

# WPD

WISSENSCHAFTLICHER  
PRESSEDIENST

## MODERNE ERNÄHRUNG HEUTE

### Nr. 4 / Juli 2016

Herausgeber: Prof. Dr. Reinhard Matissek – Lebensmittelchemisches Institut (LCI)  
des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e.V., Köln

## Minimierung von Mineralöl- bestandteilen in Lebensmitteln

*Forschungsprojekt zur Identifizierung von Eintragungswegen  
und Minimierungsmaßnahmen*



Prof. Dr. Reinhard Matissek, Anna Dingel, Julia Schnapka,  
Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des Bundesverbandes der  
Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI), Köln

# Minimierung von Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln

## Forschungsprojekt zur Identifizierung von Eintragswegen und Minimierungsmaßnahmen

Prof. Dr. Reinhard Matissek, Anna Dingel, Julia Schnapka, Lebensmittelchemisches Institut (LCI)  
des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI), Köln

### ZUSAMMENFASSUNG

Bestandteile von Mineralölen sind in der Umwelt weit verbreitet, weshalb sie auf ganz unterschiedlichen Wegen auch in Lebensmittel gelangen können. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH – Mineral Oil Saturated Hydrocarbons) und zu einem geringeren Anteil um aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (MOAH – Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons). MOSH werden leicht aus Lebensmitteln resorbiert und können sich im Körperfett sowie in einigen Organen anreichern. Die toxikologische Bewertung von MOSH und MOAH kann nur aus Tierversuchen abgeleitet werden, weil derzeit keine Studien über die Effekte auf den Menschen vorliegen. Es wird empfohlen, die Aufnahme von MOSH und MOAH so weit wie möglich zu minimieren.

Der Haupteintrag von Mineralölbestandteilen wird nicht durch die Lebensmittelwirtschaft selbst verursacht, sondern erfolgt aus Recycling-Kartons, -Papier und -Wellpappen sowie aus Jutesäcken sowohl in Rohstoffe als auch in Lebensmittel. Hersteller haben zwar durch gezielte Maßnahmen wie z. B. die Umstellung auf Frischfaser, den Einsatz mineralölfreier Druckfarben und/oder die Verwendung von geeigneten Barrieren bereits viele Produktverpackungen optimiert und so die Migration von Mineralölbestandteilen reduziert. Es ist aber letztendlich effektiver, wenn z. B. Zeitungsverlage mineralölfreie Druckfarben verwendeten, um den Eintrag von Mineralölbestandteilen in den Papier-Recycling-Kreislauf zu unterbinden. Auch bei Transport und Lagerung von Rohstoffen ist es erforderlich, dass die eingesetzten Materialien wie Kartonagen, Pappen und Jutesäcke keinen Eintrag an MOSH/MOAH liefern.

Notwendig ist die gemeinsame Anstrengung aller Beteiligten – vom Anbausektor über den Rohstoffhandel, das Transportwesen, die Lebensmittel-, Verpackungs- und Druckfarbenindustrie sowie die Zeitungsverlage bis hin zum Lebensmittelhandel –, um Mineralölbestandteile in Lebensmitteln zu minimieren. Ein aktuelles Forschungsprojekt des Lebensmittelchemischen Instituts (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI) hat maßgeblich dazu beigetragen, neue Erkenntnisse zu gewinnen. Es mündete in einem umfangreichen Katalog von möglichen Minimierungsmaßnahmen.

## EINLEITUNG

In den letzten Jahren wurden in verschiedensten Lebensmitteln Spuren von Mineralölbestandteilen gefunden, einer hoch komplexen Mischung von Kohlenwasserstoffen. Dabei handelt es sich im Wesentlichen um gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH – Mineral Oil Saturated Hydrocarbons) und zu einem geringeren Anteil um aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (MOAH – Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons). MOSH/MOAH kommen in unserer Umwelt nahezu überall vor, was bei der Menge des verbrauchten Erdöls nicht verwundert: Rund 15 Milliarden Liter Erdöl wurden laut Internationaler Energieagentur (IEA) in 2015 weltweit pro Tag verbraucht, das zum größten Teil verbrannt wird [1]. Entsprechend vielfältig sind die Wege, über die Mineralölbestandteile auch in Lebensmittel gelangen können.

Dass dies der Fall ist, zeigten erstmals Forschungsergebnisse aus dem Kantonalen Labor in Zürich [2]. Als Ursache wurde seinerzeit aus recyceltem Altpapier hergestellte Kartonage identifiziert, die sich mittlerweile als Haupteintragsweg herausstellt. Sie enthält mineralölhaltige Druckfarben aus dem Zeitungsdruck. Laut Umweltbundesamt (UBA) werden über diesen Weg allein EU-weit jährlich mehr als 60.000 t Mineralöl in den europäischen Altpapierkreislauf eingetragen [3]. Aus Recycling-Karton, -Papier und -Wellpappen können MOSH/MOAH über die Gasphase in Lebensmittel übergehen. Die ersten Befunde betrafen zunächst direkt in Karton oder Papier verpackte, trockene Lebensmittel mit einer großen Oberfläche wie z. B. Reis, Haferflocken, Mehl und Nudeln, später auch fetthaltige Lebensmittel wie z. B. Pizza. Selbst in pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln, die nicht in Karton oder Papier verpackt sind, wurden Mineralölbestandteile gefunden.

Die Herausforderungen hinsichtlich der Minimierung von MOSH/MOAH in Lebensmitteln sind immens. Einerseits weil es entlang der Prozess-

ette – von der Ernte über den Transport bis hin zur Verarbeitung und Lagerung von Rohwaren und Lebensmitteln – zahlreiche mögliche Eintragsquellen gibt und weltweit viele an dieser Kette beteiligt sind. Andererseits weil die Bestimmung von MOSH und MOAH höchste Ansprüche an die Analytik stellt. Um weitere Eintragsquellen zu identifizieren und Möglichkeiten zu finden, sie zu verschließen sowie eine verbandseigene Analytik zu optimieren, wurde im Lebensmittelchemischen Institut (LCI) des Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie (BDSI) seit dem Jahr 2013 ein dreijähriges wissenschaftliches Forschungsprojekt „Minimierung von MOSH/MOAH in Lebensmitteln“ durchgeführt – mit guten Erfolgen und praxisrelevanten Ergebnissen.

## MOSH UND MOAH: WAS IST DAS?

Mineralöle setzen sich im Wesentlichen aus Kohlenwasserstoffen zusammen, die aus zwei chemisch und strukturell unterschiedlichen Fraktionen bestehen: MOSH und MOAH. Beide Fraktionen umfassen eine riesige Vielzahl von Verbindungen mit Kohlenstoffketten zwischen 10 und 50 Kohlenstoffatomen.

MOSH sind gesättigte paraffinartige, d. h. offenkettige, meist verzweigte und naphthenartige (zyklische) Kohlenwasserstoffe mit niedriger bis mittlerer Viskosität. Bei MOAH handelt es sich um eine große Zahl verschiedener aromatischer Kohlenwasserstoffe, die überwiegend aus einem bis vier Ringsystemen bestehen und bis zu 97 Prozent alkyliert sind.

## WIE GELANGEN MINERALÖLBESTANDTEILE IN LEBENSMITTEL?

Mineralölbestandteile sind ubiquitär, d. h. in der Umwelt allgegenwärtig. Daher ist eine umweltbedingte „Grundbelastung“ von Lebensmittelrohstoffen mit Mineralölkohlenwasserstoffen z. B. durch Verbrennungsprozesse (u. a. Abgase von Verbrennungsmotoren, Emissionen aus Energieversorgungs- und Industrieanlagen und dergleichen) sowie Feinstaub asphaltierter Straßen gegeben.

Bei der Ernte können Einträge durch Pestizidformulierungen, Schmier- und Hydrauliköle aus Erntemaschinen erfolgen. Auch die Behandlung des Ernteguts mit mineralöhlhaltigen Mitteln, z. B. mit Antischaum-/Trennmitteln oder – wie bei Soja – mit Staubbindern (Antidusting) oder durch Spraying für mehr Glanz, kann eine Quelle sein. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit eines Eintrags von MOSH/MOAH während der Rohstoffverarbeitung, beispielsweise durch öhlende Maschinenteile oder durch Fette, die bei Wartungs- bzw. Reinigungsarbeiten verwendet werden [4, 5]. Auch durch die Verwendung bestimmter zugelassener Zusatz- und Hilfsstoffe in allen Bereichen der Lebensmittelverarbeitung ist ein Eintrag von Mineralölbestandteilen in die Lebensmittel möglich. Häufig ist der Eintrag in diesen Fällen auf die MOSH-Fraktion beschränkt, da es sich hierbei um gereinigte Erzeugnisse (wie Wachse) handelt, deren Ursprung auf Mineralöle zurückzuführen ist. Abbildung 1 zeigt die im Forschungsprojekt des BDSI/LCI entdeckten verschiedenen potenziell möglichen Eintragswege – ein Meilenstein der Forschung.

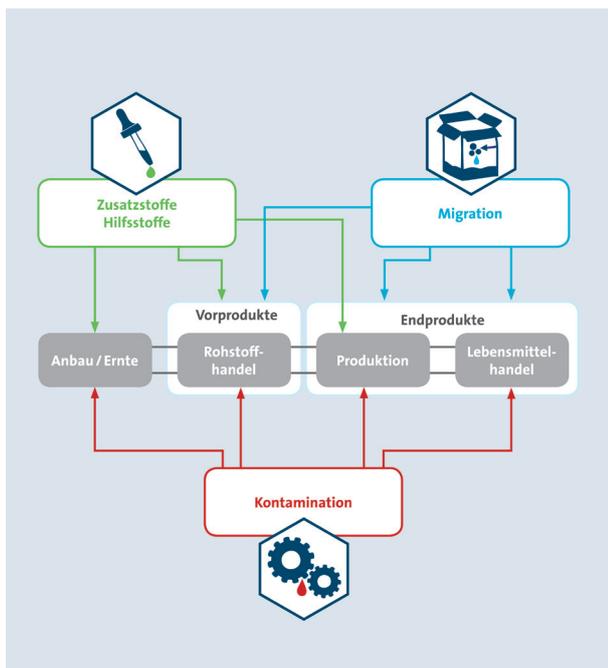
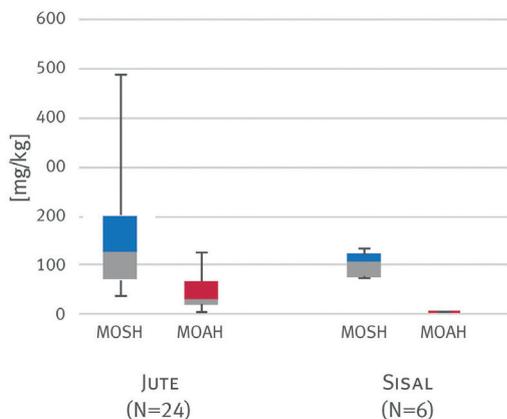


Abbildung 1: Meilenstein der Forschung – Entdeckung der verschiedenen potenziell möglichen Eintragswege für Mineralölkohlenwasserstoffe in Rohstoffe und Lebensmittel.

Jute- und Sisalsäcke werden häufig zum Transport von Lebensmittelrohstoffen verwendet. Um die Verarbeitung der Fasern zu Säcken zu erleichtern, werden diese mit sogenannten Batching-Ölen behandelt. Bereits im Jahr 1998 wurde von der Internationalen Juteorganisation (engl. International Jute Organisation – IJO) eine Empfehlung zu Reinheitsanforderungen an Batching-Öle ausgesprochen [6]. Demnach dürfen Jutesäcke mit spezifischem Lebensmittelkontakt nur unter Verwendung geeigneter Pflanzenöle hergestellt werden und keine toxischen Bestandteile enthalten und zudem keinen Fremdgeruch (Off-Flavours) bzw. Fremdgeschmack (Off-Tastes) auf Lebensmittel übertragen. Für Säcke aus Jute, die zum Kontakt mit Kakaobohnen, Kaffeebohnen und Schalennüssen bestimmt sind, wurde von der IJO ergänzend zu den allgemeinen Anforderungen ein Höchstwert an Unverseifbaren Anteilen (sog. Unverseifbares) von weniger als 1.250 mg/kg Jutfaser festgelegt. Die Messung des unspezifischen Summenparameters 'Unverseifbare Anteile' wurde seinerzeit deshalb gewählt, damit in den produzierenden Ländern eine Überprüfung dieser IJO-Empfehlung mit einfachem Laborequipment ermöglicht werden konnte – ohne auf die sonst sehr aufwändige Mineralölkohlenwasserstoffanalytik mit analytischen Großgeräten angewiesen zu sein. Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (engl. European Food Safety Authority – EFSA) bestätigte die o. g. Empfehlungen der IJO aus toxikologischer Sicht in ihrer Stellungnahme zur Verwendung von Batching-Ölen in Jute- und Sisalsäcken im Jahr 2004 [7]. Angesichts der aber dennoch auftretenden MOSH/MOAH-Gehalte (siehe Abbildung 2) sollten die Verantwortlichen dafür Sorge tragen, dass die bestehenden Richtlinien konkret angewandt und umgesetzt werden, d. h. wirklich Säcke für den Lebensmittelbereich produziert und eingesetzt werden, die keine Mineralölbestandteile enthalten.

Als eine weitere Quelle konnten bei dem Forschungsprojekt auch Jute- und Sisalsäcke bestätigt werden, in denen sowohl viele Rohstoffe als auch Lebensmittel transportiert und gelagert werden (siehe auch den Text im Kasten sowie Abbildung 2).

Als einer der Haupteintragswege erweisen sich aber Kartons, Pappen und Wellpappen aus Recycling-Fasern. Letztere werden als sogenannte Dressings auch zur Feuchtigkeitsregulierung, beispielsweise zum Auskleiden von Schiffscontainern, eingesetzt (siehe Abbildung 3). Recycling-Kartonage kann wegen des darin verarbeiteten Altpapiers Mineralölbestandteile aus Farben enthalten, die für den Zeitungsdruck verwendet werden. Diese dünsen aus der Kartonage bzw. der Pappe/Wellpappe aus und gehen so in Rohstoffe und Lebensmittel über.

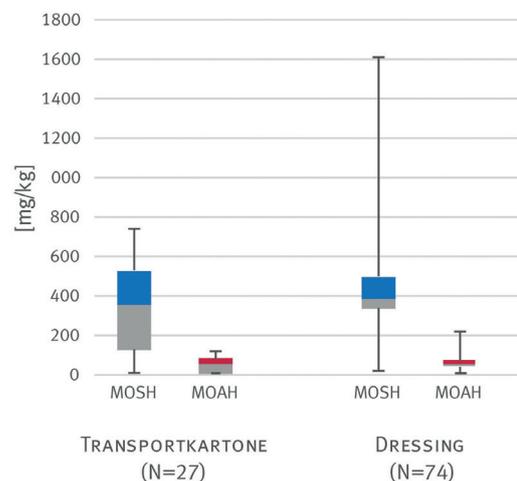


MOSH (Blau), MOAH (Rot)

Abbildung 2: Die Boxplot-Darstellung von MOSH/MOAH-Gehalten in Jute- und Sisalsäcken zeigt den durch das 25. Perzentil und das 75. Perzentil begrenzten Interquantilbereich (Box) und das Maximum sowie Minimum des Datensatzes.

Zusätzlich zur Recycling-Kartonage wurden mineralölhaltige Kleber/Hotmelts und dergleichen, die bei der Verpackungsproduktion eingesetzt werden, sowie mineralölhaltige Farben, mit denen Verpackungen bedruckt werden, als Eintragsquellen von Mineralölbestandteilen identifiziert.

Zwar verwenden Hersteller für Produktverpackungen mittlerweile Karton aus Frischfaser, bedrucken diese mit mineralölfreien Farben und setzen zum Schutz geeignete Barrieren wie beispielsweise Folien ein. Das aber löst das Problem nur teilweise, da auch aus Umverpackungen zu Transportzwecken, Dressings sowie aus im Handel oder im Haushalt benachbart zu Lebensmitteln gelagerten Kartons Mineralölbestandteile in Lebensmittel migrieren können.



MOSH (Blau), MOAH (Rot)

Abbildung 3: Die Boxplot-Darstellung von MOSH/MOAH-Gehalten in Recycling-Kartonage und -Dressings (Wellpappe zum Auskleiden von Transport-Containern) zeigt den durch das 25. Perzentil und das 75. Perzentil begrenzten Interquantilbereich (Box) und das Maximum sowie Minimum des Datensatzes.

Im Rahmen des Forschungsprojekts des BDSI/LCI wurden viele Rohstoffe auf ihren Gehalt an MOSH und MOAH hin untersucht. Dabei zeigte sich, dass beispielsweise Kakaobohnen von Natur aus keine MOSH/MOAH enthalten [8], d. h. diese können erst beim Transport und der Lagerung entlang der gesamten Prozesskette in die Rohstoffe bzw. die Lebensmittel gelangen. Und das gilt für nahezu alle Lebensmittelrohstoffe, besonders dann, wenn diese ähnlich transportiert und gelagert werden. Abbildung 4 zeigt die Ergebnisse einiger untersuchter Rohstoffe. Während MOSH/POSH-Gehalte in

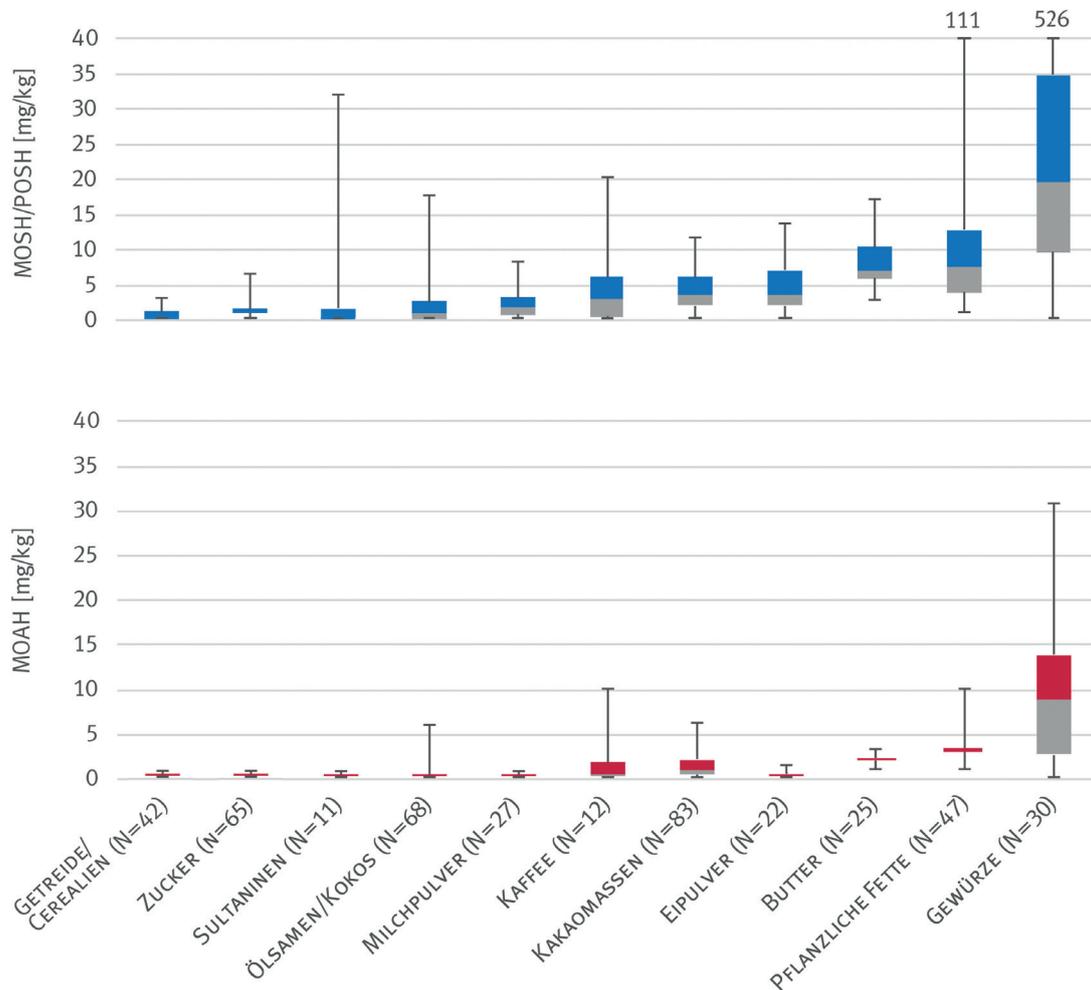


Abbildung 4: Die Boxplot-Darstellung von MOSH/POSH-MOAH-Gehalten in verschiedenen Rohstoffen zeigt den durch das 25. Perzentil und das 75. Perzentil begrenzten Interquantilbereich (Box) und das Maximum sowie Minimum des Datensatzes (nach aufsteigenden MOSH/POSH-Medianen sortiert; POSH = Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons, die analytisch nicht von MOSH zu unterscheiden sind).

vielen Rohstoffen gemessen wurden (POSH siehe Abschnitt „Analytik“, Seite 8), konnten MOAH nur in einigen Rohstoffgruppen (z. B. Kaffee, Kakaomassen, pflanzliche Fette und Gewürze) quantifiziert werden.

Die Migration von Mineralölkohlenwasserstoffen in das Lebensmittel erfolgt im Falle von trockenen und bei Raumtemperatur gelagerten Lebensmitteln über Verdampfung, Transport in der Gasphase und Rekondensation im Lebensmittel. Infolgedessen ist sie beschränkt auf Verbindungen mit einem gewissen Dampfdruck (z. B. Kohlenwasserstoffe < C<sub>24</sub>). Innenverpackungen aus Papier, Polyethylen (PE)

oder Polypropylen (PP) verzögern die Migration, unterbinden sie jedoch nicht vollständig. Lediglich Aluminium- und Polyethylenterephthalat-(PET)-haltige Verpackungen sowie Spezialfolien gelten als migrationsdichte, sogenannte funktionelle Barrieren [9, 10]. Doch auch diese haben Nachteile: So ist die Herstellung von Folien aus Aluminium für Innenbeutel oder zur Beschichtung von Karton nicht nur sehr energieintensiv, sondern auch nachteilig beim Recycling-Prozess und umweltbelastend. Außerdem kann die Verwendung von wasserdampfdurchlässigen Folien zu einem erhöhten Keimwachstum im Lebensmittel sowie bei Backwaren zum Verlust der Knusprigkeit/Rösche führen [9]. Die Entwicklung

MOSH/MOAH-dichter Folien bzw. Beschichtungen ist derzeit Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten in der Verpackungsindustrie. Diese sind notwendig, da produktspezifische Qualitätsanforderungen zu berücksichtigen sind.

### GESUNDHEITLICHE BEWERTUNG, AUFNAHME UND EMPFEHLUNGEN

Mineralölkohlenwasserstoffe wie MOSH und MOAH werden leicht und zu etwa 90 Prozent vom Körper resorbiert. Es ist inzwischen erwiesen, dass sich kürzerkettige MOSH im menschlichen Fettgewebe und in verschiedenen Organen anreichern [2, 4, 11]. Hier können MOSH mit einer Kettenlänge von 16 Kohlenstoffatomen (C<sub>16</sub>) bis sogar über C<sub>35</sub> nachgewiesen und quantifiziert werden. MOSH mit einer Kohlenstoffkettenlänge < C<sub>16</sub> akkumulieren dagegen nicht im menschlichen Körper [4, 12]. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat daher für MOSH mit einer Kohlenstoffkettenlänge von C<sub>10</sub> bis C<sub>16</sub> einen Richtwert für den tolerierbaren Übergang auf Lebensmittel in Höhe von 12 mg/kg Lebensmittel abgeleitet. Für eine Kettenlänge von > C<sub>16</sub> bis C<sub>20</sub> liegt er bei 4 mg/kg [13, 14]. Laut BfR sollte der Übergang von MOSH soweit wie technisch möglich minimiert werden. Da die MOAH-Fraktion aus überwiegend

alkylierten aromatischen Kohlenwasserstoffen besteht, ist laut BfR nicht auszuschließen, dass in dieser Fraktion auch krebserregende Verbindungen vorkommen. Daher sollte kein nachweisbarer Übergang von MOAH auf Lebensmittel stattfinden [14]. In Tierversuchsstudien konnte eine östrogene Wirkung von MOAH nachgewiesen werden [15]. Bislang liegen keine toxikologischen Studien über die Effekte aufgenommener Mineralölbestandteile auf den Menschen vor [14].

Hinsichtlich der Aufnahme von Mineralölbestandteilen geht die EFSA in ihrer letzten Schätzung vom Mai 2012 von einer täglichen MOSH-Aufnahme von 0,03 bis 0,3 mg/kg Körpergewicht bei Erwachsenen aus, wobei bei Kindern die Aufnahme auch höher sein kann [4]. Die Aufnahme an aromatischen Kohlenwasserstoffen (MOAH) liegt nach Schätzungen der EFSA bei etwa 20 Prozent der Werte für MOSH, also zwischen 0,006 und 0,06 mg/kg Körpergewicht pro Tag. Derzeit gibt es keine gesetzlichen Vorgaben, die die Gehalte an Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln regulieren. Aufgrund der unzureichenden Datenlage hat der gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) im Jahr 2012 den temporären ADI (Acceptable Daily Intake) zurückgezogen.

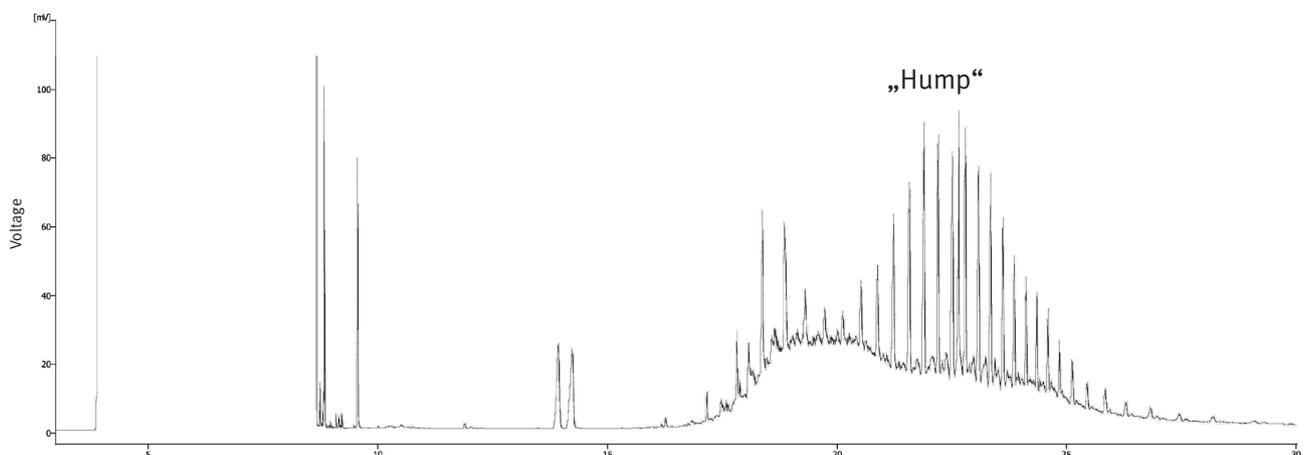


Abbildung 5: Darstellung eines sogenannten chromatographischen „Hügels“ (engl. hump). Hier: MOSH-Chromatogramm einer Recycling-Karton-Probe.

## DIE ANALYTIK VON MOSH UND MOAH IST ÄUSSERST ANSPRUCHSVOLL

Die Bestimmung der Mineralölgehalte 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 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. hump oder „unresolved complex mixture“ – UCM; siehe Abbildung 5).

Nach derzeitigem Stand der Technik erfolgt die Analytik von MOSH und MOAH am zuverlässigsten mit Hilfe einer online gekoppelten Flüssigchromatographie-Gaschromatographie-Flammenionisationsdetektion (LC-GC-FID). Aktuell wird auf internationaler Ebene an einem normierten, in Ringversuchen überprüften Referenz-Analyseverfahren gearbeitet. Es liegt ein Normentwurf vor mit dem Titel „Lebensmittel – Pflanzliche Öle und Lebensmittel auf Basis pflanzlicher Öle – Bestimmung von Mineralölen aus gesättigten Kohlenwasserstoffen (MOSH) und aus aromatischen Kohlenwasserstoffen (MOAH) mit on-line HPLC-GC-FID (DIN EN 16995)“. Diese Norm ist wichtig, um in unterschiedlichen Laboren gemessene Werte zuverlässig miteinander vergleichen zu können. Zusätzlich erschwert wird die Analytik vielfach durch andere MOSH-ähnliche Strukturen, sogenannte Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons (POSH), die aus Polyethylen- (PE) oder Polypropylen-Folien (PP) in das Lebensmittel migrieren können und analytisch nur schwer von den MOSH zu unterscheiden sind. Hilfreich dafür kann die umfassende Gaschromatographie gekoppelt mit Flugzeit-Massenspektrometrie (GCxGC ToF-MS) sein – eine besonders aufwendige High-Tech-Messmethode, die ebenfalls im LCI zum Einsatz kommt.

## MÖGLICHKEITEN DER MINIMIERUNG VON MOSH UND MOAH IN LEBENSMITTELN

Aus Sicht des BfR, des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), des UBA und der Lebensmittelwirtschaft könnte eine wesentliche Quelle des Eintrags von Mineralölbestandteilen in Lebensmittel größtenteils dadurch eliminiert werden, dass für den Zeitungsdruck mineralölfreie Farben auf Pflanzenölbasis zum Einsatz kommen. Laut UBA könnte dadurch allein in der EU ein jährlicher Eintrag von mehr als 60.000 t Mineralöl in den Recycling-Kreislauf sehr effektiv bei vergleichsweise geringen Gesamtkosten vermieden werden [16]. Zwar wäre diese Bekämpfung des Problems an seinem Ursprung am effektivsten, und es stehen Druckfarben auf Pflanzenölbasis zur Verfügung, doch hat die Zeitungsindustrie bislang keine Umstellung vorgenommen.

Die Lebensmittelwirtschaft arbeitet seit Jahren daran, den Eintrag von MOSH/MOAH in den Bereichen zu minimieren, wo sie direkt Einfluss nehmen kann. Auch die Papierwirtschaft nimmt sich seit längerem der Problematik an. Weil hierzulande in den vergangenen Jahren viel getan wurde und auch aktuell noch viel getan wird, schneiden deutsche Produkte im internationalen Vergleich vergleichsweise gut ab.

Folgende Ansätze zur Reduzierung von Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln werden bereits umgesetzt, sind möglich bzw. werden getestet:

- Der Einsatz von Frischfaser- statt Recycling-Kartontage für Verpackungen wird von vielen Lebensmittelherstellern vorgenommen. Da Mineralölbestandteile aber auch aus Jute- und Sisalsäcken, Transportverpackungen, Wellpappe als Auskleidung von Transport-Containern in Rohstoffe oder aus benachbart gelagerter Kartontage in Lebensmittel übergehen können, ist dies nur eine Teillösung. Sie wird vom UBA nicht präferiert, weil die Verwendung von recyceltem Altpapier umweltfreundlicher und nachhaltiger ist.

- Umstellung auf mineralölfreie Druckfarben beim Bedrucken von Verpackungen – auch dies wird in der Regel von der Lebensmittelwirtschaft umgesetzt.
- Einsatz von geeigneten Barrieren zwischen Lebensmittel und Verpackungskarton beispielsweise Beschichtung der Kartoninnenseiten durch geeignete Folie (Verbundfolie) oder Nutzung von entsprechenden Innenbeuteln. Die Entwicklung MOSH/MOAH-dichter Folien bzw. Beschichtungen ist derzeit Gegenstand intensiver Forschungsarbeiten in der Verpackungsindustrie, weil produktspezifische Qualitätsanforderungen zu berücksichtigen sind. Nachteile: Verbundverpackungen sind schlechter recyclefähig und die Aluminiumproduktion ist energieintensiv, also insgesamt umweltbelastend. Außerdem können wasserdampfdurchlässige Folien das Keimwachstum im Lebensmittel und bei Backwaren den Verlust der Knusprigkeit/Rösche fördern, sind also – wie auch Spezialfolien – nicht für jedes Lebensmittel geeignet.
- Die Verringerung des Einsatzes von Altpapiersorten mit hohen Mineralölkonzentrationen in der Produktion von Recycling-Karton wird von der Papierwirtschaft bereits umgesetzt.
- Konsequente Umsetzung der IJO-Empfehlungen zur Behandlung von Jute- und Sisalsäcken, d. h. ausschließliche Behandlung mit mineralölfreien Batching-Ölen auf pflanzlicher Basis und Einsatz von mineralölfreien Farben bei der Kennzeichnung der Säcke – wird von der Lebensmittelwirtschaft und von Rohwarenlieferanten gefordert.

### DIE DEUTSCHE SÜSSWARENINDUSTRIE HAT IHRE FORSCHUNG INTENSIVIERT

Der Eintrag von Mineralölbestandteilen betrifft nahezu alle Lebensmittel und damit auch die Süßwarenindustrie. Aus diesem Grund hat der BDSI seine Aktivitäten für den gesundheitlichen Verbraucherschutz intensiviert. Der Verband verfügt mit seinem Lebensmittelchemischen Institut (LCI) über ein international anerkanntes Institut, das sich –

wie oben beschrieben – in einem dreijährigen Forschungsprojekt auf die Analytik von MOSH/MOAH, Eintragsquellen und Vermeidungsstrategien in den Unternehmen konzentriert hat. Ergebnis ist die Entwicklung eines umfangreichen Katalogs von möglichen Maßnahmen für die Mitgliedsunternehmen des BDSI, dem die Unternehmen für die individuelle Situation Passendes entnehmen und entsprechend umsetzen können.

Darüber hinaus stehen der BDSI sowie das LCI auch weiterhin in engem Kontakt mit anderen Branchen der Lebensmittelwirtschaft, mit Verpackungslieferanten der Süßwarenindustrie sowie allen anderen an der Wertschöpfungskette Beteiligten, da nur durch Mitwirkung aller der Eintrag von Mineralölbestandteilen weiter minimiert werden kann.

### FAZIT

Aus dem ubiquitären Vorkommen von Mineralölbestandteilen, der vielen möglichen Eintragswege von MOSH und MOAH in Lebensmittel, der anspruchsvollen Analytik sowie den vielen Beteiligten in der Prozesskette ergibt sich eine komplexe Thematik. Die Herausforderungen, den Eintrag dieser Stoffe in Lebensmittel zu minimieren, sind immens und brauchen Zeit. Durch gezielte Maßnahmen der Lebensmittelhersteller wie z. B. die Umstellung auf Frischfaser, den Einsatz mineralölfreier Druckfarben und/oder die Verwendung von geeigneten Barrieren konnten bereits viele Endverpackungen optimiert und so die Migration von Mineralölbestandteilen während Transport und Lagerung reduziert werden. Weil hierzulande in den vergangenen Jahren viel getan wurde und auch aktuell noch viel getan wird, schneiden deutsche Produkte im internationalen Vergleich vergleichsweise gut ab.

Wie das aktuelle Forschungsprojekt des LCI bestätigte, sind viele Lebensmittelrohstoffe von Einträgen von MOSH/MOAH betroffen. Letztlich ist daher die gemeinsame internationale Anstrengung aller an der Prozesskette Beteiligten – vom Anbausek-

tor über den Rohstoffhandel, das Transportwesen, die Lebensmittel-, Verpackungs- und Druckfarbenindustrie sowie die Zeitungsverlage bis hin zum Lebensmittelhandel – erforderlich, um die Migration von Mineralölbestandteilen in Lebensmittel zu minimieren. Sie vollständig zu unterbinden, dürfte – trotz aller Anstrengungen – nicht möglich sein.

## GLOSSAR

- **Batching-Öle** – Formulierungen, die zur Behandlung von Fasern wie Jute und Sisal dienen, um deren Verarbeitung zu Säcken zu erleichtern.
- **Dressings** – Bezeichnung von Wellpappen, mit denen Transport-Container ausgekleidet sind, um beim Transport von Lebensmittelrohwaren die Feuchtigkeit zu regulieren und Verderb zu vermeiden. Dressings sind meist aus mineralöhlhaltigen Recyclingfasern hergestellt.
- **Hump** – Hügel (auch: „unresolved complex mixture“ – UCM) – bezeichnet die Darstellung (gas-)chromatographischer Analysen mit sehr breiten Signalen. Typisches Bild bei der Analyse von Mineralölkohlenwasserstoffen, bei denen sich aufgrund der enormen Anzahl der Verbindungen keine scharfen Peaks von Einzelkomponenten darstellen lassen, sondern sich eine Vielzahl einzelner Signale wie ein Hügel präsentiert.
- **Mineralöl** – Sammelbezeichnung für die aus mineralischen Rohstoffen gewonnenen flüssigen Destillationsprodukte, die eine hochkomplexe Mischung aus Kohlenwasserstoffen mit Kettenlängen von C<sub>10</sub> bis C<sub>50</sub> sowie geringen Anteilen an schwefel- und stickstoffhaltigen Verbindungen sind.
- **MOSH** – Mineral Oil Saturated Hydrocarbons/ gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe – sind paraffinartige, d. h. offenkettige, meist verzweigte und naphthenartige (zyklische) Kohlenwasserstoffe mit niedriger bis mittlerer Viskosität. Sie stellen mit 75 bis 85 Prozent die Hauptfraktion der Mineralölbestandteile in Recycling-Papier und -Kartonage dar.
- **MOAH** – Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons/ aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe – sind überwiegend aus einem bis vier Ringsystemen bestehende Kohlenwasserstoffe, die bis zu 97 Prozent alkyliert sind. MOAH umfassen eine große Zahl verschiedener aromatischer Verbindungen und stellen mit 15 bis 25 Prozent die kleinere Fraktion der Mineralölbestandteile in Recycling-Papier und -Kartonage dar.
- **POSH** – Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons/ gesättigte Kohlenwasserstoffe aus Polyolefinen – sind MOSH-ähnliche Strukturen, die aus Polyethylen- (PE) oder Polypropylen-Folien (PP) in ein Lebensmittel migrieren können und analytisch nur schwer von den MOSH zu unterscheiden sind und daher die Analytik erschweren.
- **Unverseifbares** – ist die Summe derjenigen Bestandteile eines essbaren Pflanzenfetts oder -öls, die sich nicht chemisch verseifen lassen (Hydrolyse eines Esters). Das sind z. B. Sterine, pflanzeigene Kohlenwasserstoffe, Alkohole sowie Verunreinigungen wie beispielsweise durch Mineralölkohlenwasserstoffe.

**KORRESPONDENZANSCHRIFT**



**Prof. Dr. Reinhard Matissek**

Lebensmittelchemisches Institut (LCI)  
des Bundesverbandes der  
Deutschen Süßwarenindustrie  
Adamsstraße 52–54  
51063 Köln  
E-Mail: reinhard.matissek@lci-koeln.de

**LITERATURVERZEICHNIS**

- [1] International Energy Agency (IEA) (2016): Oil Market Report: World Oil Demand. URL: <https://www.iea.org/oilmarketreport/omrpublic/> (Zugriff am 22.06.2016)
- [2] Biedermann M., Fiselier K., Grob K. (2009): Aromatic hydrocarbons of mineral origin in foods: Method for determining the total concentration and first results. *J Agric Food Chem* 57: 8711–8721
- [3] Umweltbundesamt (UBA) (2012): Mineralölrückstände in Adventskalendern sind vermeidbar – Mineralölfreie Druckfarben senken Risiko von Verunreinigungen in Lebensmitteln. Pressemitteilung vom 29.11.2012. URL: <http://www.umweltbundesamt.de/presse/presseinformationen/mineraloelrueckstaende-in-adventskalendern-sind> (Zugriff am 22.06.2016)
- [4] European Food Safety Authority (EFSA) Panel on Contaminants in the Food Chain (Contam) (2012): Scientific opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. *EFSA Journal* (10): 2704
- [5] Schnapka J., Matissek R. (2016): MOSH/MOAH in lebensmitteltechnischen Schmierstoffen. *Lebensmittelchemie* 70: 6–7
- [6] International Jute Study Group (IJSJG) (2005): IJO Standard 98/01 [Revised 2005]. URL: [http://www.jute.org/IJO%20Standard%2098-01%20%20\(revised%202005\)%20Final%20overversion.pdf](http://www.jute.org/IJO%20Standard%2098-01%20%20(revised%202005)%20Final%20overversion.pdf) (Zugriff am 22.06.2016)

- [7] European Food Safety Authority (EFSA) (2004): Opinion of the Scientific Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (ACF) on a request from the Commission related the use of mineral oils in jute and sisal bags. EFSA Journal 162: 1–6
- [8] Dingel A., Matissek R. (2016): Kein MOSH/MOAH in frischen Kakaofrüchten. Lebensmittelchemie 70: 5–6
- [9] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2010): Stellungnahme Nr. 008/2010 des BfR vom 09. Dezember 2009. URL: [http://www.bfr.bund.de/cm/343/uebergaenge\\_von\\_mineraloel\\_aus\\_verpackungsmaterialien\\_auf\\_lebensmittel.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/uebergaenge_von_mineraloel_aus_verpackungsmaterialien_auf_lebensmittel.pdf) (Zugriff am 22.06.2016)
- [10] Lütjohann J. (2011): MOSH/MOAH: Aktueller Stand der Analytik und Bewertung von Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln und papierbasierten Verpackungen. Dt Lebensmittel-Rundsch 107: 566–573
- [11] Fleming K. A., Zimmermann H., Shubik P. (1998): Granulomas in the livers of humans and Fischer rats associated with the ingestion of mineral hydrocarbons: A comparison. Regul Toxicol Pharmacol 27: 75 – 81
- [12] 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
- [13] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2015): XXXVI. Papiere, Kartons und Pappen für den Lebensmittelkontakt. URL: <https://bfr.ble.de/kse/faces/resources/pdf/360.pdf;jsessionid=F316D84321C5909FA0891666F1DD326C> (Zugriff am 04.01.2016)
- [14] Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) (2015): Fragen und Antworten zu Mineralölbestandteilen in Schokolade aus Adventskalendern und anderen Lebensmitteln – Aktualisierte FAQ des BfR vom 26. November 2015. URL: [http://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-mineraloel\\_bestandteilen-in-schokolade-aus-adventskalendern-und-anderen-lebensmitteln.pdf](http://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-mineraloel-bestandteilen-in-schokolade-aus-adventskalendern-und-anderen-lebensmitteln.pdf) (Zugriff am 03.05.2016)
- [15] Tarnow P., Hutzler C., Schön K., Tralau T., Luch A., Hasse A. (2014): Estrogenic activity of aromatic compounds present in mineral oil used in printing inks. Toxicol Lett 229: S64–S65
- [16] Flasbarth J. (2013): Mineralöl in Lebensmitteln – ein wunder Punkt der Kreislaufwirtschaft. J Verbr Lebensm 8: 1–3

**Impressum /** Herausgeber, Redaktion und Rückfragen:  
Lebensmittelchemisches Institut (LCI) des  
Bundesverbandes der Deutschen Süßwarenindustrie e. V.  
Prof. Dr. Reinhard Matissek (V.i.S.d.P.)  
Adamsstraße 52-54, 51063 Köln  
Tel. (0221) 623 061, E-Mail: [lci-koeln@lci-koeln.de](mailto:lci-koeln@lci-koeln.de)  
oder Rückfragen an:  
:relations Gesellschaft für Kommunikation mbH  
Mörfelder Landstraße 72, 60598 Frankfurt  
Tel. (069) 963 652-11, E-Mail: [wpd@relations.de](mailto:wpd@relations.de)



**klimaneutral**  
natureOffice.com | DE-077-734899  
**gedruckt**

Gedruckt mit mineralölfreien Farben.

