

# TOOLBOX zur Vermeidung von Einträgen unerwünschter Mineralölkohlenwasserstoffe in Lebensmittel



Spitzenverband der  
Lebensmittelwirtschaft

**BL**

# INHALTSVERZEICHNIS

<u>VORWORT</u>	<u>3</u>
<u>EINFÜHRUNG</u>	<u>4</u>
Relevante Definitionen	4
Vorkommen von MOSH/MOAH und MOSH-Analogen	5
Eintragswege in Lebensmitteln	7
Generelle Hinweise zur Analytik und zur Problematik der MOSH-Analoge	8
Gesundheitliche Bewertung, Grenzwerte, Orientierungswerte	10
Regulierung und Empfehlungen	11
Hinweise zur Auswahl und Bewertung von Barrierematerial	12
<u>DAS BLL-TOOLBOX-KONZEPT</u>	<u>14</u>
Anwendung und Zielsetzung der Toolbox	14
 I. Tools: <b>MIGRATION</b>	16
 II. Tools: <b>KONTAMINATION</b>	24
 III. Hinweise: <b>ZUSATZSTOFFE/HILFSSTOFFE</b>	27
<u>LITERATUR</u>	<u>31</u>
<u>DANK/BLL-ARBEITSGRUPPE TOOLBOX</u>	<u>34</u>

## VORWORT

Seit einigen Jahren befassen sich nahezu alle Bereiche der Lebensmittelwirtschaft, einschließlich der Laboratorien und Zuliefererbereiche, mit dem Vorkommen von mineralischen Kohlenwasserstoffen (= Mineralölkohlenwasserstoffe). Dabei hat sich das Kürzel „MOSH/MOAH“ als (Ober-)Begriff für die Gesamtheit der vom Mineralöl herrührenden Stoffe einschließlich der chemisch Analogen aus nicht mineralölbasierten Quellen etabliert. Zwischenzeitlich ist die Komplexität der Problematik deutlich geworden; die erforderliche Befassung geht über die Eintragsquelle „Recyclingfaser“ hinaus und bezieht denkbare Eintragspfade entlang der gesamten Wertschöpfungsketten für Lebensmittel und Lebensmittelverpackungen ein.

Die Wirtschaft ist bestrebt, zur Reduzierung des Eintrags und des Auftretens von unerwünschten Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln das Machbare beizutragen. Viele bereits getroffene Maßnahmen zeigen objektiv messbare Erfolge, wofür u.a. die Untersuchungen in verschiedenen Produkttests angeführt werden können.

Voraussetzung für die wirksame Vermeidung sind Prozessanalysen, die Übertragung gewonnener Erkenntnisse und deren konsequente Anwendung auf betrieblicher Ebene.

Das Konzept einer „Toolbox“ hat sich generell bewährt, um zusammenfassende Hintergrundinformationen und praktische Entscheidungshilfen anzubieten. Das Instrumentarium in der vom BLL hiermit vorgelegten *„Toolbox zur Vermeidung von Einträgen unerwünschter Mineralölkohlenwasserstoffe in Lebensmittel“* bietet tabellarische Zusammenstellungen der derzeit bekannten und potenziellen Eintragspfade von Mineralölkohlenwasserstoffen (Stand 2017). Anhand solcher Hinweise kann jedes Unternehmen individuell auf die eigenen Prozesse und Produkte bezogene Maßnahmen zur Eintragsreduzierung prüfen und ableiten.

Intention der „BLL-Toolbox“ ist, durch stufenbezogene Analysen das Risiko von vermeidbaren Mineralöl-Einträgen möglichst zu beherrschen und Ansätze zu identifizieren, die Eintragsmengen zu reduzieren. Diese Vorgehensweise fokussiert auf beeinflussbare Quellen entlang der gesamten Wertschöpfungskette. Nicht beeinflussbare Einträge u.a. aufgrund von ubiquitär vorhandenen Umweltbelastungen und unverzichtbaren Stoffen werden diskutiert. Vermeidung oder Minimierung bedeutet deshalb nicht, dass pauschal Zielgrößen für analytische Messwerte vorgegeben werden oder dass eine „Nulltoleranz“ generell bezüglich Mineralölkohlenwasserstoffen gelten könne. Vielmehr geht es darum, dass die (Lebensmittel-) Unternehmer in Wahrnehmung ihrer Sorgfaltspflicht angemessene und praktikable Beiträge zur Problembehandlung prüfen können. Dieses Konzept nimmt alle Stufen entlang der gesamten Wertschöpfungsketten in die Mitverantwortung. Es entspricht darüber hinaus dem Grundsatz des „ALARA-Prinzips“ („as low as reasonably achievable“), wonach Maßnahmen vernünftig und leistbar sein sollen.

Die „Toolbox“ des BLL ist explizit branchenöffentlich und zugänglich für alle interessierten Kreise. Der BLL als Herausgeber will mit dieser Dokumentation auch einen Beitrag zur Versachlichung der Problembehandlung und zur Stärkung des Diskurses innerhalb der Lieferketten, mit Politik und Behörden sowie der Öffentlichkeit leisten. Die „BLL-Toolbox“ ist insoweit auch als dynamisches Dokument zu verstehen, das mit wachsenden Erkenntnissen weiterzuentwickeln ist.

Der BLL dankt insbesondere dem Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V. (BDSI) sowie dem Lebensmittelchemischen Institut (LCI) für die Überlassung der BDSI-Toolbox als Vorlage und darüber hinaus der Gruppe der Experten aus dem Mitgliederkreis für die aktive Unterstützung.

Berlin, Dezember 2017

## EINFÜHRUNG

Durch die Ergebnisse der Studie zum „Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmitteln“ (Entscheidungshilfe-Projekt des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz von 2010 bis 2012; Veröffentlichung 2013) wurde das Potenzial der stofflichen Belastung von recyclingfaserhaltigen Verpackungen und der Migration insbesondere von Mineralölkohlenwasserstoffen erkennbar. Nach den Erkenntnissen dieser Studie mit Untersuchungen von trockenen Lebensmitteln in Faltschachtel-Verpackungen mit Recyclingfaseranteilen gibt es eine hohe Zahl potenziell migrierender Substanzen, die durch das Altpapier in die Packstoffe eingetragen werden können und deren einzelstoffliche Risikobewertung unmöglich ist. Explizit werden deshalb „funktionelle Barrieren“ zum Schutz entsprechend verpackter Lebensmittel empfohlen [1].

Im Zuge der intensiven Befassung mit der „Mineralölproblematik“ in der gesamten Branche einschließlich der Zulieferbereiche für Papierpackstoffe, Kunststoffe, Druckfarben und der Untersuchungseinrichtungen liegen heute weitere Erkenntnisse über mögliche Eintrags- und Kontaminationsquellen, über vermeidbare und nicht vermeidbare ubiquitäre Belastungen sowie über die analytischen Problemstellungen vor.

Praktische Vermeidungsansätze und einzelbetriebliche Maßnahmen können vielfältig sein und betreffen nahezu alle Stufen in den verschiedenen Prozessketten. Lebensmittel und Packstoffe sind komplexe Produkte, für deren Herstellungsprozess es i. d. R. keine singuläre potenzielle Eintragsquelle gibt; es können verschiedene Quellen und Pfade eine Rolle spielen. So gibt es neben den mit Mineralölrückständen aus Druckfarben belasteten Recyclingfasern in Papierverpackungen und Kartonagen jene aus gezielten Stoff-Anwendungen herrührenden Kontaminationsquellen.

Ferner sind alle Mineralölraffinationsprodukte, wie Paraffine, mikrokristalline Wachse und Kunststoffe aus Kohlenwasserstoffen von mineralischem Ursprung zusammengesetzt und gehören insofern – bei rein stofflicher Betrachtung – zur Gruppe der MOSH. Zur Unterscheidung der unmittelbar vom fossilen Mineralöl herrührenden Stoffgruppen werden solche Stoffe in dieser Toolbox zusammenfassend als „MOSH-Analoga“ bezeichnet.

Aufgrund der analytischen Nichttrennbarkeit können MOSH-Analoga z. B. durch die gezielte Verwendung von mineralölbasierten Lebensmittelzusatzstoffen oder technischen Hilfsstoffen zur Problematik der Fehlinterpretation von Analyseergebnissen führen. „Humps“ werden häufig als MOSH-Befunde in Lebensmitteln interpretiert und ausschließlich als eingetragene „Mineralöl-Kontamination“ gesehen. Ohne produkt- und prozessspezifisches Hinterfragen des Eintrags möglicher MOSH-Analoga kann dies zu unberechtigten und falschen Schlussfolgerungen führen.

### Relevante Definitionen

Als Begriffe für Mineralölkohlenwasserstoffe (**MOH** = Mineral Oil Hydrocarbons) kommen vor:

- **MOSH** = gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (Mineral Oil Saturated Hydrocarbons): paraffinische, offenkettige, üblicherweise verzweigte Kohlenwasserstoffe (z. B. Paraffine, engl. alkanes) und naphthenische ringförmige Kohlenwasserstoffe (Naphthene, engl. cycloalkanes) [2;3]
- **MOAH** = aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons): Kohlenwasserstoffe, die überwiegend aus hoch alkylierten mono- und/oder polyaromatischen Ringen bestehen [2;3]

Unter diesen beiden Gruppenbezeichnungen sind eine Vielzahl von verschiedenen möglichen Verbindungen subsumiert, die als komplexe Mischungen von gesättigten (aliphatischen) oder aromatischen Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln nachgewiesen werden können.

Als sogenannte **MOSH-Analoga** spielen folgende Stoffgruppen eine Rolle:

- **MORE** = Mineralölraffinationsprodukte (Mineral Oil Refined Products); anteilige MOSH, die durch Einsatz von Hilfs- und Zusatzstoffen in Form zugelassener raffinierter Mineralölprodukte, wie z. B. paraffinische Wachse, in Lebensmittel gelangen können
- **PAO** = Polyalphaolefine; Bestandteil von synthetischen Schmierstoffen und Hotmelt-Klebstoffen; können in Lebensmittel migrieren und sind analytisch nur schwer von den MOSH zu unterscheiden
- **POSH** = Oligomere aus den Kunststoffen Polyethylen oder Polypropylen (Polymer Oligomeric Saturated Hydrocarbons), die den MOSH chemisch gleichen und analytisch nicht getrennt werden können

MOSH-Analoga führen zu einer Erhöhung der analysierten MOSH-Messwerte und damit zu einer Verschiebung des bei Mineralöl üblichen Verhältnisses von MOSH : MOAH , das ungefähr 4:1 beträgt und das als Hinweis auf Mineralöleintrag aus Recyclingfasern gesehen werden kann. Ein abweichendes Verhältnis dient als Hinweis auf einen „vorgetäuschten“ MOSH-Gehalt und als Indikator für das Vorkommen von MOSH-Analogen. Eine analytische Unterscheidung von MOSH, POSH, PAO und MORE ist jedoch nicht mit den etablierten Methoden möglich.

## Vorkommen von MOSH/MOAH und MOSH-Analogen

- **ungezieltes und ungewolltes Vorkommen wie**
  - Packstoffe und Transportmaterialien für Rohstoffe, Zwischenprodukte und Endprodukte insbesondere unter Einsatz von Altpapier aufgrund mineralöhlaltiger Druckfarben in Druckerzeugnissen, wie Zeitungen
  - unsachgemäßer Gebrauch von Maschinenölen, Schmierstoffen oder ölhaltiger Druckluft in der gesamten Rohstoff- und Prozesskette
  - Behandlung von Packstoffen, Prozess- und Transportmaterialien mit Mineralölprodukten auf Vorstufen (z. B. Formöle oder Batching Oils )
- **gezielte und erforderliche Stoffanwendungen wie**
  - „Foodgrade“-Schmierstoffe und technische Schmierstoffe
  - Form- und Walzöle, Gleitmittel für Lebensmittelkontaktmaterial
  - Weißöle als Lebensmittelzusatzstoffe und Verarbeitungshilfsstoffe
  - Wachse und Paraffine als Lebensmittelzusatzstoffe, wie Trennmittel, Überzugsmittel, Glanzmittel
  - Wachse und Paraffine als technische Hilfsmittel, wie Antischaummittel, Trennmittel
  - Kunststoffkontaktmaterial, wie Kunststoffverpackungen oder Prozessmaterial
  - Klebstoffe, „Hotmelts“, Siegelstoffe
  - Tierarzneimittelkomponenten
  - Additive (Trägerstoffe, Haftstoffe) oder Wirkstoffe von Pflanzenschutzmitteln, wie Paraffinöl
  - Frostschutzmittel

Stoffe aus diesen Anwendungen treten bei Lebensmittel- oder Packstoffuntersuchungen analytisch in Erscheinung aufgrund der chemischen Struktur-Analogie zu MOSH und der Nicht-Trennbarkeit bei den derzeit üblicherweise angewandten Messverfahren. Sie werden deshalb im Rahmen dieses Toolbox-Konzeptes grundsätzlich diskutiert, da Kenntnisse über die Relevanz und die Eintragswege wichtig sind. Der Einsatz dieser Stoffe ist prozesstechnisch und lebensmitteltechnologisch meist unverzichtbar, weshalb eine Vermeidung entsprechender Einträge nicht möglich ist. Die gezielte Verwendung sollte nur im technisch notwendigen Maß („so wenig wie möglich, so viel wie nötig“ oder Quantum Satis) erfolgen. Prozessanalysen sollten jedoch die auf den verschiedenen Stufen denkbaren Havarien und möglichen Unfallsituationen oder missbräuchliche, nicht sachgerechte Anwendungen erfassen.

- **natives Vorkommen und biogene Stoffe** wie
  - natürliche Wachse in pflanzlichen Lebensmitteln aus Früchten und Gemüsen
  - biogene Wachse, Terpene, *n*-Alkane, Olefine z. B. aus pflanzlichen Rohstoffen, die als Begleitsubstanz in pflanzlichen Ölen bei Aromen oder bei Pektinen (aus Apfel- oder Citrustrestern) auftreten

Auch die in natürlichen Rohstoffen immanenten Kohlenwasserstoffe können analytisch als „MOSH-Analoga“ relevant werden. Ihr Vorkommen ist deshalb in bestimmten pflanzenbasierten Lebensmitteln (wie Tee, Kräuter, Gewürze) unvermeidbar, selbst wenn keine mineralölbasierten Hilfs- oder Zusatzstoffe verwendet werden.

Natürliche Kohlenwasserstoffe, wie Olefine, Terpene und Carotinoide, können darüber hinaus analytisch den gemessenen MOAH-Wert erhöhen.

- **ubiquitäre Belastungen und Umwelteinflüsse** wie
  - Emissionen
  - Öldämpfe/-nebel
  - Verbrennungsgase/Abgase
  - Feinstaub
  - Ruß

Die in der Umwelt ubiquitär vorhandenen Mineralölkohlenwasserstoffe können aus dem Umfeld in Rohwaren für Lebensmittel z. B. über landwirtschaftliche Maßnahmen, Transportvorgänge, Lagerung oder Verarbeitungsprozesse gelangen und sind unvermeidbar.

## Eintragswege in Lebensmitteln

Aus den beschriebenen Vorkommen können MOSH, MOSH-Analoga und MOAH auf unterschiedlichen Eintragswegen entlang der gesamten Prozesskette in Lebensmittel gelangen:

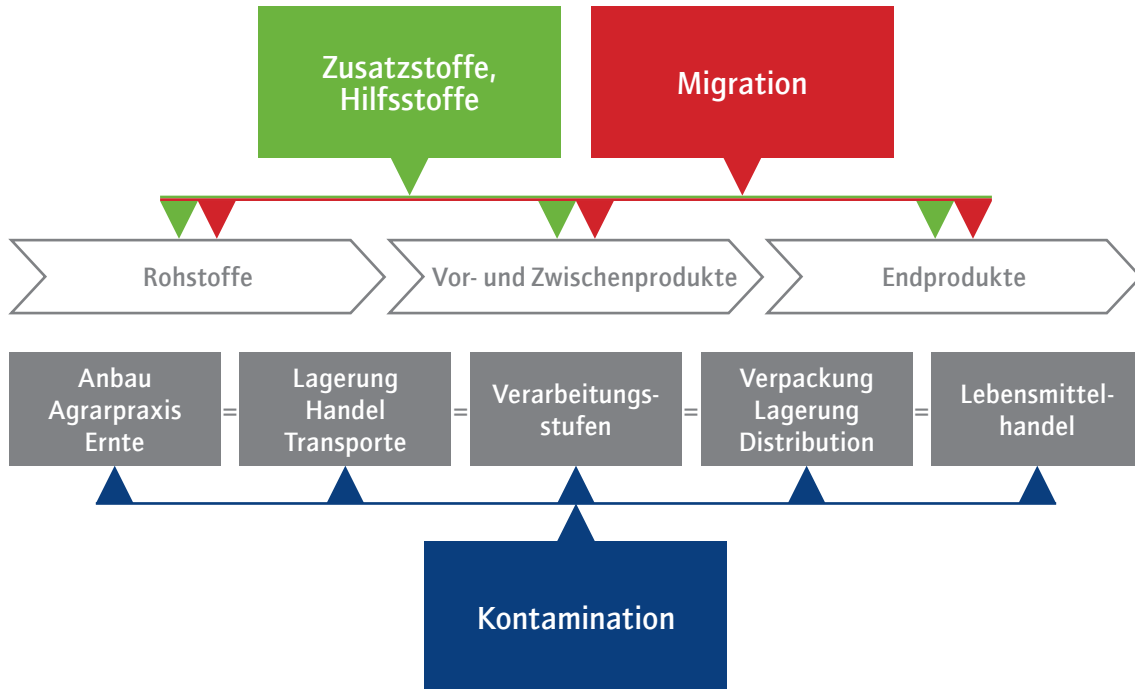


Abbildung 1: Systematische Betrachtung der Eintragswege von MOSH, MOSH-Analogen und MOAH in Lebensmittel (nach [4])

Mögliche und relevante Eintragswege sind:



Übergänge durch **Migration** aus recyclingfaserhaltigen Verpackungsmaterialien und/oder aus Verpackungen mit mineralöhlhaltigen Druckfarben in darin verpackte Erzeugnisse. Der Übergang setzt keinen Kontakt zwischen Lebensmittel und Träger der migrierenden Mineralölkohlenwasserstoffe wie Recyclingmaterial voraus, sondern kann auch gasgetragen erfolgen, weshalb Ursachenforschung und Vermeidungsansätze komplex sind. Der Eintrag durch bedruckte Lebensmittelverpackungen konnte durch Umstellung auf mineralölfreie bzw. -arme Farben weitgehend minimiert werden [5;6]. Auch durch Verpackungen von Lebensmittelrohstoffen und Halbfertigerzeugnissen auf vorgelagerten Stufen sind potenzielle Einträge durch Migration während des Transportes und der Lagerung möglich. Die Migration in das Lebensmittel ist temperaturabhängig und erfolgt in der Regel über Verdampfung, Transport in der Gasphase und Re-Kondensation im Lebensmittel. Bei Raumtemperatur findet ein Übergang von Mineralölkohlenwasserstoffen einer Kettenlänge bis  $C_{25}$  statt, bei höheren Temperaturen können auch länger-kettige Kohlenwasserstoffe übergehen. Der stoffliche Übergang von MOH über  $C_{25}$  bedarf des Direktkontakts [1].



Unbeabsichtigte **Kontaminationen**, die auf allen Stufen einer gesamten Prozesskette hinweg möglich sind. Dies ist zum einen durch eine umweltbedingte und folglich unvermeidbare Grundbelastung von Lebensmittelrohstoffen mit Mineralölkohlenwasserstoffen, beispielsweise durch Verbrennungsprozesse (u. a. Abgase von Verbrennungsmotoren, Emissionen aus Energieversorgungs- und Industrieanlagen, Waldbrände usw.) sowie durch Feinstaub asphaltierter Straßen, gegeben. Zum anderen ist durch geölte Maschinenteile, die während der Ernte oder Produktion mit den Rohstoffen bzw. Lebensmitteln in Kontakt stehen, ein unbeabsichtigter Eintrag möglich.



Darüber hinaus kann die Verwendung **bestimmter Lebensmittelzusatzstoffe und technischer Hilfsstoffe**, die in vielen Bereichen und Stufen der Lebensmittelverarbeitung zum Einsatz kommen, Quellen für den Eintrag von Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmittel sein. Es handelt sich immer um zulässige und meist technologisch unverzichtbare Anwendungen. Häufig handelt es sich in diesen Fällen um den Eintrag von MOSH-Analogen, bzw. der Eintrag ist auf die MOSH-Fraktion beschränkt, da es sich i. d. R. um gereinigte Erzeugnisse, wie z. B. zugelassene paraffinische Wachse handelt, deren Ursprung auf raffinierte Mineralöle oder Weißöle zurückzuführen ist [9].

## Generelle Hinweise zur Analytik und zur Problematik der MOSH-Analoga

Die Bestimmung mineralischer Kohlenwasserstoffe in Lebensmitteln stellt höchste Ansprüche an die Analytik, insbesondere da es sich hierbei um ein komplexes Gemisch handelt, das als Summe aller Komponenten quantifiziert werden muss. Eine Analyse der Einzelkomponenten ist aufgrund der enormen Anzahl der chemischen Verbindungen nicht möglich.

Aus diesem Grund resultieren aus der gaschromatographischen Analyse komplexer Mineralölgemische keine scharfen Peaks, sondern sehr breite Signale. Analytiker sprechen in solchen Fällen von einem chromatographischen „Hügel“ (engl. „humps“ oder „unresolved complex mixtures“, UCM).

In der wissenschaftlichen Stellungnahme der EFSA zum Vorkommen von Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln [2] wird die Anwendung eines online gekoppelten Systems bestehend aus einer flüssigchromatographischen (liquid chromatography, LC) und einer gaschromatographischen (gas chromatography, GC) Einheit mit Flammenionisationsdetektor (FID) zur Quantifizierung empfohlen (online LC-GC-FID).

Im Juli 2017 wurde erstmals ein normiertes europäisches Verfahren zur Quantifizierung von MOSH/MOAH in bestimmten Lebensmitteln veröffentlicht:

*DIN EN 16955: 2017-08 „Lebensmittel – Pflanzliche Öle und Lebensmittel auf Basis pflanzlicher Öle – Bestimmung von gesättigten Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MOSH) und aromatischen Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MOAH) mit online HPLC-GC-FID“.*

Dieser europäische Standard ist äußerst wichtig, um in unterschiedlichen Laboratorien gemessene Werte miteinander vergleichen zu können. Das im Ringversuch bestätigte Referenzverfahren ist für Konzentrationen von MOSH und MOAH bis jeweils 10 mg/kg in Lebensmitteln auf Pflanzenfettbasis geeignet. Nach Empfehlung der Norm soll die fossile Herkunft des MOSH- und MOAH-Anteils ggf. durch Untersuchung massenspektrometrischer Methoden (GC-MS) verifiziert werden [10].

Die erreichbaren Leistungskriterien der MOSH/MOAH-Analytik mittels LC-GC-FID sind von der Probenmatrix, insbesondere von dem Fettgehalt der Lebensmittelprobe abhängig. So erhöhen sich die Bestimmungsgrenze und die Messunsicherheit mit Erhöhung des Fettgehaltes in der Probenmatrix.

Die Probenvorbereitungsmethoden in den Laboratorien werden derzeit üblicherweise in Anlehnung an das gemeinsame Mineralölanalytik-Kompodium des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) und des Kantonalen Labors Zürich (KLZH) durchgeführt: „Messung von Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln und Verpackungsmaterialien“ [11].

### Das MOSH : MOAH-Verhältnis

Es ist bekannt, dass der zweckbestimmte Einsatz von Hilfsstoffen und von zugelassenen Lebensmittel-Zusatzstoffen in Form raffinierter Mineralölprodukte (MORE), wie z. B. paraffinische Wachse, zu einer Erhöhung des MOSH-Anteils und damit zu einer Verschiebung des für Mineralöle charakteristischen MOSH:MOAH-Verhältnisses führt. Da mittels online gekoppelter LC-GC-FID eine analytische Unterscheidung von MOSH, POSH, PAO und MORE nicht möglich ist, kann ein massenspektrometrisches Verfahren wie die zweidimensionale Gaschromatografie-Massenspektrometrie (GCxGC-TOF-MS) hilfreich sein, um eine



nähere Charakterisierung der vorliegenden Substanzklassen zu ermöglichen. Hierauf verweist die europäische Norm DIN EN 16955 sowie einige jüngste Veröffentlichungen [12;13].

Mit der derzeit in der Routineuntersuchung üblichen LC-GC-FID-Methode gibt es keine analytische Möglichkeit, unmittelbar zwischen eingetragenen MOSH, MOSH-Analogen (aus Mineralölprodukten wie Paraffin) oder POSH aus Kunststoff- oder Klebstoffanwendungen oder den partiell miterfassten nativen gesättigten Kohlenwasserstoffen zu differenzieren.

Zusätzlich erschwert wird die Analytik vielfach durch andere MOSH-ähnliche Strukturen, sogenannte Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons (POSH), aus Polyethylen-(PE) oder Polypropylen- (PP) Folien oder Polyalphaolefine (PAO), die Bestandteil von synthetischen Schmierstoffen und Hotmelt-Klebstoffen sind. Alle entsprechenden Stoffe können potenziell in Lebensmittel migrieren und sind dann analytisch nur schwer von mineralölkommunierenden MOSH zu unterscheiden [14].

Im fossilen Mineralöl kommt typischerweise ein Verhältnis von MOSH : MOAH von ungefähr 4 : 1 vor, Technische Mineralölprodukte wie Schmieröle oder Druckfarbenöle weisen noch dieses charakteristische MOSH : MOAH-Verhältnis auf (15 – 35 Prozent MOAH im MOH-Gehalt) [2], weshalb ein solcher Befund als Hinweis auf unmittelbaren Mineralöleintrag oder auf Recyclingfasern mit Druckfarbenölen als Quelle gelten kann. In gereinigten, raffinierten Mineralölen (Weißölen) ist der MOAH-Anteil minimiert. Einträge, die aus der Verwendung von Erzeugnissen auf Basis solcher raffinierter Mineralölerzeugnisse, wie z. B. paraffinischen Wachsen, stammen, erhöhen deshalb den Anteil von gesättigten Kohlenwasserstoffen als MORE. Da diese Einträge bis auf Ausnahmen MOAH-frei sind, verschiebt sich das MOSH:MOAH-Verhältnis durch die methodenbedingte Miterfassung von MOSH-Analogen [14] (siehe **Abbildung 2**).

Zur sorgfältigen Aufklärung und Interpretation von MOSH-Befunden in Lebensmitteln, die mit gängiger Analytik (LC-GC-FID) ermittelt wurden, sollten differenzierende Fragen und Hinweise ausgewertet werden, wie:

- Weist das Verhältnis von MOSH : MOAH auf fossiles, vom Erdöl herrührendes MOSH hin?
- Geben weitere Stoffe, wie Diisopropylnaphtalin (DIPN), Hinweise auf Migration aus Recyclingfasern?
- Gibt es Hinweise auf kunststoffspezifische Oligomere (POSH)?
- Welche Packstoffe, Verarbeitungshilfsstoffe und Zusatzstoffe wurden bekannterweise auf den gesamten verschiedenen Prozessstufen eingesetzt?

Bei Hinweisen auf andere Quellen als Recyclingfasern bzw. auf die fossile Herkunft von MOSH/MOAH sind Verifizierungen empfohlen. Die eindeutige Zuordnung zur tatsächlichen Eintragsquelle lässt sich dadurch jedoch nicht gewährleisten.

Die gebräuchliche unspezifische Summenangabe wie „MOSH/POSH“ pro Kilogramm Lebensmittel für Befunde von MOSH und vermuteten MOSH-Analogen, kann zwar als pauschaler Hinweis auf mehrere Quellen gelten, bedarf aber der plausiblen Abklärung. Wenn u. a. aufgrund des MOSH : MOAH-Verhältnisses oder anderer Informationen über das Produkt zu vermuten ist, dass potenzielle andere Eintragsquellen als Mineralöl aus Recyclingfasern eine Rolle spielen, ist eine Bestätigungsanalyse mit massenspektrometrischen Methoden geboten, wie GCxGC-TOF-MS, die allerdings für die Routinekontrolle nicht geeignet sind. Mithilfe des Abgleichs sogenannter „Fingerprints“ z. B. von mineralölbasierten Schmierstoffen können im Einzelfall diese als Quellen identifiziert werden.

Auch wenn keine eindeutige Quellenabklärung möglich ist, werden Fehlbeurteilungen aufgrund von „Falsch-Positiv-Befunden“ und die entsprechenden Konsequenzen in der Lieferkette vermieden.

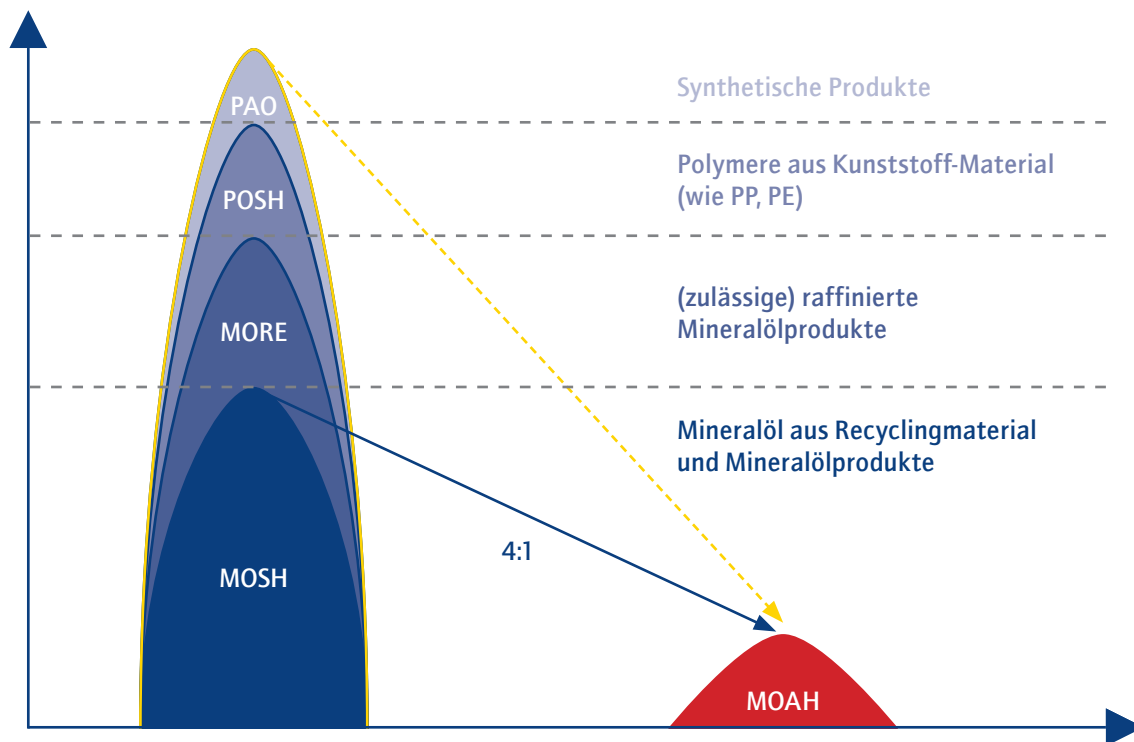


Abbildung 2: Verschiebung des im Mineralöl üblichen MOSH : MOAH-Verhältnisses durch MORE, POSH und PAO als MOSH-Analoga [nach 14 und 15] (Abkürzungen siehe Definitionen und Text)

Weitere Interferenzen können sich durch natürliche Kohlenwasserstoffe im LC-GC-FID-Chromatogramm ergeben, die in der MOAH-Fraktion im „hump“ co-eluieren. Zum Beispiel können Olefine, Terpene und Carotinoide, die natürlich im Lebensmittel vorkommen können, analytisch in der MOAH-Fraktion erfasst werden und somit den MOAH-Gehalt erhöhen. Nach jüngsten Erkenntnissen spielen auch extrahierbare Stoffe aus Holz, wie Abitien-Säurederivate eine Rolle und Harzbestandteile, die in Papieren natürlicherweise vorkommen oder als Bindemittel in Druckfarben. Unklar ist, ob diese durch Epoxidierung ausgeschlossen werden.

Durch eine Aufreinigung mittels Epoxidierung (z. B. mittels meta-Chlorperbenzoesäure, m-CPBA) können diese biogenen Kohlenwasserstoffe analytisch von den MOAH-Verbindungen abgetrennt werden. Bei diesem Aufreinigungsschritt ist jedoch zu beachten, dass je nach Menge des Epoxidierungsreagenzes auch aromatische Komponenten entfernt werden und somit möglicherweise Minderbefunde für MOAH nach der Epoxidierung vorliegen können.

### Gesundheitliche Bewertung, Grenzwerte, Orientierungswerte

EFSA geht im Gutachten von 2012 von einer Exposition des Menschen mit Mineralölkohlenwasserstoffen aus verschiedenen Quellen zwischen 0,03 und 0,3 mg MOH /kg Körpergewicht aus; bei Kindern liegt die Aufnahme höher. Es wird angenommen, dass ca. 20% dieser Aufnahme MOAH sind [2]. Gesättigte Kohlenwasserstoffe können sich im menschlichen Fettgewebe anreichern. In Organen von Ratten (Leber, Milz) konnten MOSH bis  $C_{45}$  nachgewiesen und quantifiziert werden. MOSH mit einer Kohlenstoffkettenlänge unter  $C_{16}$  akkumulieren dagegen nicht im menschlichen Körper [2; 16].

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat für MOSH mit einer Kohlenstoffkettenlänge von  $C_{10}$  bis  $C_{16}$  einen Richtwert für den tolerierbaren Übergang aus recyclingfaserhaltigem Papier, Karton oder recyclingfaserhaltiger Pappe auf Lebensmittel in Höhe von 12 mg/kg Lebensmittel abgeleitet. Für eine Kettenlänge von  $> C_{16}$  bis  $C_{20}$  wurde ein tolerierbarer Übergang von 4 mg/kg Lebensmittel festgelegt [17; 18].

Aufgrund fehlender toxikologischer Daten sind bisher für die weiteren Fraktionen keine tolerierbaren Übergänge festgelegt. Seit 2014 werden Studien mit neuen Daten zur Akkumulation von MOSH unterschiedlicher Molekulargewichte im Rahmen eines EFSA-Projekts zur weiteren Toxizitätsbewertung von MOSH durchgeführt. Eine Veröffentlichung des neuen Gutachtens der EFSA ist noch nicht erfolgt (Stand Dezember 2017) [19].

Da die MOAH-Fraktion aus überwiegend hoch-alkylierten aromatischen Kohlenwasserstoffen besteht und sich darunter auch möglicherweise krebserregende Verbindungen befinden können, wurden für MOAH keine tolerierbaren Aufnahmemengen abgeleitet.

## Regulierung und Empfehlungen

Eine verbindliche Regulierung mit gesetzlichen Grenzwerten gibt es nicht.

Bei Befunden in Lebensmitteln oder in Packstoffen gelten als Beurteilungsgrundlagen grundsätzlich die allgemeinen lebensmittelrechtlichen Anforderungen (gemäß der EU-Basis-Verordnung Nr. 178/2002 und Rahmenverordnung (EU) Nr. 1935/2004 für Lebensmittelkontaktmaterialien).

Für die Beurteilung von Papier-Packstoffen können folgende Empfehlungen herangezogen werden: Da paraffinische Kohlenwasserstoff-Lösemittel als Formulierungshilfsmittel bei der Papierherstellung verwendet werden, sind in den XXXVI. Empfehlungen des BfR für Papier, Pappe und Karton für den Lebensmittelkontakt die Stoffübergänge für Kohlenwasserstoffe (bis  $C_{20}$ ) spezifiziert, die den toxikologisch abgeleiteten Migrationswerten entsprechen (s.o.) [17]:

- 12 mg/kg Lebensmittel für  $C_{10} - C_{16}$
- 4 mg/kg Lebensmittel für  $C_{17} - C_{20}$

Gemäß dem letzten (4.) Entwurf für eine sogenannte deutsche „Mineralölverordnung“ (22. Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung) des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) vom März 2017 [20] soll aus Lebensmittelkontaktmaterial, das unter Verwendung von Recyclingmaterial hergestellt wird, keine Migration von MOAH auf Lebensmittel zulässig sein. Als „nicht nachweisbar“ gilt die Migration von MOAH  $< 0,5$  mg/kg Lebensmittel oder Lebensmittelsimulanz. Um dies zu erreichen, ist beabsichtigt, gesetzlich die Herstellung und das Inverkehrbringen von entsprechenden MOAH-belasteten altpapierstoffhaltigen Packstoffen zur Verwendung als Lebensmittelkontaktmaterial ohne funktionelle Barriere zu verbieten. Kann eine Migration ausgeschlossen werden, sieht die Verordnung entsprechende Ausnahmen der Barrierepflicht vor.

Regulierung von MOSH im recyclingfaserhaltigen Packstoff und Migrationsgrenzwerte für MOSH in Lebensmitteln sind gemäß dem vorliegenden 4. Entwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft nicht vorgesehen; laut amtlicher Begründung im Entwurf gibt es hierfür keine Veranlassung im Hinblick auf gesundheitlichen Verbraucherschutz. Auch gibt es aufgrund der Problematik der MOSH-Analyse keine rechtssichere Messmethode, die spezifisch nur MOSH erfasst.

Das Konzept aus früheren Entwürfen des BMEL ist nicht mehr Regulierungsgegenstand und kann folglich allenfalls als Orientierungshilfe gelten:

- Recyclingfaser-Material für den Lebensmittelkontakt:  
24 mg MOSH/kg Papier und 6 mg MOAH/kg Papier
- Migrationsgrenzwerte für Lebensmittel in recyclingfaserhaltigen Verpackungen:  
2 mg MOSH/kg Lebensmittel und 0,5 mg MOAH/kg Lebensmittel

Bei Orientierung an diesen Werten zur Produktbeurteilung oder in Spezifikationen ist zu beachten, dass es sich definitionsgemäß um Migrationsgrenzwerte handelt, die für den stofflichen Übergang von MOSH/MOAH aus einer einzigen Quelle, nämlich den recyclingfaserhaltigen Papier-Verpackungsmaterialien vorgeschlagen wurden. Diese Werte sind deshalb nicht übertragbar als allgemein gültige Limits für MOSH- und MOAH-Gehalte in Lebensmittel und zu restriktiv.

Grundsätzlich setzen Grenzwerte eine bislang in Deutschland nicht erfolgte wissenschaftlich gesicherte Expositionsabschätzung und gesundheitliche Bewertung von MOSH voraus, die durch das europäische Monitoring-Programm vorbereitet werden (s. u.).

Seit November 2017 gelten in Belgien Empfehlungen der belgischen Lebensmittelsicherheitsbehörde FAVV als Beurteilungskriterien für MOSH-Gehalte in Lebensmitteln. FAVV hat „Schwellenwerte“ („Action Limits“) für MOSH-Gehalte ( $C_{16} - C_{35}$ ) aus den ADI-Werten der EFSA abgeleitet und für verschiedene Lebensmittelgruppen beschrieben [21; Übersetzung durch BLL]:

- 5 mg MOSH/kg LM für Milch und Milcherzeugnisse,
- 15 mg MOSH/kg LM für Cerealien
- 20 mg MOSH/kg LM für pflanzliche Erzeugnisse, Snacks und Desserts
- 30 mg MOSH/kg LM für tierische Erzeugnisse, Zucker und Süßwaren
- 60 mg MOSH/kg LM für Fisch und Fischerzeugnisse
- 70 mg MOSH/kg LM für Gewürze und Kräuter
- 100 mg MOSH/kg LM für tierische und pflanzliche Öl
- 150 mg MOSH/kg LM für Gemüse, Nüsse und Ölsaaten sowie für Eiprodukte.

### Europäisches Monitoring

Im Hinblick auf das im Januar 2017 von der Europäischen Kommission eingeleitete EU-Monitoring gemäß Empfehlung (EU) 2017/84 [22] kann die vorliegende Toolbox ebenfalls als Sammlung potenzieller Eintragsquellen und Hinweise für die in der Empfehlung fokussierten Produkte und Prozessketten gesehen werden.

Die Europäische Kommission hat die Mitgliedstaaten aufgefordert, unter aktiver Beteiligung der Unternehmen der Lieferketten Daten über die Mineralölkohlenwasserstoff-Belastung von bestimmten Produkten zu erheben. Explizit ist der Einbezug von Verpackungsmaterial vorgesehen und die Identifizierung möglicher Quellen, sofern MOSH und MOAH festgestellt wurden. Relevante Produktgruppen sind u. a. *Feine Backwaren, Frühstückscerealien, Zuckerwaren, Schokolade und Kakao, Speiseeis und Desserts, Schalenfrüchte, pflanzliche Öle sowie Papier und Papierverpackungen* dieser Produkte.

Das Monitoring soll die Datengrundlage für eine wissenschaftsbasierte Expositionsabschätzung und Risikobewertung durch die EFSA schaffen. Zur konkreten Durchführung des Monitorings sollen vom Europäischen Referenzlabor (EU-RL, Joint Research Center, Ispra) spezifische Leitlinien auf Basis der vom BfR/KLZH entwickelten Methodik erstellt werden, die derzeit noch nicht veröffentlicht sind (Stand Dezember 2017).

### Hinweise zur Auswahl und Bewertung von Barrierematerial

Beim Einsatz von recycelfaserhaltigem Verpackungsmaterial wird der stoffliche Übergang von Mineralölbestandteilen beeinflusst durch den Mineralölgehalt im Packstoff, durch die Lagerbedingungen und die Art des Lebensmittels. Das Mittel der Wahl ist bei vielen Verpackungskonzepten die Integration einer zureichenden „funktionellen Barriere“. Funktionelle Barrieren sind definiert als Schichten oder Beschichtungen des Packmaterials, die sicherstellen, dass - bezogen auf Dauer und Einsatz - unerwünschte Stoffe nicht übergehen. Es können folglich keine pauschalen Aussagen über Barrierewirkungen getroffen werden.

Innenverpackungen aus Papier oder auf Basis von Polyolefinen verzögern zwar die Migration, unterbinden sie jedoch nicht und gelten nicht als „Barrieren“ im Hinblick auf den Stoffübergang von MOSH und MOAH. Eingeschränkte Barrierewirkung haben Folien aus Polypropylen (PP) in Abhängigkeit von Schichtdicke sowie von Zeit- und Temperaturverlauf. Aluminium-, Polyethylenterephthalat (PET)- oder Polyamid(PA)-Sperrschichten im Mehrschichtaufbau gelten dagegen als migrationsdichte Barrieren, die in der Lage sind, den Übergang von MOSH und MOAH fast vollständig zu verhindern. Allerdings ist der potenzielle Eintrag von Kunststoff-Oligomeren als POSH zu beachten.

Als funktionelles Barrierematerial z. B. für Innenbeutel (Bag-in-Box) könnte sich neben PA und PET grundsätzlich auch Ethylen-Vinylalkohol-Copolymer (EVOH), Polyvinylidenchlorid (PVDC) oder biaxial orientierte Polypropylen (BoPP) eignen.

Zur Modifizierung von recyclingfaserhaltigen Papier- und Kartonmaterialien (wie Faltschachteln) als Barrierematerial wurden verschiedene Produkte entwickelt, wie Kunststoffbeschichtungen, Striche, Adsorberschichten u. a.

Die Möglichkeit, das Ausmaß der Mineralölmigration vorherzusagen, ist für die Auswahl geeigneter Verpackungsmaterialien zur Vermeidung von Mineralölmigration essenziell. Es gibt unterschiedliche Konzepte und Messverfahren zur Prüfung der Funktionalität von Barrierschichten und Adsorbermaterialien. Da es sich bei MOSH und MOAH um Stoffgemische handelt, ist die Vorhersage der Permeation jedoch komplex. Einzelfallbetrachtungen sind erforderlich [23;24].

Die Permeation eines Stoffes durch eine funktionelle Barriere wird beeinflusst u. a. durch die Konzentration im kontaminierten Packstoff bzw. in der Gasphase, durch die Dicke und Qualität der Sperrschicht, das Verpackungsdesign und die Temperaturen. Entscheidend für die Bewertung von Mineralölbarrieren ist der Diffusionskoeffizient in der Barrierschicht als Materialkonstante. Die Eigenschaften einer funktionellen Barriere können über folgende Verfahren bestimmt werden [25]:

- Migrationstests
- Permeationstests mit statischem Akzeptor
- Permeationstests mit dynamischem Akzeptor
- „Lag-time“-Experimente

Derzeit werden in einem Forschungsprojekt, durchgeführt vom Fraunhofer Institut für Verpackung und Verfahrenstechnik (IVV), Leitlinien entwickelt, um das Migrationsverhalten und die Interaktion von Lebensmittelmatrix und Verpackungsart/-aufbau bewerten zu können. Durch mathematisches Modellierung soll die Vorhersagbarkeit in verifizierter und in praxisrelevanter Weise verfügbar gemacht werden (Forschungskreis der Ernährungsindustrie e.V., Forschungsprojekt „Minimierung der Mineralölmigration“, AiF-Forschungsvorhaben-Nr. 19016N, Stand November 2017).

# DAS BLL-TOOLBOX-KONZEPT

## Anwendung und Zielsetzung der Toolbox

Durch die Hinweise der vorliegenden „Toolbox“ des BLL sollen sich sachgerechte und zielführende Vermeidungs- und Reduzierungsansätze von MOSH und MOAH identifizieren lassen. Das gilt für die verschiedenen Stufen der zum Teil komplexen Prozess- und Veredelungsketten der Lebensmittelherstellung.

Die Anwendung eines „Tools“ zielt dabei nicht darauf ab, dass eine identifizierte Quelle in jedem Fall behandelt oder zwingend versiegelt werden muss. Die Toolbox soll Beiträge leisten für die Entscheidungsfindung eines Unternehmens bezüglich der Frage, welche Ansätze im Hinblick auf eine Eintrags- und Risikoverminderung schwerpunktmäßig verfolgt werden können.

Zielsetzung ist somit, die einzelnen Unternehmen zu ermächtigen, individuell nach stufenbezogener Analyse das Risiko von tatsächlichen Mineralöl-Einträgen möglichst zu beherrschen und Lösungsansätze zu finden. Eventuelle Prozess- und Produktänderungen müssen angemessen, ökonomisch vertretbar und produktgerecht sein. Im Sinne einer risikobasierten Vorgehensweise ist der Fokus auf die Vermeidung des Eintrags von MOAH zu legen.

In Bezug auf MOSH und MOSH-Analoge soll die „Toolbox“ auch helfen, die Grenzen der technischen Vermeidbarkeit zu diskutieren, insbesondere bezüglich der ubiquitären oder systemischen Einträge oder der Einträge über unverzichtbare Hilfsstoffe.

Die Rolle der Analytik dient der Unterstützung und Verifizierung einer erfolgreichen Vermeidungsmaßnahme. Untersuchungen sollten im Sinne von Stufenkontrollen quellennah geschehen. Da in komplexen Prozessen mehrere potenzielle Eintragspfade für MOSH und MOSH-Analoge möglich sind, ist die Endproduktkontrolle als „Erfolgskontrolle“ einer Maßnahme zur Eintragsminderung in der Regel nicht tauglich. Auch Forderungen nach vollständiger „MOSH-Freiheit“ als Ergebnis ergriffener Maßnahmen sind weder realisierbar noch das Ziel einer angemessenen Vermeidungsstrategie im Sinne des ALARA-Prinzips.

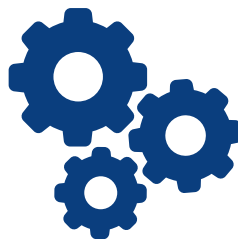
Diese Sammlung von Hinweisen in der „BLL-Toolbox“ erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ist nicht als „Best-Practice-Dokument“ zu verstehen. Die vorgestellten Vorgehensweisen sind beispielhaft und stützen sich auf den Stand der Erkenntnisse und aktuellen Forschungen (Stand Dezember 2017).

## Gliederung der Tools und Hinweise

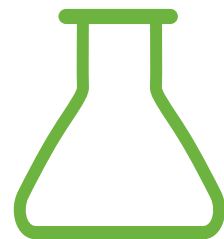
Die Gliederung der Toolbox orientiert sich an den potenziellen Eintragspfaden (siehe hierzu Abbildung 1):



Migration



Kontamination



Zusatzstoffe /  
Hilfsstoffe

Die nachfolgenden Tabellen sind wie folgt strukturiert:


<b>Laufende Nummer</b>	zur Erleichterung der Diskussion
<b>Quelle</b>	Betrachtungsgegenstand, Stoff oder Material, der/das potenziell zu einem Eintrag von MOSH, MOAH oder von MOSH-Analogen führen kann
<b>Pfad/Ursache</b>	Möglichkeit, wie der Eintrag von MOSH, MOAH oder Analogen stattfinden kann oder Ursachen
<b>Substanzen/Substanzgruppe</b>	In Bezug auf Eintragspfad oder Ursache zu erwartender Substanzen oder Substanzgruppen, hier definiert und differenziert betrachtet (siehe „Relevante Definitionen“ und Abbildung 2): <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>MOSH/MOAH</b></li> <li>• <b>PAO, POSH, MORE und sonstige MOSH-Analoge</b></li> </ul>
<b>Tool</b>	Vorschlag, mit welchen konkreten Maßnahmen diese Einträge verringert oder vermieden werden können als Handlungsoption
<b>Hinweise und Beispiele</b>	exemplarische Erläuterungen, die Verständnis und Entscheidungsfindung erleichtern können – ohne Anspruch auf Vollständigkeit
<b>Referenz</b>	Relevante Literaturverweise sind im Literaturverzeichnis (siehe dort) aufgeführt; mündliche Expertenhinweise sind als [Expert] benannt.

### Empfehlungen in der Toolbox: Spezifikationen in der Lieferkette



Kommunikation in der Lieferkette kann entscheidend sein für die Minimierung von Risiken und Vermeidung unerwünschter Einträge von Mineralölkomponenten. Geeignete Mittel zur Kommunikation in der Lieferkette sind erfahrungsgemäß zwischen Lieferant und Kunden abgestimmte Spezifikationen, welche die produktbezogenen Maßgaben im Einvernehmen mit dem Zulieferer enthalten sollten sowie die Vereinbarungen zur Erfüllung und zum Nachweis der Kundenforderungen. An verschiedenen Stellen der Toolbox wird deshalb die Nutzung von „Spezifikationen“ als ein unterstützendes Tool empfohlen.

Vom BLL wird darüber hinaus in diesem Zusammenhang auf die Informationsschrift „Spezifikationen in der Lebensmittelverpackungskette“ (2011) verwiesen: <https://www.bll.de/de/lebensmittel/verpackung>.

Das Symbol  steht dabei als Kürzel für den Hinweis, an dieser Stelle den Einsatz entsprechender Spezifikationen zu prüfen.

## I. Tools: **MIGRATION**

Migration findet maßgeblich über recyclingfaserhaltige Packstoffe statt, die grundsätzlich auf allen Stufen (Ebenen der Rohstoffgewinnung, -lagerung und -verarbeitung, Transporte, Veredlungs- und Herstellungsstufen sowie Handel) der Lebensmittelkette eingesetzt werden. Eintragsorte können deshalb auf allen Prozessstufen in einer Wertschöpfungskette liegen.

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
1	Papier/Karton/ Pappe	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	ggf. <b>Frischfaserprodukte</b> verwenden: Beutel, Faltschachteln und Wellpappe aus Frischfaser	<p>Einhaltung der Empfehlungen (BfR oder CoE) beachten für Herstellung und Einsatz von Papieren, Kartons und Pappen für Lebensmittelkontakt; GMP-Leitlinien der Verbände für Faltschachteln und für Bedruckung;</p> <p>nicht jede Frischfaser ist frei von MOSH/MOAH, da Einträge durch Verarbeitungshilfsstoffe bei der Papierherstellung möglich; Frischfasermaterial kann im Laufe der Lagerung MOSH/MOAH aufnehmen;</p> <p>Frischfaser stellt keine Barriere dar;</p> <p>spezifizierte Primärfaserkartons nach DIN, wie GC1, GC2, GN4 u. a.</p>	[6a] [6b] [17] [27] [26]
2	Papier/Karton/ Pappe	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	<p>ggf. <b>Funktionelle Barriere</b> für Endproduktverpackungen verwenden: Beschichtung, „Bag in Box“ oder Liner (Kraftsäcke), Wellpappe</p> <p>gilt auch für Verpackungen von Vorprodukten</p>	<p>für Rohwaren/Vor- und Zwischenprodukte geeignetes Barrierematerial verwenden: z. B. EVOH, PVDC, PA, PET, BOPP für Bag in Box;</p> <p>Beschichtung: Co-extrudierte Kunststoffe oder Oberflächenveredelung auf Karton, z. B. in Kartons oder Papiersäcken;</p> <p>barriereoptimierte Produkte , z. B. für Faltschachteln oder Wellpappekartons</p>	[17] [24] [25]



NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
3	Papier/Karton/ Pappe	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	Bei Verwendung von <b>Barriermaterialien:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Durchbruchzeiten</b> beachten</li> <li>· Verpackungsdesign anpassen</li> </ul>	Je nach Beschaffenheit und Lagerbedingungen des Lebensmittels ist ein Durchbruch von MOSH/MOAH möglich (Schwammeffekt); innerhalb einer Verpackungseinheit können randständige Teile stärker belastet sein als mittige. Verschiedene Anbieter spezieller barriereoptimierter Produkte am Markt; geeignete Barrierschichten verzögern die Migration. Bei Verwendung von Recyclingmaterial sind Kombinationen mit Barriere- oder Absorbermaterialien möglich; Schnittkanten reduzieren; freie im Verpackungsgasraum zugängliche Klappenoberflächen minimieren	[25] [24] [6b]
4	Papier/Karton/ Pappe	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	Bei Verwendung von <b>Recyclingmaterial:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>· <b>Qualität</b> spezifizieren (max. Gehalt für MOSH/MOAH festlegen)</li> <li>· Lebensmitteleignung beachten</li> <li>· <b>Lager- und Transportbedingungen</b> so wählen, dass keine Migration möglich ist</li> </ul>	bei Verwendung von Recyclingfasern zur Herstellung von Lebensmittelkontaktmaterialien ist Auswahl der Altpapiersorten relevant; kein Einsatz von Recyclingfasermaterial für die Primärverpackung für trockene, nicht fettende Lebensmittel wie Mehl, Gries, Reis, Zucker mit großen Oberflächen etc. ohne geeignete Barrieren; Migration ist abhängig von der Kontaktzeit und der Lagertemperatur; kein relevanter Übergang findet statt bei tiefgekühlten Produkten und Kurzzeitkontakt; Transportkartons aus Recyclingmaterial zügig entfernen; Lagerung in Transport-Wellpappekartons vermeiden	[17] [27] [10] [1]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
5	Papier/Karton/ Pappe	Primärverpackung	<b>MOSH-Analoge (MORE)</b>	Angaben zu verwendeten <b>Stoffen</b> der Papierherstellung und -veredlung anfordern:  <ul style="list-style-type: none"> <li>· Einsatz von <b>Leimstoffen</b> fordern, die keine MOSH-Analoge eintragen;</li> <li>· <b>Wachse</b>, die für die Papierherstellung eingesetzt werden, vermeiden</li> <li>· paraffinfreie <b>Schaumverhüter verwenden</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Leimstoffe dienen der Tintenfestmachung bei der Papierherstellung (in der Masse); können zu falsch-positiven Ergebnissen führen; Wachs- und Paraffin-Dispersionen, Dialkyl (C10 – C22)-diketene;</li> <li>· Wachse führen zu einer besseren Bedruckbarkeit (wasserabstoßende Wirkung) der Papiere; Eintrag im Strich; führen zu falsch-positiven Befunden;</li> <li>· als Schaumverhüter werden auch Paraffinöle eingesetzt</li> </ul>	[17]
6	Papier/Karton/ Pappe	Sekundärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	Siehe Tools: Primärverpackung	Bei Sekundärverpackung aus Wellpappe wird Migration nur relevant, wenn Primärverpackung keine Barriereigenschaften hat; dann Prüfung der Verwendung von Kartons auf Basis von Recyclingmaterial und Barriereausstattung	[Expert]
7	Papier/Karton/ Pappe	Transport- verpackung, Tertiärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	Siehe Tools: Primärverpackung	Die Transportverpackung umfasst mehrere Verpackungen zum Zwecke des Transports oder der Lagerung;  auch Transportverpackung für die Zufuhr von Primär- und Sekundärverpackungen oder Verpackungskomponenten muss so beschaffen sein, dass kein Einfluss möglich ist;  ggf. Barrierematerial verwenden	[Expert]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
8	Papier/Karton/ Pappe	Container- auskleidungen/ -innenhüllen	<b>MOSH/MOAH</b>	Verwendung mineralöl- armer Container-Ausklei- dungen (sog. Dressings) insbesondere beim Seetransport	Containerdressings bei Containertransport für Bulk- und Sackware oder bei offenen Schüttgütern sollen frei von Mineralölen und frei von Altpapierstoffen oder mit funktionellen Barrieren ausgerüstet sein; FCC-Leitlinien konkretisieren	[28] [29]
9	Papier/Karton/ Pappe	Containerauskleidung	<b>MOSH/MOAH</b>	Alternativmaterial zur Feuchtigkeitsabsorption im Transport-Container verwenden	Verzicht auf Verwendung von Dressings aus Kartons aus Altpapier oder auf Basis von Recyclingmaterial	[28]
10	Papier/Karton/ Pappe	Sekundärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	keine Wärme- oder Hitzebehandlungen (wie Aufschmelzen) von Rohstoffen oder Zwi- schenprodukten in den Verpackungen (insbeson- dere bei Kunststoff- oder Kartonverpackungen); Packstoffe vollständig entfernen; offene Innen- beutel in verschlossenen Kartons vermeiden	Extraktion der MOSH/MOAH-Gehalte aus Sekundär- verpackung wie Wellpappe durch Wärme; z. B. beim Temperieren oder beim Aufschmelzvorgang von Fetten oder beim Entkeimen von Pulvern	[Expert]
11	Druckfarbe	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	Verwendung von migrationsarmen, mineralölfreien Farben	Anwendung der FFI/ECHMA- und EuPIA- Empfehlungen mit GMP-Leitlinien	[30] [6a] [6b]
12	Druckfarbe	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	Verschleppungen von mi- neralöhlhaltigen Farben in der Druckerei vermeiden	Verschleppung mineralöhlhaltiger Farben aus anderen Druckprozessen bei Maschinenumstellung in der Druckerei; Anwendung „Gute-Verfahrenspraxis“ beachten/ GMP-Leitlinien	[Expert] [6a]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
13	Druckfarbe	Primärverpackung	MOSH/MOAH	bei Innenbedruckung einer Verpackung funktionelle Barriere verwenden	auch für Innenbedruckung mineralölfreie Druckfarben verwenden; auch mineralölfreie Druckfarben können zu falsch-positiven Befunden führen aufgrund der Begleitstoffe mit Bindemitteln.	[Expert] [Expert]
14	Druckfarbe	Primärverpackung	MOSH/MOAH	Abklatsch bedruckter Flächen auf Lebensmittelkontaktmaterialien vermeiden	Anwendung der FFI/ECHMA- und EuPIA-Empfehlungen; Bedruckung nach Maßgabe der GMP-Verordnung (EU) Nr. 2023/2006 (dort Anhang 1)	[13] [6a] [6b]
15	Klebstoffe	Primärverpackung und Sekundärverpackung	MOSH/MOAH MOSH-Analoga (MORE)	Einsatz von Klebstoffen fordern, die keine oder nur sehr geringe Mengen an niedermolekularen Kohlenwasserstoffen abgeben; Einsatz von Seal-/Reseal-Kleber, die keine niedermolekularen Kohlenwasserstoffe abgeben	Schmelzklebstoffe (Hotmelt), Haftklebstoffe, wasserbasierte Klebstoffe, Seal-/Resealklebstoffe sind Quellen für MOSH und MOSH-Analoga (PAO); Klebstoffe können niedermolekulare Kohlenwasserstoffe abgeben, die migrieren.	[31] [32]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
16	Kunststoff	Primärverpackung	<b>MOSH-Analogue (POSH)</b>	Bei Verwendung von Kunststoffmaterial als funktionelle Barriere auf ausreichende Barriere-eigenschaften achten; geeignete Schichtdicke oder Mehrschichtaufbau	<p>Eintrag von POSH aus Kunststoffschichten möglich und unvermeidbar;</p> <p>insbesondere PP/PE-Kunststoffe können durch Übergang von POSH falsch-positive Ergebnisse liefern. Es gibt keine Möglichkeit zur analytischen Trennung von MOSH und POSH. Jeweilige SMLs und Gesamt-migration nach VO (EU) Nr. 10/2011 beachten; Mehrkomponentenmaterial oder Acryllackierung können POSH-Eintrag reduzieren;</p> <p>betrifft Folien- und Verbundverpackungen z. B. Beutel, Bigbags, PE-Liner, Kanister, Transportboxen Behälter, Siegelfolie (Folie auf Tray) u. ä.;</p> <p>Erhöhung der POSH-Gehalte möglich durch Wärme-anwendung z. B. Aufschmelzen von Fetten in Beuteln;</p> <p>zur Herstellung werden Produktionsöle (technische Weißöle) verwendet; können MOAH-Quellen sein.</p>	[33] [Expert]
17	Kunststoff	Sekundärverpackung	<b>MOSH-Analogue (POSH)</b>	Material mit ausreichenden Barriereeigenschaften wählen	<p>Barriereeigenschaften der Sekundärverpackung dienen als Schutz gegen Migration aus Transport- bzw. Tertiärverpackung z. B. Schrumpffolie, Wickelfolie;</p> <p>aber: bei Materialien mit absoluten Barriereeigenschaften ist kein Austrag durch „Ausgasen“ möglich</p>	[Expert]
18	Jute- und Sisalfasern	Säcke	<b>MOSH/MOAH</b>	Verwendung geeigneter Jutesäcke nach IJO (Foodgrade) und Einsatz pflanzlicher Batching Oils fordern	<p>betrifft z. B. Transport von Schüttgütern wie Kakao-bohnen, Getreide, Gewürzen in Jutesäcken aus Ursprungsländern „Food Grade Quality“ nicht ausreichend definiert;</p> <p>IJO-Standards einhalten; keine Qualitätsstandards bzgl. MOSH- und MOAH-Gehalten</p>	[28] [34] [35]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
19	Metallfolie/ Metallbänder (lackiert, kaschiert)	Primärverpackung	<b>MOSH-Analogue (MORE)</b>	<p>Surface Lubricants auf Basis von MOH bzw. MORE nach Möglichkeit vermeiden;</p> <p>Keine unvermeidbaren Rückstände von Walzölen oder Walzemulsionen zulassen;</p> <p>beidseitig im Falle von Rollen- oder gestapelter Ware;</p> <p>MOSH/MOAH-freie Beschichtung und Lacke verwenden</p>	<p>Walzöle oder Walzemulsionen werden zur Herstellung von Metallfolien gebraucht, i. d. R. Paraffinöle, die MOSH-Analogue eintragen können;</p> <p>bei lackierten und kaschierten Anwendungen müssen die Folien/Bänder gegläht werden und die verwendeten Walzöle verdampfen;</p> <p>Lackier- und Kaschierkomponenten berücksichtigen, da diese MOSH-Analogue (MORE) enthalten können;</p> <p>bei Bedruckung Druckfarbenspezifikationen beachten und Abklatsch von Dosen-Innenseiten vermeiden.</p>	[Expert] [36] [44]
20	Verbundstoffe/ Laminate	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	<p>Für Barrierschichten geeignetes Material mit entsprechender Schichtdicke verwenden;</p> <p>bei Aluminiumfolie gilt eine Schichtdicke ab 6 µm als geeignet in Abhängigkeit von den Verbundmaterialien;</p> <p>Packungsdichtigkeit unter Beachtung der Verschlusstechnik prüfen</p>	<p>Aluminium-Dichtigkeit (Pinholes/Fehlstellen) spezifizieren für Aluminiumfolien und Verbundmaterialien;</p> <p>bei Getränkekartons ist Alu-Schichtdicke von 6,25 µm üblich;</p> <p>Metallisierungen stellen im Gegensatz zu Metall bzw. Aluminiumfolien in der Regel keine Barrieren für MOSH/MOAH dar.</p>	[24] [Expert] [44]
21	Kaschierte Verbundfolien	Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH  MOSH-Analogue (POSH)</b>	<p>geeignetes Trägermaterial (Kunststoffe) mit entsprechender Schichtdicke verwenden</p>	<p>z. B. Verbundbeutel als Innenbeutel</p> <p>Es gelten die Anforderungen der Kunststoff-Verordnung Nr. 10/2011 in Verbindung mit Konformitätserklärungen.</p>	[Expert] [24]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
22	Metallfolien/ -bänder mit nicht lackierter bzw. nicht kaschierter Metalloberfläche	Primärverpackung und Vorstufen für Primärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge</b> <b>(MORE)</b>	Rückstände von Walz- und Verformölen (Surface Lubricants) vermeiden	Schokofolie, unbeschichtete Menüschaalen, Dosen; zur Herstellung von Metallfolien oder -bändern werden keine Walzemulsionen sondern Walzöle auf Basis von MORE verwendet, sie entsprechen in der Regel den Reinheitsanforderungen der FDA;  in allen Fällen erfolgt vor der weiteren Verabeitung eine Weichglühung, bei der Reste des aus dem Walz- prozess noch vorhandenen Walzöls verdampfen.	[Expert]  [6]  [37]
23	Holz	Sekundärverpackung	<b>MOSH/MOAH</b>	mit geeigneter Primär- verpackung mit Barriere- wirkung kombinieren	Holzkisten z. B. als Schmuck- oder Transportkisten, weisen keine Barriereigenschaften auf.	[Expert]



## II. Tools: KONTAMINATION

Systematische Einträge sind auf allen Prozessstufen möglich, z. B. über Schmierstoffe, Druckluft oder Einsatz von Prozesshilfsmitteln (z. B. Entschäumer) oder aus dem Prozessumfeld (z. B. Staubbinder). Punktuelle Einträge können sich durch Havarien/Unfälle oder Fehlgebrauch von Hilfsmitteln ergeben; vorkommende Stoffe können MOSH/MOAH und bzw. oder MOSH-Analoge eintragen, wobei es die Möglichkeit zur analytischen Trennung und eindeutigen Quellenidentifizierung gibt.

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
24	Lebensmittel-technische Schmierstoffe (food grade $\hat{=}$ incidental food contact)	Havarie, Kontamination, kontinuierlicher Eintrag	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge (PAO, MORE)</b>	Spezifizierte und von NSF international zertifizierte Schmierstoffe (NSF H1) einsetzen oder synthetische Schmierstoffe; technisch unvermeidbaren Eintrag minimieren (Anweisungen, Mitarbeiterschulung); Hygienic Design der Anlagen beachten (Schmiernippel, Motoren, Kompressoren etc.) durch Wartung	„food grade“ – Schmierstoffe für Maschinen und Anlagen für lebensmittelnahen Einsatz ohne beabsichtigten Produktkontakt;  Schmierstoffe auf Mineralölbasis können neben MOSH auch MOAH enthalten; es gibt MOAH-freie Produkte; gemäß FDA: max. Restgehalt von 10 mg „Mineraloils“/kg Lebensmittel für H1-Schmierstoffe; PAO liefern nach Havarie falsch-positive Ergebnisse; synthetische Schmierstoffe sind homogener, nicht frei von MOSH und PAO, frei von MOAH.	[36] [37] [38] [39]
25	Schmierstoffe, technische Qualität (no food contact)	Havarie	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge (PAO, MORE)</b>	keine Verwendung von Schmierstoffen in technischer Qualität (NSF-H2) in der Lebensmittelproduktion und möglichst auch nicht im weiteren Prozessumfeld (z. B. Antriebe);  Havariekonzepte mit Wartungsmaßnahmen/Sperrungen vorsehen	Schmierstoffe mit technischer Qualität sind weniger aufgereinigt und können auch MOAH aufweisen.	[28]



NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
26	Schmierstoffe, technische Qualität	Druckluft  Pneumatische Anlagen	<b>MOSH/MOAH</b>  <b>MOSH-Analoge (PAO, MORE)</b>	Druckluftpumpen/Kompressoren regelmäßig auf Öldurchbruch prüfen;  ggf. ölfreie Kompressoren verwenden; abgasfreie Umgebungsluft ansaugen	Einsatz von Druckluft bei Sprühtrocknung, bei allen pneumatischen Fördereinrichtungen wie zur Förderung von granulat- oder pulverförmigen Gütern (z. B. Siloentleerung, Silobefüllung); Lebensmittelkontakt mit Druckluft in Abfüll-/Verpackungsanlagen;  die Normen DIN ISO 8573 ff. regeln Anforderungen an Druckluftqualität; gemäß ISO 8573-1 ist für Druckluft mit direktem Kontakt mit Lebensmittel ein maximaler Restölgehalt von 0,01 mg/qm festgelegt.	[Expert]  [40; 41]
27	Technische Schmierstoffe	kontinuierlicher Eintrag über Erntemaschinen oder Havarie	<b>MOSH/MOAH</b>  <b>MOSH-Analoge (PAO, MORE)</b>	Leckagen, die zu Eintrag von Schmierölen führen, verhindern/minimieren;  möglichst auch auf Primärproduktionsstufen geeignete Schmierstoffe (NSF-H1/NSF-H2) verwenden	Einsatz von Erntemaschinen, z. B. Mähreschern, und Fördereinrichtungen an Erntemaschinen;  Wartungs- und Havariekonzepte gegen Leckagen und Unfälle	[28]
28	Rauch, Trocknungsgase/ Verbrennungsgase	Trocknungsverfahren	<b>MOSH/MOAH</b>	Direkttrocknung von Rohstoffen mit Verbrennungsgasen vermeiden in Abhängigkeit von der Energiequelle	hauptsächlich Eintrag von leichtflüchtigen Kohlenwasserstoffen und PAH; betrifft Trocknungsprozesse z. B. bei Gewürzen, Getreideerzeugnissen	[Expert]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	TOOL	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
29	Transportcontainer mit Direktkontakt	mit Mineralöl kontaminierte Transportcontainer	MOSH/MOAH	fachgerechte Reinigung prüfen (ggf. Zertifizierung), kritische Vorfrachten ausschließen	Container, die für Rohstoffe und Lebensmittel verwendet werden, z. B. flüssige, pastöse Güter (Öle, Fruchtpulpen u. a.) oder pulverförmige Güter (z. B. Getreidemahlerzeugnisse)	[Expert]
30	Technische Schmierstoffe	Transportkette Förderung	MOSH/MOAH  MOSH-Analoge (PAO)	Eintrag von Schmierölen verhindern/minimieren; alle pneumatischen oder Band-Förderungen sind relevant;  möglichst in der gesamten Transportkette H1-Schmierstoffe verwenden	auch bei Einsatz von H1-Schmierstoffen ist Eintrag von MOSH und PAO möglich  z. B. Fördereinrichtungen, Gabelstapler, kontaminierte Transportbehälter oder Träger (z. B. Mehrwegpaletten)	[Expert]  [28]
31	Technische Schmierstoffe	Havarie oder systematische Kontamination	MOSH/MOAH  MOSH-Analoge (PAO)	kein Kontakt von Rohwaren zu mit Schmieröl belasteten Lagerflächen oder Lagerböden;  keine Rohware von kontaminierten Anbauflächen	Handhabung von Rohwaren im Erzeugerland (z. B. Trocknung) oder auf Transportweg (z. B. Ladeflächen)	[Expert]
32	Abgase	Umgebungsluft Belüftungen	MOSH/MOAH	Einträge durch Abgase vermeiden, Fuhrpark prüfen, Stellen für Außenluft-Ansaugung prüfen	rückwärtiges Anfahren an Lager etc. vermeiden, Motoren abstellen	[Expert]  [27]



### III. Hinweise zu Einträgen aus Zusatzstoffen und Hilfsstoffen

Diese Hinweise im Rahmen der vorliegenden Toolbox sind keine „Tools“ im definierten Sinne. Die Hinweise erfolgen zur Vervollständigung der Informationen über potenzielle Eintragungspfade bei der Lebensmittelherstellung und zur Erklärung möglicher Befunde.

Es ist an dieser Stelle nicht das Ziel, auf den Ersatz oder Verzicht technologisch erforderlicher Lebensmittelzusatzstoffe oder Hilfsstoffe hinzuwirken.

Gleiches gilt für die Prozesse der Herstellung von Packstoffen aller Art oder für sonstiges Lebensmittelkontaktmaterial. Die Beschreibung der dort erforderlichen Hilfs- und Zusatzstoffe mit Potenzial zum Eintrag von MOSH-Analogen führt im Rahmen dieser Toolbox jedoch zu weit.

Lebensmittelzusatzstoffe und technische Verarbeitungs- oder Hilfsstoffe werden i. d. R. zulässigerweise und technisch unverzichtbar eingesetzt zur Konditionierung von Zutaten, Rohstoffen, Prozessbedingungen, Werkstoffen und Gerätebereitestellungen. Die Anwendungen erfolgen nach Guter Herstellungspraxis (GHP).

Es gibt im Endprodukt keine Möglichkeit mit den derzeit üblichen Messmethoden zur analytischen Trennung von Mineralölkohlenwasserstoffen und sogenannten Analogen. Lebensmittelzusatzstoffe, die als MOSH-Analoge zu „falsch-positiven Befunden“ führen können, deren zulässige Verwendungen nach VO (EU) Nr. 1333/2008 u. a. als Trennmittel, verzehrbare Überzugsmittel, Schaumverhüter oder als Zutaten nach „Quantum-Satis-Prinzip“ (qs) stattfinden, sind u.a.: [42]

–	Mikrokristalline Wachse/Hartparaffine	E 905
–	Carnauba-Wachs	E 903
–	Candellila-Wachs	E 902
–	Bienenwachs	E 901
–	Siloxan	E 900
–	Polyethylenwachsoxidate	E 914

#### Hinweise zu Paraffin/Paraffinöle/Hartparaffin

Paraffine sind Erdölprodukte, die aus Gemischen aus Alkanen (gesättigte Kohlenwasserstoffe) bestehen und damit der Definition von MOSH entsprechen. Je nach Gemisch und Zusätzen sind flüssige, viskose/pastöse oder feste Paraffine zu unterscheiden.

Weißöle sind Paraffinöle, wobei sogenannte „technische“ Weißöle in der Regel MOAH-haltig sind und sogenannte medizinische Weißöle MOAH-frei sind [36]. Für Weißöle mit hoher und mittlerer Viskosität wurde 2013 von der EFSA ein ADI von 12 mg/kg Körpergewicht/Tag festgelegt. [43]

Vielfältige Anwendungsbereiche paraffinbasierter Hilfsstoffe oder Zusatzstoffe gibt es auf allen Stufen der Gewinnung und Verarbeitung von Lebensmittelrohstoffen und Lebensmitteln sowie bei der Herstellung von Lebensmittelkontaktmaterialien:

- Schmierstoffe (food grade und technische)
- Grundstoffe für technische Schutz- und Trennmittel
- Pflegemittel für Maschinen und Anlagen
- Pflegemittel in der Nutztierhaltung
- Gleitmittel für bewegliche Anlagenteile oder Lebensmittelkontaktmaterialien (z. B. Kunstdärme)
- Produktionsöle, Walz-, Trenn- und Formöle für Lebensmittelkontaktmaterialien als Lebensmittelzusatzstoffe, u.a. Glanz-, Trenn- oder Überzugsmittel
- Tierarzneimittelkomponenten (Nebenstoffe in Impfstoffen)
- Futtermittelkomponenten
- Pflanzenschutzmittel (als Haft- oder Wirkstoff)
- Frostschutzmittel im Pflanzenbau

Hartparaffine, mikrokristalline Wachse und deren Mischungen mit Bienenwachs, Wachsen, Harzen und Kunststoffen werden bei der Herstellung von Lebensmittelkontaktmaterialien wie Haftkleber, Papierbeschichtungen sowie von nicht zum Verzehr bestimmten Überzügen verwendet. [45]

Oberflächenschmierstoffe (Surface Lubricants), Walzöle und Walzemulsionen werden bei Prozessen zur Herstellung und Bearbeitung von metallischen Materialien gebraucht. Der Einsatz ist technisch erforderlich und nicht vermeidbar. Die eingesetzten Produkte sind i. d. R. auf Paraffinbasis und entsprechen den international anerkannten Anforderungen des US-Code of Federal Regulation (CFR) 21 § 178.3570 (Lubricants for incidental food contact), § 178.3620 (Mineral Oil), und § 178.3910 (Surface Lubricants used in the manufacture of metallic articles), insbesondere auch den festgelegten Reinheitskriterien. Nach diesen Spezifikationen in Walzölen und Surface Lubricants sind MOH enthalten, die als MOSH-Analoga analytisch relevant werden.

Bei der Herstellung z. B. von Aluminiumfolien, -schalen, -tuben und vergleichbaren Erzeugnissen, die bestimmungsgemäß als Lebensmittelkontaktmaterial eingesetzt werden, findet eine Weichglühung der Metallfolien und -bänder als Vorprodukte statt, wobei das aus dem Walzprozess vorhandene Walzöl verdampft. Bei der Herstellung von z. B. Weißblech-Dosen werden „Surface Lubricants“ verwendet, die, sofern sie auf der Oberfläche verbleiben, für den Lebensmittelkontakt vorgesehen sind (CFR 21 § 178.3570) oder nach der mechanischen Bearbeitung wieder entfernt werden, damit eine Lackierung erfolgen kann.



### III. Hinweise: ZUSATZSTOFFE/HILFSSTOFFE

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
a	Trennmittel	mikrokristalline Wachse als - Wickler - Coatings - Glanzmittel - Überzüge	<b>MOSH-Analogue (MORE)</b>	Verwendung z. B. bei gewachsten Papieren, Wickelpapieren, Überzüge für Käse- oder Fleischerzeugnisse;  durch Abrasion von mikrokristallinen Wachsen gehen hauptsächlich Verbindungen der MOSH-Fraktion über und führen als MOSH-Analogue zu falsch-positiven Befunden;  SML gemäß VO (EU) Nr. 10/ 2011 beachten sowie Verwendungsbedingungen nach VO (EU) Nr. 1333/2008 ;  ggf. Prozesstemperatur für Einwickler prüfen;  ggf. Alternativen prüfen: - Wicklerbeschichtung auf Pflanzenester-Basis - Einsatz Quantum Satis (qs)	[33]  [42]
b	Trennmittel	Hartparaffin oder mikrokristalline Wachse	<b>MOSH-Analogue (PAO, MORE)</b>	Verwendung z. B. bei Süßwaren, Früchten;  in zulässigem Umfang unbedenklich, als MOSH-Analogue analysenrelevant;  ggf. Verwendung von alternativen Wachsen wie Carnauba-Wachs oder Bienenwachs , die jedoch ebenfalls als MOSH-Analogue analysenrelevant sind	[Expert]
c	Glanzmittel, Trennwachse, Überzugsmittel	Oberflächenbehandlung	<b>MOSH-Analogue (PAO, MORE)</b>	Verwendung z. B. bei Süßwaren, Wursthüllen oder Lebensmittelkontaktmaterial; ggf. Produktrezeptur prüfen;  ggf. alternativ geeignete Glanzmittel auf pflanzlicher Basis prüfen;  Eintrag von gesättigten Kohlenwasserstoffen als MOSH-Analogue	[Expert]  [42]
d	Staubbinder	versprühen von mineralölbasierten Ölen	<b>MOSH/MOAH</b>	Einsatz bei staubenden Schüttgütern, die Lebensmittelrohstoffe sind, wie Sojabohnen, Getreide, Raps, und andere Ölsaaten;  alternativ Verwendung mineralölfreier Staubbinder auf Pflanzenölbasis;  bei staubenden Lebensmitteln, wie Mehlen oder Pulvern, nur Staubbinder auf Pflanzenölbasis oder Stoffe nach VO (EU) Nr. 1333/2008 verwenden	[2]

NR.	QUELLE	PFAD/URSACHE	SUBSTANZEN	HINWEISE/BEISPIELE	REFERENZ
e	Trennmittel Anti-Haftmittel	Paraffinöle oder Weißöle zur Maschinenpflege oder als Formöle für Backformen und Bleche	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge</b> <b>(MORE)</b>	Verwendung medizinischer Weißöle; bei vorhersehbarem Lebensmittelkontakt nur pflanzliche Öle oder zulässige Stoffe nach VO (EU) Nr. 1333/2008 zulässig	
f	Papiere zu Back- und Trennzwecken	Hilfsmittel, Trennmit- tel mit unmittelbarem Lebensmittelkontakt	<b>MOSH-Analoge</b> <b>(PAO, MORE)</b>	Verwendung bei Back- und Erhitzungsprozessen; Zusammensetzung kann zum Eintrag von MOSH-Analogen führen.	[17]
g	Entschäumer	Silikonöle, Paraffinöle	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge</b> <b>(MORE)</b>	werden häufig in Lebensmittel-Verarbeitungsprozessen eingesetzt: Waschwässer, Frittierprozesse; bei technischen Anwendungen der Papierherstellung, bei Papierrecycling, bei Klebstoff-Herstellung; ggf. Einsatz von Pflanzenölen als Entschäumerbestandteile	[42]
h	Pestizid- formulierungen	Einsatz von Pestiziden auf Paraffinölbasis	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge</b> <b>(MORE)</b>	Verwendung und Auftreten als MOSH-Analoge im Bereich der pflanzlichen Rohstoffe möglich	
i	Pflegefette	Paraffinbasis	<b>MOSH/MOAH</b> <b>MOSH-Analoge</b> <b>(MORE)</b>	Anwendungen bei lebensmittelliefernden Tieren z. B. als Melkfett; Einsatz quantum satis; Havarien vermeiden	

## Literatur

- [1] Abschlussbericht (2012): Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmitteln. Ein Entscheidungshilfeprojekt des Bundesministeriums für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz. Veröffentlicht durch die Bundesanstalt für Landwirtschaft und Ernährung (BLE) [https://service.ble.de/ptdb/index2.php?detail\\_id=21002&site\\_key=145&stichw=Altpapier&zeilenzahl\\_zaeher=1&pId=21002&dId=116619](https://service.ble.de/ptdb/index2.php?detail_id=21002&site_key=145&stichw=Altpapier&zeilenzahl_zaeher=1&pId=21002&dId=116619)
- [2] EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (Contam) (2012, ersetzt in 2013): Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. EFSA Journal 10 (6): 2704 <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/2704>
- [3] Matissek R, Baltés W (2015) Lebensmittelchemie. 8. Auflage. Springer Spektrum Verlag . Berlin: 361 ff
- [4] Matissek R, Raters M, Dingel A, Schnapka J (2014) Masterplan zur Minimierung von MOSH/ MOAH in Lebensmitteln. Food Lab (3): 30-33
- [5] Matissek R, Dingel A, Schnapka J (2016) Minimierung von Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln - Forschungsprojekt zur Identifizierung von Eintragswegen und Minimierungsmaßnahmen. WPD Moderne Ernährung heute
- [6a] European Printing Inks Association <http://www.eupia.org/index.php?id=29&type=98>
- Information Leaflet: Printing Inks for Foods Packaging (en, fr, de)
  - Frequently Asked Questions on the Legal Status of Printing Inks, Coatings and Varnishes for the Non-food Contact Surface of Food Packaging (en, fr, de)
  - EuPIA Guideline on Printing Inks Applied to the Non-Food Contact Surface of Food Packaging Materials and Articles (en, fr, de)
  - Inventory List compromising Packaging Ink Raw Materials Applied to the Non-Food Contact Surface of Food Packaging (en)
  - Good Manufacturing Practices ( GMP): Printing Inks for Food Contact Materials (en, de)
- [6b] European Carton Makers Association (ECMA) (2013):
- Food Safety Good Manufacturing Practice Guide ( Deutsche Übersetzung durch Fachverband Faltschachtel Industrie e.V. (FFI) <https://www.ecma.org/uploads/Bestanden/Publications/GMP/ECMA%20GMP%20%20Version%201.1%20DE.pdf>
- [7] Neukom HP, Grob K, Biedermann M, Noti A (2002) Food Contamination by C20 - C50 mineral paraffins from atmosphere. Atmos Environ. 36 (30):4839-4847
- [8] Richter L, Biedermann-Brem S, Simat T J, Grob K (2014): Internal bags with barrier layers for foods packed in recycled paperboard. Eur Food Res Technol 239 (2): 215–225
- [9] Lommatzsch M, Richter L, Biedermann-Brem S, Biedermann M, Grob K, Simat T J (2016): Functional barriers or adsorbent to reduce the migration of mineral oil hydrocarbons from recycled cardboard into dry food. Eur Food Res Technol DOI
- [10] DIN EN 16955 : 2017-8 „Lebensmittel – Pflanzliche Öle und Lebensmittel auf Basis pflanzlicher Öle – Bestimmung von gesättigten Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MOSH) und aromatischen Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MOAH) mit on-line HPLC-GC-FID“
- [11] Bundesinstitut für Risikobewertung/Kantonales Labor Zürich-Kompodium „Messung von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen in Lebensmitteln und Verpackungsmaterialien“ <http://www.bfr.bund.de/cm/343/messung-von-mineraloel-kohlenwasserstoffen-in-lebensmitteln-und-verpackungsmaterialien.pdf>
- [12] Spack L, Leszczyk G , Varela J, Simian H, Thomas, Gude T, Stadler R (2017): Understanding the Contamination of Food with Mineral Oil: The Need for a Confirmatory Analytical as well as Procedural Approach. Food Addit & Contam 34:1032-1071

- [13] Biedermann M , McCombie G, Grob K, Kappenstein O, Hutzler C, Pfaff K, Luch A (2017) FID or MS for mineral oil analysis? Journal of Consumer Protection (online 16. September 2017)
- [14] Schnapka J, Dingel A, Matissek R (2017): MOSH und MORE in Lebensmitteln - Was steckt unter dem MOSH-Hump? DLR (113): 442-448
- [15] Matissek R (2017): „MOSH/MOAH Minimisation in Foods“. Präsentation bei „Mineralölbestandteile in Lebensmitteln und Kosmetik. 9.-10.2.17 in Berlin
- [16] Barp L, Kornauth C, Wuerger T, Rudas M, Biedermann M, Reiner A, Concin N, Grob K (2014): Mineral oil in human tissues, Part I: concentrations and molecular mass distributions. Food Chem Toxicol 72: 312–321
- [17] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2016): XXXVI. Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt (Stand 1.7.2016) sowie XXXVI/2. Papiere für Backzwecke: <https://bfr.ble.de/kse/faces/resources/pdf/360.pdf;jsessionid=F316D84321C5909FA0891666F1DD326C>
- [18] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR): Fragen und Antworten zu Mineralölbestandteilen Lebensmitteln – Aktualisierte FAQ des BfR vom 26. November 2015 [http://www.bfr.bund.de/de/fragen\\_und\\_antworten\\_zu\\_mineraloelbestandteilen\\_in\\_schokolade\\_aus\\_adventskalendern\\_und\\_anderen\\_lebensmitteln-132213.html](http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_mineraloelbestandteilen_in_schokolade_aus_adventskalendern_und_anderen_lebensmitteln-132213.html)
- [19] Kantonales Labor Zürich (2016): „EFSA-Projekt zur Toxizität von Mineralöl“ Jahresbericht: 61 ff.
- [20] Entwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft „Zweiundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung“ (BedGgstV). Stand vom 07.03.2017 [http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Service/Rechtsgrundlagen/Entwuerfe/Entwurf-22VerordnungBedarfsgegenstaende.pdf?\\_\\_blob=publicationFile](http://www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Service/Rechtsgrundlagen/Entwuerfe/Entwurf-22VerordnungBedarfsgegenstaende.pdf?__blob=publicationFile)
- [21] SciCom, Wetenschappelijk Comité van het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV): Advies 19-2017 „Actiedrempels voor minerale olie koolwaterstoffen in levensmiddelen“ (SciCom 2016/15 vom 22.9.2017): <http://www.favv.be/professionelen/levensmid-delen/mineraleolie/>
- [22] EMPFEHLUNG (EU) 2017/84 der Kommission vom 16. Januar 2017 über die Überwachung von Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln und Materialien und Gegenständen, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen (Amtsblatt der Europäische Union L 12 vom 17.01.2017; S. 95)
- [23] Schweizerisches Verpackungsinstitut SVI. SVI Guideline 2015.01 (2015): „Überprüfung und Bewertung der Barrierewirksamkeit von Innenbeuteln für Lebensmittelverpackungen in Recyclingkarton“
- [24] Richter L, Simat T J (2015): Lebensmittelverpackungsfolien Schicht für Schicht – ein Überblick. Dtsch Lebensmitt Rundsch 111: 59–64
- [25] Ewender J, Fengler R, Franz R, Gruber L, Welle F (2016) Fraunhofer Institut für Verfahrenstechnik und Verpackung: „Funktionelle Barrieren gegen Mineralöl aus Papier- und Kartonverpackungen“. DLG-Expertenwissen 10/2016
- [26] DIN 19303 : 2011-3: Karton – Begriffe und Sorteneinteilungen
- [27] COUNCIL OF EUROPE Resolution ResAP(2002)1 on paper and board materials and articles intended to come into contact with foodstuffs , (Adopted on 18 September 2002): [https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?p=&Ref=ResAP\(2002\)1&Language=lanEnglish&Ver=original&direct=true](https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?p=&Ref=ResAP(2002)1&Language=lanEnglish&Ver=original&direct=true)
- [28] Dingel A (2017): „Mineralische Kohlenwasserstoffe in Kakao und Schokolade und Konzepte zur Minimierung“, Dissertation TU Berlin (2017)
- [29] Federation of Cocoa Commerce (FCC) (2013): Guidelines for shipment of cocoa beans in containers. 16. Dezember 2013. URL: <http://www.cocoafederation.com/services/guidelines>



- [30] Verordnung (EG) Nr. 2023/2006 über gute Herstellungspraxis für Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Amtsblatt der Europäischen Union L 384: 75–78
- [31] Lommatzsch M, Biedermann M, Grob K, Simat T J (2016) Analysis of saturated and aromatic hydrocarbons migrating from a polyolefin-based hot-melt adhesive into food. *Food Addit Contam A* 33 (3): 473–488
- [32] Barp L, Suman M, Lambertini F, Moret S (2015): Migration of selected hydrocarbon contaminants into dry pasta packaged in direct contact with recycled paperboard. *Food Addit Contam A* 32 (2): 271–283
- [33] Europäische Union (2011): Verordnung (EU) Nr. 10/2011 der Kommission vom 14. Januar 2011 über Materialien und Gegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen. Amtsblatt der Europäischen Union L12: 1–89
- [34] International Jute Study Group (IJSJG): IJO Standard 98/01 [Revised 2005]
- [35] Grob K, Artho A, Biedermann M, Mikle H (1993): Verunreinigung von Haselnüssen und Schokolade durch Mineralöl aus Jute- und Sisalsäcken. *Z Lebensm Unters Forsch* (197): 370–374
- [36] Verband Schmierstoff-Industrie e. V. (2016) Auswahl und Verwendung von Lebensmitteltechnischen Schmierstoffen [EGLi-Positionspapier]
- [37] U.S. Government Publishing Office (GPO) Code of Federal Regulations. Title 21: Food and Drugs. PART 178—INDIRECT FOOD ADDITIVES: ADJUVANTS, PRODUCTION AIDS, AND SANITIZERS [http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-dx?SID=5bc8309dcc97db05e9aca78ad1cd3ab3&mc%20=true&node=se21.3.178\\_13570&rgn=div8](http://www.ecfr.gov/cgi-bin/text-dx?SID=5bc8309dcc97db05e9aca78ad1cd3ab3&mc%20=true&node=se21.3.178_13570&rgn=div8)
- [38] Schnapka J, Matissek R (2016): MOSH/MOAH in lebensmitteltechnischen Schmierstoffen. *Lebensmittelchemie* 70 (1): 6
- [39] International NSF: White Book™ – Nonfood Compounds Listing Directory. Listing Category <http://info.nsf.org/USDA/psnclistings.asp>
- [40] DIN ISO 8573-1 (2010-04): Druckluft - Teil 1: Verunreinigungen und Reinheitsklassen Ausgabedatum
- [41] DIN ISO 8573-5 (2002-12): Druckluft - Teil 5: Methoden zur Messung von Öldampf und organischen Lösungsmitteln
- [42] Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe (Amtsblatt der Europäischen Union)
- [43] European Food Safety Authority (EFSA) (2013): Safety of medium viscosity white mineral oils as food additive. <http://www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/3073>
- [44] FABES Forschungs-GmbH für Analytik und Bewertung von Stoffübergängen (2003): Investigation Report. Migration/permeation investigation on barrier properties of Aluminium foils against organic molecules. [http://www.alufoil.org/files/alufoil/reference\\_library/FABES\\_for\\_EAFA\\_MAR\\_2004.pdf](http://www.alufoil.org/files/alufoil/reference_library/FABES_for_EAFA_MAR_2004.pdf)
- [45] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2005): Empfehlung XXV. Hartparaffine, mikrokristalline Wachse und deren Mischungen mit Wachsen, Harzen und Kunststoffen <https://bfr.ble.de/kse/faces/resources/pdf/360.pdf;jsessionid=F316D84321C5909FA0891666F1DD326C>

## Dank

Grundlegende Arbeiten wurden im Lebensmittelchemischen Institut (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e. V. (BDSI) im Rahmen eines umfangreichen Forschungsprojektes (2013 – 2016) zur Frage der „Minimierung von ‚MOSH/MOAH‘ in Lebensmitteln“ durchgeführt, woraus wichtige Erkenntnisse eingeflossen sind. Diese wurden ergänzt durch Expertenwissen aus Herstellerkreisen und Laboratorien in der BLL-Mitgliedschaft. Der BLL dankt dem BDSI für die zur Verfügung gestellte BDSI-eigene Toolbox als Grundlage für diese Arbeiten und insbesondere den Kollegen/innen des LCI für die konstruktive, fruchtbare Zusammenarbeit. Der Dank gilt ferner der gesamten Arbeitsgruppe für ihre Zeit und Expertise.

## BLL-Arbeitsgruppe zur Toolbox:

Erik Becker (Institut Kirchhoff Berlin GmbH)

Gerhard Brankatschk (Verband der ölsaatenverarbeitenden Industrie in Deutschland e.V.)

Monika Daiber (HiPP-Werk Georg Hipp OHG)

Dr. Uwe Dirks (Dr. August Oetker Nahrungsmittel KG)

Dr. Anna Dingel (LCI - Lebensmittelchemisches Institut des BDSI)

Dr. Martin Einig (Fachverband der Gewürzindustrie e.V. und Kulinaria e.V.)

Dr. Torben Erbrath (Bundesverband der Deutschen Süßwarenindustrie e.V.)

Dr. Stefan Hoth (Peter Kölln GmbH & Co. KGaA)

Prof. Dr. Reinhard Matissek (LCI - Lebensmittelchemisches Institut des BDSI)

Jens Christian Meyer (H. & J. Brüggel KG)

Dr. Ingo Mücke (Bahlsen GmbH)

Dr. Ulrich Nehring (Institut Nehring GmbH)

Dr. Gerhard Neuberger (Ferrero Deutschland GmbH)

Petra Schmanke (Nestlé Deutschland AG)

Dr. Julia Schnapka (LCI - Lebensmittelchemisches Institut des BDSI)

Wolfgang Tiaden (Wernsing Feinkost GmbH / Bundesverband der obst-, gemüse- und kartoffelverarbeitenden Industrie BOGK)

Michael Warburg (REWE-Group)

Federführung:

Dr. Sieglinde Stähle (Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V., BLL)

---

Herausgeber:

**Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V. (BLL)**

Claire-Waldoff-Straße 7

10117 Berlin

Alle Rechte vorbehalten. Nachdruck, Übersetzung und fotografische Wiedergabe – auch auszugsweise – nur mit Genehmigung durch den BLL gestattet.

Grafik und Satz: Sebastian Schuber, [lieblingsgrafiker.de](http://lieblingsgrafiker.de), Berlin

Stand: Dezember 2017

**Bund für Lebensmittelrecht  
und Lebensmittelkunde e. V.**

Claire-Waldoff-Straße 7  
10117 Berlin

Tel. +49 30 206143-0  
Fax +49 30 206143-190  
E-Mail: [bll@bll.de](mailto:bll@bll.de)

Twitter: [www.twitter.com/BLL\\_de](https://www.twitter.com/BLL_de)  
Facebook: [www.facebook.com/DerBLL](https://www.facebook.com/DerBLL)

[www.bll.de](http://www.bll.de)