarbij bij het ontwerp van vooral de tweede groep artikelen geen rekening wordt gehouden met een toekomstig hergebruik als voedselcontactmateriaal. Hierbij is bovendien een complicerende factor dat de papier- en kartonindustrie een ingewikkelde, internationale, divergerende¹³ keten is met vele tussenschakels. Deze industrie maakt halffabricaten die gebruikt worden in verschillende eindproducten en eindmarkten. Er zijn voorbeelden bekend waarbij er wel zeven ketenschakels kunnen zitten tussen grondstofleveranciers van kartonplaten en levensmiddelenbedrijven. In die ketens worden *compliance statements* uitgewisseld, zoals geregeld in de GMP code.

Toxicologie - uitdagingen

Er zijn toxicologische onderzoeksvragen naar de ernst van de migranten. Het beoordelen van complexe mengsels waarvan de identiteit van stoffen onbekend is, vormt hierbij een extra uitdaging. Op het niveau van de extracten van oud-papier (complex mengsel) is het hiermee moeilijk om tot conclusies te komen. Zo is er reeds tientallen jaren onderzoek verricht aan extracten van oud-papier zonder dat er een duidelijker antwoord op is gekomen [BFR 2011]. Verder onderzoek, gericht op een nadere chemische analyse van de aanwezige chemicaliën in verpakkingen gemaakt van gerecycleerd papier en karton lijkt weinig zinvol, omdat zelfs met de beste onderzoeksmiddelen hier geen volledig antwoord op te krijgen is [Biedermann 2013-1].

Om de veiligheid van ongeïdentificeerde en onbekende stoffen in voeding te kunnen beoordelen is recentelijk door TNO een methode ontwikkeld welke algemeen geaccepteerde generieke grenswaarden (WHO, EFSA, EU) op basis van de Threshold of Toxicological Concern (TTC) als basis gebruikt om de veiligheid van stoffen met onbekende identiteit te beoordelen.

Dit alternatief, de 'Complex Mixture Safety Assessment Strategy' (CoMSAS), is een strategie waarin analyses gecombineerd worden met TTC die uitgaat van de blootstelling aan migranten in plaats van dat per definitie van elke stof de identiteit en toxiciteit vastgesteld moet worden. CoMSAS is ontwikkeld en gevalideerd voor de beoordeling van de veiligheid van onder meer niet geïdentificeerde stoffen in verpakkingsmaterialen [Rennen 2011, Koster 2014, Leeman 2015]. Opgemerkt dient te worden dat voor het analyseren van groepen van stoffen zoals MOSH en MOAH met CoMSAS, de bekende *state-of-the-art* analyse methoden gebruikt worden¹⁴.

¹³ Dit betekent dat deze producenten gelijktijdig producten maken voor zeer uiteenlopende markten.

¹⁴ Deze methode wordt mede ingezet in het verkennende onderzoek dat momenteel door TNO wordt uitgevoerd naar maatregelen ter reductie van minerale olie. De methode wordt gebruikt om te onderzoeken welke effect de maatregel heeft op de productveiligheid. Met andere methoden zal de duurzaamheid en de haalbaarheid van de maatregelen worden ingeschat.

5.2 Mogelijke antwoorden om problemen op te vangen en te voorkomen

Los van de vraag of levensmiddelen voldoen aan de wet kunnen levensmiddelenproducenten, verpakkingsproducenten en burgers de mening zijn toegedaan dat de aanwezigheid van MOSH en MOAH ongewenst is en niet-passend is bij het product dat zij verkopen of wensen te consumeren. En dat dus alles in het werk moet worden gezet om de migratie van MOSH en MOAH tegen te gaan. De vraag welke oplossing (binnenzak, liner, afvanger) het efficiëntst is voor levensmiddelenproducenten om de migratie van minerale oliën te beheersen kan het beste met praktijkonderzoek worden beantwoord.

Inmiddels zijn er voldoende onafhankelijke wetenschappelijke artikelen beschikbaar [Ewender 2013, Biedermann-Brem 2014, Lommatzsch 2016, Ewender 2016]. In het algemeen blijken de afvangers het meest effectiefst om de migratie van minerale oliën te beheersen en is het bij binnenzakken en liners heel belangrijk dat de doorlaatbaarheid wordt afgestemd op de gewenste houdbaarheid en dat de constructie geen defecten kent [Lommatzsch 2016]. Uiteraard moet het gekozen concept zijn afgestemd op het gebruik van de secundaire verpakking, naburige verpakkingen etc.

De vraag welke maatregel het meest efficiëntst is op maatschappelijk niveau is onderzocht in een Deens onderzoek [Pivnenko 2016-2]. Drie maatregelen werden onderzocht: verbod op gebruik van chemicaliën (minerale oliën, ftalaten en bisfenol-A werden onderzocht), toepassen van barrières en afvangers en gescheiden inzameling van hoog besmette fracties oud-papier. Het verbod is het meest effectief, maar het duurt meerdere decennia voor dat een lage evenwichtsconcentratie aan verontreinigingen in het oud-papier-systeem is ontstaan. Het toepassen van barrières en afvangers geeft direct bescherming, maar de evenwichtsconcentraties verontreinigingen in het oud-papier-systeem blijven op de lange termijn hoger. Het invoeren van een extra gescheiden inzamelsysteem voor bepaalde hoog-belaste fracties oud-papier had het minste effect. Dit onderzoek maakt bovenal duidelijk dat de verwachte responstijd een belangrijke factor bij de politieke afwegingen voor maatregelen. Deze responstijd kan dus groot zijn door het internationale karakter van de oud-papier-keten en de lange verblijftijden in de keten.

TNO voert nu, zoals benoemd, in opdracht van het KIDV/TiFN een verkennend onderzoek uit om de potentie van maatregelen ter reductie of fixatie van minerale olie in de verpakking te onderzoeken. De resultaten van dit onderzoek zullen inzicht verschaffen in de potentie van huidige methoden/ontwikkelingen en hoe dit zich verhoudt ten opzichte van het gebruik van schonere inkten in de OPK keten.

Verwijzingen

Amoruso MA et al. 2008 “Review of the Toxicology of Mineral Spirits”, *International Journal of Toxicology*, 27:97–165, 2008

DOI: 10.1080/10915810701876786

Anderson WAC et al. 2003, “Benzophenone in cartonboard packaging materials and the factors that influence its migration into food” *Food Additives and Contaminants*, June 2003, Vol. 20, No. 6, 607–618

DOI: 10.1080/0265203031000109486

Aurela B et al. 1999, “Phthalates in paper and board packaging and their migration into Tenax and sugar” *Food Additives and Contaminants*, 1999, Vol. 16, No. 12, 571-577

DOI: 10.1080/026520399283713

Barp L et al. 2014, “Mineral oil in human tissues, Part I: Concentrations and molecular mass Distributions”, *Food and Chemical Toxicology* 72 (2014) 312–321

<http://dx.doi.org/10.1016/j.fct.2014.04.029>

Barp L et al. 2015-1, “Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry pasta packaged in direct contact with recycled paperboard” *Food Additives & Contaminants: Part A* (2015), Vol. 32(2), 271-283

Barp L et al. 2015-2, “Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry semolina and egg pasta packed in direct contact with virgin paperboard and polypropylene film”

Food Additives & Contaminants: Part A (2015), Vol. 32(9), 1542-1551

Bartsch N et al. 2016, “Target analysis of polycyclic aromatic hydrocarbons in consumer products and total content of polycyclic aromatic compounds” *POLYCYCLIC AROMATIC COMPOUNDS 2016*

DOI: 10.1080/10406638.2016.1189440

BFR 2011 meeting report 11 April 2011 German Federal Institute for Risk Assessment (BfR), protocol of 7. Sitzung der BfR-Kommission für Bedarfsgegenstände.

http://www.bfr.bund.de/cm/343/7_sitzung_der_bfr_kommission_fuer_bedarfsgegenstaende.pdf

BFR 2016 Empfehlung 36 Papiere Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt, stand 1-7-2016, <https://bfr.ble.de/kse/faces/resources/pdf/360.pdf>

Biedermann M, Grob K 2010, “Is recycled newspaper suitable for food contact materials? Technical grade mineral oils from printing inks” *Eur Food Res Technol* (2010) 230:785–796
DOI 10.1007/s00217-010-1223-9

Biedermann M et al. 2011 1, “Migration of Mineral Oil into Noodles from Recycled Fibres in the Paperboard Box and the Corrugated Board Transport Box as well as from Printing Inks: A Case Study” *Packag. Technol. Sci.* 2011; 24: 281–290
DOI: 10.1002/pts.937

Biedermann M et al. 2011 2, “Mineral Oil Contents in Paper and Board Recycled to Paperboard for Food Packaging” *Packag. Technol. Sci.* 2011; 24: 61–73
DOI: 10.1002/pts.914

Biedermann M et al. 2013 1, “Is comprehensive analysis of potentially relevant migrants from recycled paperboard into foods feasible?” *Journal of Chromatography A*, 1272 (2013) 106-115
<http://dx.doi.org/10.1016/j.chroma.2012.11.073>

Biedermann M et al. 2013 2, “Migration of mineral oil, photoinitiators and plasticisers from recycled paperboard into dry foods: a study under controlled conditions” *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2013 Vol. 30, No. 5, 885–898
<http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2013.786189>

Biedermann-Brem S et al. 2014, “Barriers Against the Migration from Recycled Paperboard into Food: Measuring Efficiency by Surrogate Components” *Packag. Technol. Sci.* 2014; 27: 713–726
DOI: 10.1002/pts.2062

Biedermann M et al. 2015, “Mineral oil in human tissues, Part II: Characterization of the accumulated hydrocarbons by comprehensive two-dimensional gas chromatography” *Science of the Total Environment* 506–507 (2015) 644–655
<http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.07.038>

BMEL 2017, Entwurf der Zweiundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung, Berlin March 7th 2017
http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Ernaehrung/Rueckstaende/MineraloelVO_Entwurf.pdf;jsessionid=CBF0036B2496DBDEB895F90031186C6A.1_cid358?__blob=publicationFile

BMELV 2012, Abschlussbericht zur wissenschaftlichen Studie “Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmittel“
<http://download.ble.de/09HS012.pdf>

Boccacci, MM et al. 1999. "Potential migration of diisopropyl naphthalenes from recycled paperboard packaging into dry foods," *Food Addit.Contam.* 16 (5) 207-213
DOI: 10.1080/026520399284073

Bradley EL et al. 2008 “The BIOSAFEPAPER project for in vitro toxicity assessments: Preparation, detailed chemical characterisation and testing of extracts from paper and board samples” *Food and Chemical Toxicology* 46 (2008) 2498–2509
DOI:10.1016/j.fct.2008.04.017

Bradley et al. 2013 “Printing ink compounds in foods: UK survey results” *Food Additives & Contaminants: Part B*, 2013 Vol. 6, No. 2, 73–83
<http://dx.doi.org/10.1080/19393210.2012.725774>

Castle L et al. 1997, “Migration studies from paper and board food packaging materials. 1. Compositional analysis” *Food Additives and Contaminants*, 1997, Vol. 14, No. 1, 35-44
<http://dx.doi.org/10.1080/02652039709374495>

CEPI 2010, “Good manufacturing practice for the manufacture of paper and board for food contact” Brussels September 2010.

CEPI 2012, “Industry guideline for the compliance of paper & board materials and articles for food contact” Issue 2, Brussels September 2012.

CEPI 2013, “EN 643, European list of standard grades of paper and board for recycling” Brussels November 2013.
http://www.cepi.org/system/files/public/documents/publications/recycling/2013/CEPI_EN%20643_brochure_FINAL_0.pdf

Diehl H, Welle F. 2015, “How to determine functional barrier performance towards mineral oil contaminants from recycled cardboard” *Food Packaging and Shelf Life* 5 (2015) 41–49
<http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2015.05.003>

Droz C, Grob K 1997 “Determination of food contamination by mineral oil material from printed cardboard using on-line coupled LC-GC-FID” *Z Lebensm Unters Forsch A* (1997) 205: 239–241.

EFSA 2008 Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food, Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain. The EFSA Journal (2008) 724, 1-114

EFSA 2012 Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food, EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) EFSA Journal 2012;10(6):2704

EFSA 2016 Recent developments in the risk assessment of chemicals in food and their potential impact on the safety assessment of substances used in food contact materials. EFSA Journal 2016;14(1):4357

Ewender, J et al. 2013, “Permeation of mineral oil components from Cardboard packaging materials through polymer films” Packag. Technol. Sci. 2013; 26: 423–434
DOI: 10.1002/pts.1990

Ewender, J et al. 2015, “Alternatives to PET and PA as functional barriers towards mineral oil contaminants from recycled cardboard” Poster Fraunhofer IVV, March 2015.

Ewender, J et al. 2016, “Functional barriers against mineral oil from paper and board packaging materials” DLG Expert report 10/2016

FoodWatch 2015, “Besmetting van ons voedsel met minerale olie, resultaten van de foodwatch test”, Amsterdam oktober 2015

Gärtner 2009 “Analysis and Migration of Phthalates in Infant Food Packed in Recycled Paperboard” J. Agric. Food Chem. 2009, 57, 10675–10681 DOI:10.1021/jf902683m.

Guazzotti, V et al. 2014, “Bio-based coatings as potential barriers to chemical contaminants from recycled paper and board for food packaging” Food Additives & Contaminants: Part A, 2014, Vol. 31, No. 3, 402–413
<http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2013.869360>

Guazzotti, V et al. 2015, “A study into the potential barrier properties against mineral oils of starch-based coatings on paperboard for food packaging” Food packaging and shelf life, 3 (2015) 9–18, <http://dx.doi.org/10.1016/j.fpsl.2014.09.003>

Jamnicki, S et al. 2015, “Deinking possibilities in the reduction of mineral oil hydrocarbons from recovered paper grades” Cellulose Chem. Technol., 49 (7-8), 677-684

Jickells, SM et al. 2005, “Migration of contaminants by gas phase transfer from carton board and corrugated board box secondary packaging into foods” *Food Additives and Contaminants*, August 2005; 22(8): 768-782
DOI: 10.1080/02652030500151992

JRC website: <https://ec.europa.eu/jrc/en/eurl/food-contact-materials>

JRC website substance list: <https://ec.europa.eu/jrc/en/eurl/food-contact-materials/substance-database>

Koster, S et al. 2014, “A novel safety assessment strategy for non-intentionally added substances (NIAS) in carton food contact materials” *Food Additives & Contaminants: Part A* (2014) <http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2013.866718>

Lacoste, F 2016, ITERG, presentation, “Mineral oil in vegetable oils: laboratory and industry issues” http://www.iterg.com/IMG/pdf/dgf_lacoste_mineral_oil_2016.03.10_vf.pdf.

Leeman, WR and Krul, L 2015, “Non-intentionally added substances in food contact materials: how to ensure consumer safety” *Current Opinion in Food Science* 6 (2015) 33–37
<http://dx.doi.org/10.1016/j.cofs.2015.11.003>

Leung, L et al. 2011, “Chronic constipation: An evidence-based review” *JABFM* (2011) 24(4), 436-451

Li, B. et al. 2016, “Determination of Mineral Oil-Saturated Hydrocarbons (MOSH) in Vegetable Oils by Large Scale Off-Line SPE Combined with GC-FID” *J Am Oil Chem Soc* (2017) 94:215–223
DOI: 10.1007/s11746-016-2936-0

Liao C, Kannan K 2011 “Widespread Occurrence of Bisphenol A in Paper and Paper Products: Implications for Human Exposure” *Environ. Sci. Technol.* 2011, 45, 9372–9379:
dx.doi.org/10.1021/es202507f

Lommatzsch, et al. 2016, “Functional barriers or adsorbent to reduce the migration of mineral oil hydrocarbons from recycled cardboard into dry food” *Eur Food Res Technol* (2016) 242:1727–1733
DOI: 10.1007/s00217-016-2672-6

Lorenzini R et al. 2013, “Migration kinetics of mineral oil hydrocarbons from recycled paperboard to dry food: monitoring of two real cases” *Food Additives & Contaminants: Part A*, 2013, Vol. 30, No. 4, 760–77
<http://dx.doi.org/10.1080/19440049.2013.766765>

Niederer M. et al. 2016, “Mineral oil and synthetic hydrocarbons in cosmetic lip products” *International Journal of Cosmetic Science*, 2016, 38, 194–200
DOI: 10.1111/ics.12276

Nguyen P-M, et al. 2017, “Project SafeFoodPack Design: case study on indirect migration from paper and boards” *FOOD ADDITIVES & CONTAMINANTS: PART A*, 2017 VOL. 34, NO. 10, 1703–1720. <https://doi.org/10.1080/19440049.2017.1315777>

Ozaki A et al. 2004 “Chemical analysis and genotoxicological safety assessment of paper and paperboard used for food packaging” *Food and Chemical Toxicology* 42 (2004) 1323–1337
DOI: 10.1016/j.fct.2004.03.010

Richter L et al. 2014 “Internal bags with barrier layers for foods packed in recycled paperboard: recent progress” *Eur Food Res Technol* (2014) 239:215–225
DOI: 10.1007/s00217-014-2208-x

Sturaro A et al. 2006, "Contamination of dry foods with trimethyldiphenylmethanes by migration from recycled paper and board packaging," *Food Addit.Contam.* 23 (4) 431-436

Song YS et al. 2000 “Analytical Procedure for Quantifying Five Compounds Suspected as Possible Contaminants in Recycled Paper/Paperboard for Food Packaging” *J. Agric. Food Chem.* 2000, 48, 5856-5859 DOI 10.1021/jf000512x

NVWA 2008, “Contaminanten uit papier en karton”

Parigoridi IE et al 2014 “Determination of Five (5) Possible Contaminants in Recycled Cardboard Packages and Food Simulants Using Ultrasound Assisted Extraction Coupled to GC-MS” *Materials Sciences and Applications*, 2014, 5, 745-751
<http://dx.doi.org/10.4236/msa.2014.510075>

Parry SJ, Aston DSJ 2004, “Migration of inorganic contaminants into dry food from packaging made from recycled paper and board” *Food Additives & Contaminants*, 21:5, 506-511, DOI: 10.1080/02652030410001677808

Pérez-Palacios D et al. 2012 “Determination of bisphenol-type endocrine disrupting compounds in food-contact recycled-paper materials by focused ultrasonic solid–liquid

extraction and ultra performance liquid chromatography-high resolution mass spectrometry” *Talanta* 99 (2012) 167–174 <http://dx.doi.org/10.1016/j.talanta.2012.05.035>

Pivnenko K. et al. 2015-1 “Waste paper for recycling: Overview and identification of potentially critical substances” *Waste Management* 45 (2015) 134-142
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.02.028>

Pivnenko K. et al. 2015-2 “Bisphenol-A and its structural analogues in household waste paper” *Waste Management* 44 (2015) 39–47
<http://dx.doi.org/10.1016/j.wasman.2015.07.017>

Pivnenko K. et al. 2016-1 “Quantification of chemical contaminants in the paper and board fractions of the municipal solid waste” *Waste Management* 51(2016) 43-54
DOI: 10.1016/j.wasman.2016.03.008

Pivnenko K. et al. 2016-2 “Material cycles and chemicals: dynamic material flow analysis of contaminants in paper recycling” *Environmental Science & Technology* 50 (22) 12302-12311
DOI: 10.1021/acs.est.6b01791

Poças M et al. 2010 “Modelling migration from paper into a food simulant” *Food Control* 22 (2011) 303-312 [doi:10.1016/j.foodcont.2010.07.028](https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2010.07.028)

PRN 2015, “Productvremde vervuiling in huishoudelijk papier 2015” PRN 13.00053

Rennen MAJ. et al. 2011 “Application of the threshold of toxicological concern (TTC) concept to the safety assessment of chemically complex food matrices” *Food and Chemical Toxicology* 49 (2011) 933-940

Simoneau C, et al. 2016 “Non-harmonised food contact materials in the EU: regulatory and market situation” JRC baseline study, final report 2016
[doi:10.2788/234276](https://doi.org/10.2788/234276), <https://ec.europa.eu/jrc/en/publication/eur-scientific-and-technical-research-reports/non-harmonised-food-contact-materials-eu-regulatory-and-market-situation-baseline-study>

Summerfield W, Cooper I 2001 “Investigation of migration from paper and board into food-development of methods for rapid testing” *Food Additives and Contaminants*, 2001, Vol. 18, No. 1, 77-88. <http://dx.doi.org/10.1080/02652030010004674>.

Triantafyllou VI et al. 2007 “A study on the migration of organic pollutants from recycled paperboard packaging materials to solid food matrices” *Food Chemistry* 101 (2007) 1759–1768
[doi:10.1016/j.foodchem.2006.02.023](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.02.023)

Vollmer A et al. 2011, “Migration of mineral oil from printed paperboard into dry foods: survey of the German market” *Eur Food Res Technol* (2011) 232:175-182
DOI: 10.1007/s00217-010-1376-6

Vreeze M 2017, “Analyse minerale oliën in voeding” VMT Congres Presentatie,
Den Bosch 23 maart 2017

Warenwet, Regeling van de Minister van Volksgezondheid, Welzijn van 14 maart 2014, kenmerk 328583-117560-VGP, houdende vaststelling van de Warenwetregeling verpakkingen en gebruiksartikelen die in contact komen met levensmiddelen (Warenwetregeling verpakkingen en gebruiksartikelen), Staatscourant 8531, 14 maart 2014

Zhang et al. 2008 “Determination of 2,6-diisopropylnaphthalene (DIPN) and n-dibutylphthalate (DBP) in food and paper packaging materials from US marketplaces” *Food Additives and Contaminants* Vol. 25, No. 11, november 2008, 1416–1423
DOI: 10.1080/02652030802163380

Dankbetuiging

Wij danken KIDV voor het in ons gestelde vertrouwen en het geduld. Prof Hans van Trijp en projectleider Peter Blok danken wij voor de hulp bij het ordenen van de feiten. Wij zijn in het bijzonder dank verschuldigd aan de heer Hidde Rang (ministerie VWS) die ons snel door de Nederlandse Warenwet heeft geloodst. Daarnaast viel het ons op dat alle betrokkenen uit de levensmiddelenindustrie en kartonindustrie graag meewerkten en de tijd namen om hun ervaringen met ons te delen. Wij danken de betrokkenen voor deze open houding.

Lijst met gebruikte afkortingen

ALARA	Engelstalig principe “As low as reasonably possible” dat verwijst naar het streven om de concentratie van niet bewust toegevoegde verbindingen zo laag mogelijk te maken.
BHT	2,6-di-t-butyl-4-methylfenol
BPA	Bisfenol-A
BMDL10	De ‘benchmark dose’ (BMD) is een gestandaardiseerd referentiepunt dat bekomen wordt door mathematische modellering van experimentele data uit dierproeven. De BMD schat de dosis die een lage, maar meetbare respons induceert (meestal 5 of 10% incidentie boven de controle). De ‘benchmark dose low level’ of BMDL is de ondergrens van het 95% betrouwbaarheidsinterval van de BMD.
CBL	Centraal Bureau voor de Levensmiddelenhandel
COMSAS	Engelstalig: “Complex Mixture Safety Assessment Strategy” Nieuwe, door TNO ontwikkelde aanpak om de toxicologie van ingewikkelde mengsels van verbindingen te beoordelen.
DIPN	Diisopropylnaftaleen (meerdere isomeren)
DBP	Dibutylftalaat
EFSA	Europees voedselveiligheidsagentschap
FCM	Food contact material, levensmiddel contactmateriaal, een verzamelterm voor alle materialen die in contact kunnen komen met levensmiddelen, zoals verpakkingen, wegwerpartikelen en procesapparatuur.
FNLI	Federatie Nederlandse levensmiddelenindustrie
GMP	Engelstalige afkorting voor “Good manufacturing Practises”
ITX	Isopropylthioxanthon
KIDV	Kennisinstituut Duurzaam Verpakken
Lg	Lichaamsgewicht
LOD	Level of detection; detectielimiet.
MOAH	Minerale oliën van aromatische koolwaterstoffen
MOE	Engelstalig: “Margin of exposure”, is de marge tussen de humane blootstelling en het niveau waarop effecten optreden (vaak bij proefdieren).
MOSH	Minerale oliën van verzadigde koolwaterstoffen
NIAS	Engelstalig: “Non intentionally added substance”, ‘niet-bewust toegevoegde stoffen’
NVG	Nederlandse Voedingsindustrie Gezelschapsdieren
NVWA	Nederlandse voedsel en warenautoriteit
OML	Overall migratielimiet
OPK	Oud-papier en karton

P95	P95 betekent dat 95% van de bevolking een blootstelling gelijk aan of lager dan deze hoeveelheid (P95) heeft
PAK	Polyaromatische koolwaterstoffen
POSH	Engelstalige afkorting voor: Polyolefin oligomeric saturated hydrocarbons, oftewel de Polyolefine oligomere, verzadigde koolwaterstoffen
PRN	Papierrecycling Nederland
SML	Specifieke migratielimiet
TiFN	Top instituut Food & Nutrition
TNO	Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
TTC	Engelstalig: “threshold of toxicological concern”, concentratie-drempelwaarde waarboven er reden tot toxicologische zorg bestaat.
WFBR	Wageningen Food & Biobased Research
WHO	Engelstalig: “World Health Organisation”