



WWF®

STUDIE

D

2017

PAK POSH MOSH MOAH

Mineralölrückstände in Lebensmitteln -
mögliche Ursachen

Abkürzungsverzeichnis

ADI	Acceptable Daily Intake	erlaubte Tagesdosis
BfR		Bundesinstitut für Risikobewertung
EFSA	European Food Safety Agency	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
MKW		Mineralöl-Kohlenwasserstoffe
MOAH	Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons	aromatische Kohlenwasserstoffe aus Mineralöl
MOSH	Mineral Oil Saturated Hydrocarbons	gesättigte Kohlenwasserstoffe aus Mineralöl
PAK		polycyclische aromatische Kohlenwasserstoffe
POSH	Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons	polyolefine oligomere gesättigte Kohlenwasserstoffe

Impressum

Herausgeber: WWF Deutschland

Stand: 12/2017

Autorinnen: Sarah Bögli, Regula Bickel, Sarah Bernhard
(Forschungsinstitut für biologischen Landbau FiBL, Schweiz)

Koordination: Daniel Müsgens (WWF Deutschland)

Kontakt: daniel.muesgens@wwf.de

Redaktion: Susanne Reinhold, Thomas Köberich (WWF Deutschland)

Gestaltung: Thomas Schlembach (WWF Deutschland)

The logo for FiBL (Forschungsinstitut für biologischen Landbau) is displayed in a bold, blue, sans-serif font.

Inhaltsverzeichnis

Vorwort		5
Zusammenfassung		7
1.	Einleitung	9
2.	Projektziele	9
3.	Material und Methoden	10
4.	Chemische Grundlagen	11
5.	Resultate	12
5.1	Aktuelle Fälle	12
5.2	Kontaminationsquellen	16
5.3	Fallstudie: Mineralölrückstände in Olivenöl	20
5.3.1	Die Olivenölherstellung	20
5.3.2	Untersuchungen der Stiftung Warentest	21
5.3.3	Eigene Untersuchungen	22
5.3.3.1	Gesamtbelastung	23
5.3.3.2	Belastung nach Herkunft	24
5.3.3.3	Belastung nach Marke und Produktionsmethode	28
5.3.4	Mögliche Kontaminationswege	31
5.4	Gesundheitliche Auswirkungen	33
5.4.1	Allgemeine Erkenntnisse	33
5.4.2	Vertiefte Erkenntnisse aus aktuellen Studien	33
5.4.3	Aktuelle Rechtsvorschriften und politische Bestimmungen	36
5.5	MOSH-Aufnahme pro Jahr	38
5.6	Analytik	39
5.7	Biologische und konventionelle Lebensmittel	39
5.8	Vergleich innerhalb der EU	40
6.	Empfehlungen	41
7.	Schlussfolgerungen	45
	Literatur	46



Vorwort

Immer wieder werden in Lebensmitteln aus dem Supermarkt Mineralölrückstände gefunden. Ob Schokolade, Olivenöl, Reis oder Brotaufstriche – die Liste ist lang und lässt erahnen, dass es sich nicht um ein Randphänomen handelt, sondern dass im Gegenteil Nahrungsmittel des täglichen Lebens von Kontaminierung betroffen sind. In der Öffentlichkeit spielt das Thema bislang nur eine untergeordnete Rolle. Doch angesichts der Brisanz könnte sich das ändern, sind doch die Folgen für Gesundheit und Umwelt kaum absehbar.

Fest steht, dass sich die verschiedenen Mineralölkohlenwasserstoffe im menschlichen Gewebe anlagern, auf Organfunktionen auswirken und Tumorbildung fördern. Teilweise gelten sie sogar als potenziell krebs-erregend. Doch auch für den Umweltschutz wird das Mineralöl zum Problem: Als Hauptquelle für die Belastung gelten bisher Verpackungen aus Recyclingpapier. Der Einzelhandel reagiert zunehmend mit einer Abkehr von Recyclingverpackungen und zusätzlicher Isolierung der Lebensmittel durch Aluminium oder Plastik – aus Umweltschutzsicht allesamt problematische Wege. Klar ist jedoch: Die Verunreinigung von Lebensmitteln hat deutlich mehr Ursachen als die Verpackung im Supermarkt. Nach aktuellem Kenntnisstand können wir von über einem halben Dutzend möglicher Eintragsquellen entlang der Wertschöpfungskette ausgehen.

Ziel muss es sein, Lebensmittel frei von gesundheitsgefährdenden Stoffen zu halten, um Mensch und Umwelt vor den gesundheitlichen und ökologischen Gefahren zu schützen. In der vorliegenden Studie stellt der WWF den aktuellen Kenntnisstand zur Belastung von Lebensmitteln durch Mineralölrückstände vor und liefert zudem weitergehende Erkenntnisse zur Kontaminierung von Olivenölen. Auch hier sind die Ergebnisse besorgniserregend.

Zur Beseitigung der gefährlichen Rückstände in unseren Lebensmitteln ist ein Handeln von Politik und Wirtschaft entlang der gesamten Wertschöpfungskette erforderlich. Der WWF möchte mit dieser Studie zur aktuellen Diskussion beitragen und die betroffenen Akteure ermutigen, das Problem offensiv anzugehen.



Zusammenfassung

In Lebensmitteln treten immer wieder Rückstände von Mineralöl auf. Dabei muss unterschieden werden zwischen MOSH (Mineral Oil

Saturated Hydrocarbons, gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe) und MOAH (Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons, aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe). Aus human-toxikologischer Sicht sind MOAH wesentlich bedenklicher als MOSH.

Insbesondere Recyclingkarton gilt als Verursacher von Mineralölverunreinigungen. Diese Studie zeigt jedoch, dass daneben weitere Kontaminationsquellen existieren, z. B. über Schmiermittel in Produktionsmaschinen sowie Staubbinder oder Trennmittel.

In einer hier beschriebenen Fallstudie wurden das Vorkommen und die Ursachen von Mineralölrückständen bei Olivenöl untersucht. Es stellte sich heraus, dass die Mehrheit der Olivenöle mit MOSH und rund ein Fünftel mit MOAH verunreinigt sind. Als Kontaminationsquellen kommen in Frage: Paraffinöle im Pflanzenschutz, Emissionen der Dieselmotoren während der Ernte, Umweltemissionen, verunreinigte Transportbehälter, Schmieröle in verarbeitenden Maschinen und Aufbewahrungsgefäße.

Bis heute existieren auf europäischer Ebene und in Deutschland keine gesetzlichen Vorschriften für Maximalwerte von Mineralölverunreinigungen in Lebensmitteln und für zulässige Aufnahmemengen. In Deutschland wird momentan eine neue Bedarfsgegenständeverordnung, die sogenannte »Mineralölverordnung«, vom Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) erarbeitet. Zum Schutz der Konsumenten sollten gesetzliche Vorschriften mit festgelegten Höchstwerten geschaffen werden, insbesondere für MOAH.

Diese Studie gibt zudem einen kurzen Überblick über aktuelle Forschungsergebnisse zu den gesundheitlichen Auswirkungen der Aufnahme von mineralölbelasteten Lebensmitteln. MOSH können sich im Körperfett und in Körperorganen wie Leber und Milz ablagern und zur Tumorbildung führen. MOAH können sich nicht im Körper ablagern, sind aber Karzinogene und sollten deshalb nicht in Lebensmitteln vorkommen.

Fachleute empfehlen, die Analysemethoden zu vereinheitlichen und den Austausch von Analyseergebnissen zwischen den Lebensmittelunternehmen und den zuständigen Behörden zu verbessern.

Um die Belastung von Lebensmitteln durch Mineralöl zu reduzieren, sind gemeinsame Bestrebungen aller an der Wertschöpfungskette Beteiligten notwendig. Dazu gehören der Anbau, der Transport, der Rohstoffhandel, die Verarbeitungsindustrie, die Verpackungsindustrie, die Druckfarbenindustrie und die Lebensmittelhändler. Je nach Produkt und Wertschöpfungskette können sehr unterschiedliche Ursachen relevant sein, und dies kann ganz andere Verbesserungsmaßnahmen erfordern.



1.

Einleitung

Untersuchungen zeigen, dass in Lebensmitteln gefundenes Mineralöl nicht nur von Recyclingkartons stammen, sondern auch aus anderen Quellen.

Mineralölkomponenten (MOSH/MOAH) in Lebensmitteln werden in der Öffentlichkeit immer wieder thematisiert. Obwohl die Problematik mit Mineralölrückständen seit Jahren bekannt ist, enthalten noch immer zahlreiche Lebensmittel MOSH- und MOAH-Bestandteile. Es gibt nur wenige Labors, welche die technische Ausrüstung für eine Untersuchung von Lebensmitteln auf Mineralölkomponenten besitzen (European Food Safety Agency [EFSA] 2013). Normalerweise wird die Kontamination den Recyclingkartons zugeschrieben (via mineralöhlhaltiger Druckfarbe). Mineralöle können jedoch auch auf anderen Produktionsstufen als über Recyclingkarton in Nahrungsmittel gelangen. Neben einer Hintergrundbelastung in der Umwelt werden Mineralöle auch gezielt von der Lebensmittelindustrie eingesetzt: beispielsweise als Schmiermittel in Produktionsmaschinen, als Staubbinder, Trennmittel oder in Klebstoffen (EFSA 2013). Es sind Fälle bekannt, bei denen vermutet werden muss, dass die Kontamination nicht aus dem Recyclingkarton, sondern aus anderen Quellen stammt. So wurde 2016 Schokolade auf Schadstoffe untersucht, und in jedem dritten Produkt fand man Rückstände von Mineralöl (foodwatch 2016a). In einer neuen Untersuchung vom Juli 2017 enthalten alle der 40 Schokoladen im Test MOSH, jede vierte zudem auch MOAH (Ökotest 2017a). Dabei stellt sich die Frage, wie das Mineralöl in die Süßigkeit gelangen konnte, da die Verpackungsindustrie heute vermehrt Frischfaserkartons einsetzt und Schokolade normalerweise mit einem Aluminium- oder Kunststoffwickel versehen ist. Es muss angenommen werden, dass entweder die Barrierewirkung des Aluminiums/Kunststoffes ungenügend war und die Farben auf dem Frischkarton Mineralölkomponenten enthielten, oder dass die Rohstoffe bereits vor oder während der Verarbeitung kontaminiert wurden.

2.

Projektziele

Diese Studie will Kontaminationsquellen vor dem Verpackungsvorgang auf die Spur kommen.

Ziel dieser Studie ist aufzuzeigen, wo in der Lebensmittelproduktionskette eine Kontamination mit Mineralöl plausibel ist, um sämtliche Kontaminationsquellen und von diesen ausgehende Risiken zu definieren. Der Fokus liegt dabei nicht auf dem Recyclingkarton, der als Quelle bereits bekannt ist, sondern vielmehr auf anderen, bisher unbekanntem möglichen Kontaminationsquellen. Anhand des Beispiels der Olivenölproduktion in Südeuropa soll aufgezeigt werden, bei welchen Produktionsschritten Kontaminationen mit Mineralöl stattfinden können. Mithilfe von Analysedaten zu Mineralölrückständen im Olivenölsortiment eines Einzelhändlers wird die Problematik der Mineralölverunreinigung verdeutlicht. Daraus sollen Rückschlüsse auf mögliche Kontaminationsquellen gezogen und Empfehlungen formuliert werden.

3. Material und Methoden

Für die Literaturrecherche wurden zunächst wissenschaftliche Publikationen und Datenbanken herangezogen. Anschließend wurde, basierend auf den dort angeführten Erkenntnissen, fallbezogen im Internet nach Beispielen und Testergebnissen gesucht. In einzelnen, besonders prägnanten Fällen wurde zunächst das Ergebnis der Lebensmittelstudien von Verbraucherorganisationen betrachtet, und auf Grundlage dessen wurden wissenschaftliche Quellen zur Herkunft der Kontamination gesucht und einbezogen.

- > Für die Suche nach wissenschaftlichen Publikationen wurde die Datenbank PubMed des National Center for Biotechnology Information (NCBI) genutzt (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/>).
- > Grundlegende wissenschaftliche Erkenntnisse liefert die Studie »Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food« des Panel on Contaminants in the Food Chain der EFSA aus dem Jahr 2012 (EFSA 2013).
- > Aufschluss über aktuelle Forschungsergebnisse gaben die Jahresberichte 2014 – 2016 des Kantonalen Labors Zürich, hier insbesondere die Erkenntnisse von Dr. Konrad Grob (Kantonales Labor Zürich [KLZ] 2016).
- > Für aktuelle Fälle wurden Qualitätsüberprüfungen der Stiftung Warentest (<https://www.test.de/>), Ökotest (<http://www.oekotest.de/>) sowie der Organisation foodwatch (<https://www.foodwatch.org/de/>) herangezogen. Foodwatch liefert außerdem umfangreiche Testergebnisse für MOSH- und MOAH-Gehalte verschiedener Lebensmittel (foodwatch 2015).

Für die Untersuchung der Kontaminationsquellen der Olivenölproduktion hat uns ein Einzelhändler anonymisierte Testergebnisse zu Mineralölrückständen im Olivenölsortiment zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden ausgewertet und die Mineralölverschmutzungen in Diagrammen dargestellt. Daraus wurden in einem letzten Schritt mögliche Kontaminationsquellen abgeleitet.

4. Chemische Grundlagen

Das eine Vielzahl von Lebensmitteln belastende Mineralöl wird aus Erdöl gewonnen.

Eine Vielzahl an Lebensmitteln kann mit Mineralöl belastet sein. Über den Verzehr solcher Lebensmittel ist der Verbraucher der

Aufnahme dieses Mineralöls und damit auch der Aufnahme von Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MKW) ausgesetzt. Gewonnen wird das Mineralöl aus Erdöl und bildet ein komplexes Gemisch, das hauptsächlich aus gesättigten (MOSH: Mineral Oil Saturated Hydrocarbon) und aromatischen (MOAH: Mineral Oil Aromatic Hydrocarbon) Kohlenwasserstoffen besteht. Diese können entsprechend ihrer Molekularstruktur anhand ihres Siedebereiches unterschieden werden. Eine Einteilung ist in Abbildung 1 dargestellt.

Zu den MOSH zählen dabei kettenförmige (Paraffine) und cyclische (Naphtene) Alkane, während MOAH-Verbindungen alkylierte mono- und/oder polyaromatische Ringe enthalten. MKW, die mindestens einen aromatischen Ring aufweisen, werden bereits als MOAH angesehen. Üblicherweise liegt der Anteil von MOAH im Mineralöl bei ca. 15 bis 35%. In den stark raffinierten Weißölen, die in der Lebensmittelindustrie als Schmieröle verwendet werden, sind nahezu keine MOAH mehr nachweisbar (EFSA 2013).

Zu den MOAH gehören außerdem die polycyclischen aromatischen Kohlenwasserstoffe (PAK). Diese sind aus mehreren verbundenen Benzolringen aufgebaute Verbindungen, die ebenfalls in geringen Mengen in Erdölprodukten enthalten sind und beispielsweise durch Abgasemissionen verbreitet werden (BMEL 2017).

POSH (Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons) sind oligomere gesättigte Kohlenwasserstoffe, bestehend aus Polyalkenen (Polyethylen [PE], Polypropylen [PP]) und verwandten Materialien, die ebenfalls in der Lage sind, in Lebensmittel zu migrieren. Sie können in einer gaschromatographischen Analyse zudem nur schwer von MOSH und MOAH unterschieden werden.

Abbildung 1:
Differenzierung unterschiedlicher Mineralöl-Kohlenwasserstoffe.



5.

Resultate

Im Folgenden werden aktuelle Fälle mineralölbelasteter Lebensmittel aufgezeigt und verantwortliche sowie potenzielle Kontaminationsquellen näher erläutert. Anschließend werden die Ergebnisse aus einer Untersuchung der Mineralöl-Kontaminationsquellen bei der Olivenölproduktion in Südeuropa vorgestellt. Ferner werden die gesundheitlichen Auswirkungen, basierend auf dem aktuellen Stand der Forschung, erläutert und rechtliche Vorschriften und Bestimmungen zu Grenzwerten im Gehalt der Lebensmittel sowie zur täglichen Aufnahme genannt. Ergänzend werden Schwierigkeiten bei der analytischen Erfassung der MOSH- und MOAH-Gehalte angeführt. Zudem werden analytische Herausforderungen bei der exakten Bestimmung der Herkunft der MKW beschrieben.

5.1 Aktuelle Fälle

Die folgenden Fälle stellen veröffentlichte Resultate und Vermutungen von verschiedenen Prüfinstitutionen dar. Die darin getroffenen Aussagen und Annahmen werden im weiteren Projektverlauf überprüft.

Sämtliche von Ökotest untersuchte Schokolade enthielt Mineralölrückstände.

Schokolade (Juni 2017)

Ökotest hat im Juni 40 Schokoladen auf Mineralölrückstände geprüft. Das Ergebnis: Alle 40 Schokoladen enthalten MOSH. In zehn Schokoladen konnte zudem MOAH nachgewiesen werden. Ware desselben Herstellers ist dabei in unterschiedlichem Maße belastet, was auf einen Mineralöleintrag bereits vor der Produktion, beispielsweise durch für den Kakao-transport verwendete Jutesäcke, oder nach der Produktion durch Verpackung hinweist (Ökotest 2017a).

Ökotest hat in 17 von 22 getesteten veganen Brotaufstrichen Mineralöle gefunden.

Vegane Brotaufstriche (Mai 2017)

Im Mai 2017 hat Ökotest 22 vegane Brotaufstriche getestet. Davon wurden in 17 Produkten Mineralöle gefunden. Vier Produkte enthalten auch MOAH. Nachdem der Eintrag durch technisch eingesetzte Schmieröle sowie durch Verpackungen ausgeschlossen wurde, wird rückschließend die Kontamination bei der Verarbeitung von der Kokosnuss zum Kokosfett vermutet. Dabei sind auch Bioprodukte betroffen (Ökotest 2017b).

Alle von Stiftung Warentest untersuchten Olivenöle enthielten gesättigte Mineralöl-Kohlenwasserstoffe (MOSH).

Olivenöl (Januar 2017, 2016)

Alle Olivenöle im jüngsten Test der Stiftung Warentest vom Januar 2017 enthalten gesättigte Mineralöl-Kohlenwasserstoffe (MOSH). Fast die Hälfte der Öle ist deutlich damit belastet. Ein Öl ist darüber hinaus hoch mit aromatischen Mineralöl-Kohlenwasserstoffen (MOAH) belastet. Im Test 2016 wiesen vier Öle aus Portugal und Griechenland deutlich erhöhte MOAH-Werte auf. Als mögliche Kontaminationsquellen vermutet die Stiftung Warentest entweder Abgase der Erntemaschinen, Schmieröle der Ölmühlen oder den Einsatz von Paraffinöl als Insektizid und Akarizid. Darüber hinaus wurden Weichmacher, Pestizide, polycyclische, aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) und Styrol nachgewiesen (Stiftung Warentest 2017, Stiftung Warentest 2016). Diese Testergebnisse werden im Abschnitt 5.3 Mineralölrückstände in Olivenöl noch ausführlicher beschrieben.

Adventskalender (November 2016, 2015)

Das Bayerische Landesamt für Gesundheit und Lebensmittel (LGL) hat im November 2015 und November 2016 in Adventskalendern sowohl die Schokolade als auch die Kartonverpackung auf MOSH- und MOAH-Gehalte untersucht. Die Proben stammten vorwiegend von bayerischen Herstellern.

Test Adventskalender 2015/2016: Mineralöl in Schokolade und Kartonverpackung

Gemessen in:	MOSH-Rückstände		MOAH-Rückstände	
	2015	2016	2015	2016
Schokolade	in 11 von 11	in 5 von 5	in 5 von 11	in 3 von 5
Frischkarton	in 10 von 10	in 5 von 5	in 3 von 10	in 0 von 5
Recyclingkarton	in 1 von 1	–	in 1 von 1	–

Im Test 2015 werden bei zehn von elf Kalendern Frischfaserkartons verwendet, vier enthalten zusätzliche Barrieren wie eine Kunststoffbeschichtung oder eine Alufolienverpackung der Schokoladenstücke, die den Übergang von Mineralöl verhindern sollen. Bei fünf Adventskalendern wurde bestätigt, dass mineralölfreie Druckfarben verwendet wurden. Nichtsdestotrotz wurden in allen Schokoladen und Kartonverpackungen MOSH nachgewiesen. Geringe Mengen an MOAH wurden

in fünf Schokoladen nachgewiesen, bei den Verpackungen dieser Schokoladen wurde nur in vier von fünf MOAH gefunden. Das zeigt, dass der Eintrag von MOSH und MOAH nicht nur aus der Verpackung stammt, sondern bereits vorher stattgefunden haben muss, z. B. durch mineralöl-belastete Jutesäcke für den Transport oder Schmieröle von Produktionsmaschinen. Der Recyclingkarton-Kalender enthielt erwartungsgemäß höhere MOSH- und MOAH-Werte im Karton als die Frischfaser-Kartonverpackungen. In der Schokolade war die Belastung im Gegensatz dazu gering. Es wurde deutlich, dass sich die meisten Hersteller bemühen, Mineralölkontaminationen durch die Wahl der Verpackungen (Frischfaserkarton, mineralölfreie Druckfarben, Barrieren) zu vermeiden.

Obwohl bei allen Adventskalendern Frischfaserkartons und mineralölfreie Druckfarben verwendet wurden, fanden sich durchweg Rückstände von Mineralöl-Kohlenwasserstoffe im Produkt.

Im zweiten Test im November 2016 wurden fünf Adventskalender untersucht. Dabei wurden im Sinne der risikoorientierten Probenahme nur die Kalender kontrolliert, bei denen im Jahr 2015 MOSH- und MOAH-Rückstände nachgewiesen worden waren. Bei allen Kalendern werden Frischfaserkartons und mineralölfreie Druckfarben verwendet. Die Untersuchung zeigte, dass in allen Verpackungen MOSH, jedoch keine MOAH enthalten sind. Einer der fünf Kalender enthält außerdem eine Barriere aus Alufolie. Alle Schokoladen enthalten MOSH, wobei der größte Teil aus Kohlenwasserstoffen > C₂₄ zählt. Diese Stoffe sind schwer flüchtig und schließen den Übergang aus der Kartonverpackung im Gaszustand in die Schokolade aus. In drei der fünf Schokoladen waren geringe Mengen an MOAH nachweisbar. Diese können kaum aus der Kartonverpackung stammen, da sie keine MOAH enthalten. Auch hier sind sich die Hersteller der Problematik bewusst geworden und haben die Verpackung zur Vermeidung von Kontaminationen angepasst. Die Kontaminationsquellen müssen demzufolge aus vorherigen Produktions- und Transportschritten stammen (LGL 2016).

Süßspeisen und Donuts (Oktober 2016)

Eine der Hauptursachen für Mineralöl in Süßspeisen und Schmelzgebäck sind die verwendeten Öle für die Hydraulik und zum Schmieren von Kolben der Dosierspritzen.

Hohe Gehalte an Fettschadstoffen und Mineralöl wurden in allen der 15 getesteten Donuts nachgewiesen (Ökotest 2016). Eine der Hauptursachen für den Mineralöleintrag in Süßspeisen und Schmelzgebäck sind die verwendeten Hydrauliköle und Schmieröle der Kolben der Dosierspritzen. Wird Schmieröl mit erhöhtem Druck eingesetzt, um zu verhindern, dass Dessert, Eiscreme oder Teig hinter den Kolben gelangt, dringen geringe Mengen Öl ins Lebensmittel. Zudem enthalten Backwaren häufig Mineralöle aus den Trennmitteln, die eingesetzt werden, damit sich die Produkte leichter aus den formgebenden Behältern lösen (EFSA 2013).

MOAH-Verunreinigungen fand das Labor sowohl bei den preisgünstigen Osterhasen der Discounter als auch in teuren Markenprodukten.

Osterhasen (März 2016)

Nach einer Laboranalyse der Verbraucherorganisation foodwatch sind acht der 20 getesteten Schokohasen mit aromatischen MOAH belastet. MOAH-Verunreinigungen fand das Labor bei preisgünstigen Osterhasen von Lidl, Penny und Aldi Nord, aber auch in teuren Markenprodukten, etwa von Lindt, Feodora und Niederegger. Alle Schokohasen waren zudem mehr oder weniger stark mit gesättigten MOSH belastet. Extrem hohe MOSH-Werte hat das Labor in Hasen der Eigenmarken »Favorina« von Lidl und »Douceur« von Penny gemessen. Mögliche Kontaminationsquellen können die Jutesäcke sein, die beim Transport eingesetzt werden und mit MKW-haltigen Batching-Ölen behandelt sind. Insbesondere beim Seetransport besteht die Gefahr durch Verunreinigungen durch Schmieröle und andere Ladung. Auch in den Nussmühlen kann während der Verarbeitung eine Verunreinigung mit Schmierölen stattfinden (foodwatch 2016a).

Reis (Oktober 2015)

Insbesondere Reis aus Asien ist auch Jahre nach Bekanntwerden der Problematik noch mineralölbelastet. Grund dafür ist der Einsatz von mineralöhlhaltigen Batching-Ölen, welche die zum Transport verwendeten Jutesäcke geschmeidig machen (KLZ 2016, foodwatch 2015).

Über die Lebensmittel hinaus gelangt der Konsument bzw. die Konsumentin auch durch andere Quellen wie z. B. Raumluft und Kosmetika mit MOSH/MOAH in Kontakt. Die Untersuchung dieser Quellen war jedoch nicht Gegenstand der vorliegenden Ausarbeitung.

5.2 Kontaminationsquellen

Pflanzenschutz

Sowohl im ökologischen als auch im konventionellen Landbau sind Mineralöle in Form von Paraffinölen als Pflanzenschutzmittel zugelassen.

Einige Mineralöle sind in Form von Paraffinölen als Pflanzenschutzmittel in Europa als Insektizid und Akarizid zugelassen (540/2011); dies gilt auch für den ökologischen Landbau ([EG] Nr. 889/2008) (EFSA 2013). Die Öle werden hierbei vorwiegend im Winter und während des Austriebs im Obstbau als Emulsion ausgebracht und bilden infolge von Niederschlag einen Ölfilm, der überwinterte Insekten, Larven und Eier erstickt.

Schmieröle

Lebensmittelverträgliche Schmieröle müssen nach EU-Bio-Verordnung seit Ende 2016 in der Verarbeitung aus Pflanzenölen bestehen, die aus biologischer Produktion gewonnen wurden.

Lebensmittel werden auf dem Weg vom Feld, über Ernte und Transport durch Abgase von Erntemaschinen oder Transportfahrzeugen, sowie durch Schmieröle während der Verarbeitung verunreinigt. In der Lebensmittelverarbeitung dürfen als Schmieröle hoch raffinierte Mineralöle (weiße Öle der Klasse H-1), die nahezu MOAH-frei sind, eingesetzt werden (EFSA 2013). Die US-amerikanische Food and Drug Administration (FDA) hat eine Positivliste mit Grundölen und Additiven erstellt, die kurzzeitig in Kontakt mit Lebensmitteln kommen dürfen; in Europa gibt es übereinstimmende Anforderungen. Diese lebensmittelverträglichen Schmieröle werden in Verarbeitungsmaschinen beispielsweise als Hydrauliköle, Kettenöle und Getriebeöle gebraucht. Dabei besteht die Möglichkeit, dass Lebensmittel gelegentlich in geringen Konzentrationen in direkten Kontakt mit Schmierölen kommen und kontaminiert werden. Zudem ist es möglich, dass nicht ausschließlich lebensmittelverträgliche Öle in Verarbeitungsanlagen verwendet werden, sondern auch technische Öle (enthalten 15 bis 35 % MOAH) zum Einsatz kommen (EFSA 2013). In der EU-Bio-Verordnung müssen seit dem 07.11.2016 lebensmittelverträgliche Schmieröle in der Verarbeitung aus Pflanzenölen bestehen, die aus biologischer Produktion gewonnen wurden.

In der Studie von Grundböck et al. 2010 wurden Sonnenblumenkerne aus der Schweiz auf Mineralölgehalte untersucht. Bereits in von Hand geernteten Sonnenblumenkernen konnten Rückstände von Schmieröl aus der Atmosphäre festgestellt werden. Schmieröl ist der Hauptbestandteil der MOSH im Feinstaub, der durch Fahrzeuge ohne Katalysator, im Wesentlichen durch Dieselmotoren emissioniert wird. In den Sonnenblumenkernen variierten die Konzentrationen von 0,1 mg Schmieröl/kg Sonnenblumenkerne in ländlichen Gebieten bis hin zu 2,4 mg/kg im städtischen Gebiet um Zürich. Die höheren Konzentrationen in Stadtnähe sind auf die Abgase, die durch die begünstigte Windrichtung aus

der Stadt zum Feld befördert wurden, zurückzuführen. Die Sonnenblumenkerne, die durch Erntemaschinen gewonnen wurden, waren mit bis zu 7 mg Diesel/kg Sonnenblumenöl sowie mit bis zu 11 mg Schmieröl/kg Sonnenblumenöl belastet. Hinzu kommt eine Kontamination mit 30 bis 40 mg Diesel/kg Sonnenblumenöl in der Trocknungsanlage. Es hat sich herausgestellt, dass diese Kontamination durch die Luftzufuhr für die Trocknungsanlage, die sich unterhalb des Daches in der Auslieferungshalle befindet, verursacht wird. Unterhalb des Daches akkumulieren sich die gesamten Abgase der Traktoren und Lastwagen, welche die Ware ein- und ausführen. Das Problem beschränkt sich nicht nur auf die Schweiz; bei importiertem Sonnenblumenöl waren die Proben in ähnlichen und noch höheren Mengen kontaminiert. Für andere Öl- und Nutzpflanzen werden, daraus abgeleitet, ähnliche Werte erwartet.

Staubschutz

Für biozertifizierte Futtermittel ist der Einsatz von Paraffinen als Staubbinder in der EU und der Schweiz verboten.

Um Explosionen von Getreidestaub beim Einpumpen in die Silos zu verhindern, hat die FDA in den USA den Einsatz von Mineralöl (Paraffin) durch die Regulierung 21 CFR 172.878 zugelassen. Der Grenzwert für Mineralöl mit direktem Lebensmittelkontakt liegt danach in den USA bei 800 mg/kg. In der EU und der Schweiz wurde diese Technik allerdings für Lebensmittel nicht zugelassen. In Futtermittelsilos kommt Mineralöl lediglich als Zusatzstoff in den Futtermittelvormischungen selbst vor. Über die Auswirkungen auf Milchprodukte und Fleisch ist bisher nichts bekannt. Für biozertifizierte Futtermittel ist der Einsatz von Paraffinen als Staubbinder in der EU und der Schweiz gänzlich verboten.

Verpackung der Rohware

In vielen Ländern werden Rohwaren in mineralöhlhaltigem Material verpackt. In Asien und Afrika behandelt man Jutesäcke sogar direkt mit Mineralöl, was insbesondere Basmatireis mit Mineralöl-Kohlenwasserstoffen belastet.

Zur Verpackung von Rohwaren dienen oft mineralöhlhaltige Materialien. Um die Webeigenschaften zu verbessern, werden Jutesäcke mit bis zu 7 % (Gewichtsprozent) Mineralöl behandelt. Flüchtige MKW können so in gelagerte Lebensmittel wie Nüsse, Kakaobohnen, Kaffee und Reis migrieren. Auch Farben und Klebstoffe sind mögliche MKW-Quellen. Jutesäcke werden in Europa heute mit Pflanzenölen bearbeitet oder wurden gänzlich durch Kunststoffsäcke bzw. Plastikgebilde ausgetauscht. In Asien und Afrika werden Jutesäcke noch immer mit Mineralöl behandelt, wodurch insbesondere in Basmatireis 0,5 bis 10 mg/kg MOSH nachgewiesen werden kann, insbesondere im Molekularbereich zwischen C17 und C20, wo zwischen 20 und 25 % MOAH enthalten sind.

Bäckereien setzen häufig Paraffinöle als Trennmittel ein, damit der Teig in den Maschinen nicht verklebt und die Brote leichter geschnitten werden können.

Trennmittel

Um ein Verkleben von Lebensmitteln zu verhindern oder deren Rieselfähigkeit zu erhöhen, werden in der Lebensmittelverarbeitung Trennmittel verwendet. Insbesondere in Bäckereien werden häufig Paraffinöle eingesetzt, damit der Teig in den Maschinen nicht verklebt und die Brote leichter geschnitten werden können. Aber auch in stark verarbeiteten Lebensmitteln wie Tütensuppen, Scheibenkäse, Kaugummi und Gebäck kommen sie zum Einsatz. Eine Zusatzbelastung durch Migration aus Umkartons kann in diesem Fall ausgeschlossen werden, da keine MOAH-Rückstände enthalten waren, die bei einer Belastung aus der Druckfarbe der Kartons nachweisbar wären. Das Fehlen von MOAH und die Akkumulation im Molekularbereich C25 sind Indikatoren dafür, dass die Belastung auf weißes Mineralöl zurückgeführt werden kann, das als Formtrennmittel eingesetzt wurde. Insbesondere wird auch mikrokristallines Wachs (E905) als Überzugsmittel für Obst und Süßwaren verwendet, um das Wachstum von Schimmelpilzen und anderen Mikroorganismen zu hemmen. Wie das Paraffin wird auch mikrokristallines Wachs aus Erdöl gewonnen und besteht aus einer Mischung verschiedener langkettiger Kohlenwasserstoffe. Dabei ist es nur für bestimmte Produkte zugelassen, hier jedoch in unbegrenzter Menge. Als Überzugsmittel in Bio-Produkten ist mikrokristallines Wachs nicht zugelassen. Stattdessen wird hier Bienenwachs (E901) und Carnaubawachs (E903) eingesetzt. Bei diesen kommen Kohlenwasserstoffe auf natürliche Weise in unterschiedlichen Molekülstrukturen vor; Bienenwachs enthält ca. 15 % und Carnaubawachs 3 %. Im Futtermittelbereich sind Paraffinöle in der EU gemäß EU-Verordnung (EG) Nr. 1831/2003 (Futtermittelzusatzstoff-Verordnung) und in der Schweiz nach Futtermittelbuch-Verordnung (FMBV) vom 26.10.2011 Abs. 1.4.1 in Zusatzstoffmischungen und in Mineralfuttermitteln zugelassen. Dabei wurde ein Höchstgehalt festgelegt. In Bio-Futtermitteln sind Paraffine als Zusatzstoff nicht zugelassen. Über Mineralölrückstände im verzehrfähigen Fleisch oder in Milch durch Paraffine im Futtermittel existieren bisher keine Forschungsergebnisse.

Mineralöl in Recyclingkartons stammt aus recycelten Zeitungen, die mit mineralöhlhaltigen Druckfarben bedruckt wurden.

Verpackungen aus Karton

Bei Lebensmittelverpackungen können Mineralölkomponenten direkt aus der Recyclingkartonverpackung (Primärverpackung oder Umverpackung) in das Lebensmittel migrieren. Mineralölrückstände wurden in unterschiedlichen kartonverpackten Lebensmitteln gefunden, wie beispielsweise in Reis, Mehl, Nudeln und Cornflakes. Beim Recyclingkarton stammt das Mineralöl aus recycelten Zeitungen, die mit mineralöhlhaltigen Druckfarben bedruckt wurden. Ein weiterer Kontaminationsweg ist die mineralöhlhaltige Druckfarbe auf der Außenseite des Verpackungskartons. Die Migration von MOSH und MOAH erfolgt über den gasförmigen Zustand und braucht keinen direkten Kontakt zum Lebensmittel. So können Moleküle mit weniger als 25 Kohlenstoffatomen (C₂₅) bei Raumtemperatur durch Evaporation in Lebensmittel migrieren (EFSA 2013). Ein besonders wirksamer Schutz vor der Migration von Mineralölen bieten funktionelle Barrieren aus Aluminium und PET (Biedermann et al. 2013, BMEL 2017). Die Verwendung recycelter Materialien und Gegenstände wird aus Gründen des Umweltschutzes grundsätzlich bevorzugt, sofern strenge Anforderungen zur Gewährleistung der Lebensmittelsicherheit und des Verbraucherschutzes festgelegt werden (Verordnung [EG] Nr. 1935/2004). Hierbei bieten funktionelle Barrieren trotz des zusätzlichen Aufwands der Verpackungsproduktion die beste Alternative zum Schutz vor Kontaminationen. In der Schweiz müssen Kartonverpackungen, die in Kontakt mit dem Lebensmittel kommen, aus Frischfaserkarton hergestellt werden. Falls trotzdem Recyclingkarton verwendet wird, muss eine funktionelle Barriere aus Aluminium oder Kunststoff eingesetzt werden (SR 817.023.21, Art. 21, Abs. 2). In Deutschland und der EU wird verlangt, dass Lebensmittel durch keine gesundheitsgefährdenden Stoffe kontaminiert sein dürfen, wobei der Kontakt des Nahrungsmittels mit Recyclingkarton grundsätzlich nicht verboten wird (Lebensmittel- und Futtermittelgesetzbuch – LFGB § 31 Übergang von Stoffen auf Lebensmittel; EU-Verordnung [EG] 1935/2004 Art. 3). In Deutschland werden zwei nationale Verordnungen bezüglich Mineralölrückständen in Lebensmitteln erarbeitet. Der Entwurf der Druckfarbenverordnung sieht vor, dass nur bestimmte Substanzen, die auf einer Positivliste stehen, in der Druckfarbe enthalten sein dürfen. Bei Lebensmittelverpackungen dürfen somit keine mineralöhlhaltigen Druckfarben mehr verwendet werden (BMEL Druckfarbenverordnung). Andererseits soll im Entwurf der Mineralölverordnung geregelt werden, dass keine MOAH in Lebensmittel migrieren dürfen, was den Einsatz funktioneller Barrieren für Recyclingverpackungen bedeutet oder mineralölfreie Verpackungen voraussetzt (BMEL 2017).

5.3 Fallstudie: Mineralölrückstände in Olivenöl

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse der Untersuchung von Mineralölrückständen im Olivenöl eines Einzelhändlers dargestellt und erläutert. Die Untersuchung verdeutlicht die Problematik der Mineralölrückstände im Olivenöl und diskutiert Einflussfaktoren wie die Herkunft und den Herstellungsprozess. Zum Schluss werden mögliche Kontaminationswege aufgezeigt.

5.3.1 Die Olivenölherstellung

Bei der Olivenernte gibt es verschiedene Methoden, wie die Oliven vom Baum geerntet werden können: von Hand gepflückt oder mechanisiert mit einer Rüttelmaschine, die den Baum schüttelt, um die Oliven auf einem ausgebreiteten Netz aufzufangen. Nach der Ernte werden die Oliven in Kisten aufbewahrt und zur Ölmühle transportiert. Dabei ist es wichtig, dass möglichst wenig Zeit zwischen der Ernte und der Pressung vergeht, da die Oliven ab dem Erntezeitpunkt anfangen zu oxidieren und zu fermentieren. Optimalerweise werden die Oliven innerhalb von 36 Stunden nach der Ernte gepresst, da das Olivenöl sonst an Qualität einbüßt. Die Gewinnung des Olivenöls kann durch das traditionelle Verfahren im Chargenbetrieb oder durch das moderne Verfahren im kontinuierlichen Betrieb erfolgen. Nachfolgend wird der kontinuierliche Betrieb vorgestellt, da die meisten Olivenöle aus unserer Untersuchung auf diese Art hergestellt wurden.

Bei der Olivenölherstellung werden zuerst die Blätter und Zweige mit einem Gebläse entfernt, und anschließend die Oliven im Wasserbad gewaschen. Danach werden sie in der Hammermühle, dem Mahl- oder Schneidewerk, zermahlen. Der so entstandene Brei wird 40 bis 60 Minuten bei maximal 27° C in Knetwerken umgerührt. Bei höheren Temperaturen würden sich die organoleptischen Qualitäten verflüchtigen und das Olivenöl würde nicht mehr den Qualitätsstandard »native extra« (kaltgepresst) erfüllen. Bei diesem Prozess, auch »Malaxieren« genannt, werden die feinen Öltröpfchen zusammengeschlossen und extrahierbar gemacht. Moderne Rührwerke arbeiten unter Schutzatmosphäre oder Vakuum, um die Oxidation durch Sauerstoff zu verhindern. Der Brei kommt danach in eine Zentrifuge (Dekanter) mit horizontaler Achse, um die festen Bestandteile von der Flüssigkeit zu trennen. In einem nächsten Schritt wird das Öl vom Fruchtwasser durch eine vertikale Zentrifuge getrennt. Zum Schluss wird das Olivenöl durch Filtration von den feinen Trubstoffen getrennt. Das Olivenöl kann nun zum Abfüllort transportiert oder vor Ort und in Flaschen abgefüllt werden.

5.3.2 Untersuchungen der Stiftung Warentest

Die Problematik der Mineralölrückstände in Olivenöl wurde durch die Stiftung Warentest bekannt gemacht. In zwei Untersuchungen der Stiftung Warentest 2016/2017 wurden in allen Olivenölen Mineralölrückstände nachgewiesen. Im Test 2016 wurden 26 Olivenöle »nativ extra« getestet, wobei vier hoch mit MOAH belastet waren. In allen getesteten Olivenölen wurden gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH) nachgewiesen, und ein Produkt war sehr stark verunreinigt. In der Untersuchung der Stiftung Warentest ein Jahr später, 2017, wurden 24 preiswertere »nativ-extra«-Olivenöl-Mischungen, darunter Eigenmarken von Discountern und klassische Marken, getestet. Auch in diesem Test enthielten alle Olivenöle MOSH, und fast die Hälfte war deutlich damit belastet. Je ein Olivenöl war außerdem hoch mit MOAH verunreinigt. Neben den Mineralölkontaminationen ist hier der größte Unterschied, dass die Mischungen sensorisch nicht mit den reinen Ölen aus einem Herkunftsland mithalten können und geschmacklich viel schlechter abschneiden. Als mögliche Gründe für die Mineralölbelastungen werden Abgase durch Erntemaschinen, technische Öle von Produktionsmaschinen und reines Paraffinöl, das als Pflanzenschutzmittel in der EU erlaubt ist (auch im ökologischen Landbau), erwähnt. Die Stiftung Warentest stellte uns die Originaldaten der MOSH/MOAH-Werte für diese Studie nicht zur Verfügung.

5.3.3 Eigene Untersuchungen

Für eine genauere Analyse stellte uns ein Einzelhändler die Daten zu Mineralölrückständen in Olivenölen aus seinem Sortiment zur Verfügung. Es liegen Daten von insgesamt 68 Olivenölen vor, davon sind 52 Markenartikel und 16 Eigenmarken, wovon neun aus biologischer und sieben aus konventioneller Produktion stammen. Die Olivenöle wurden in den beiden Erntejahren 2015/16 und 2016/17 produziert und kommen aus folgenden südeuropäischen Ländern: Italien, Spanien, Frankreich, Portugal und Griechenland. Es wird unterschieden zwischen Olivenölen aus einem Land und Mischölen, die aus unterschiedlichen Ländern stammen und gemischt wurden. Die Daten der beiden Erntejahre wurden für die Auswertung zusammengefasst.

Die Bewertung der Mineralölrückstände in den Olivenölen erfolgte anhand dieser Kriterien:

- > Wenn aromatische Kohlenwasserstoffe (**MOAH**) gefunden wurden, wurde das Produkt unabhängig von der Höhe der Rückstände als »belastet« eingestuft, da MOAH im Verdacht stehen, krebserregend und erbgutverändernd zu wirken.

- > Da keine gesetzlichen Grenzwerte für gesättigte Kohlenwasserstoffe (**MOSH**) vorliegen, wurde der Gehalt nach eigenem Bewertungsschema in vier Kategorien eingeteilt (mg MOSH/kg Olivenöl). Die Grundlage zur Einteilung bilden der Grenzwert von 2 mg/kg des Entwurfs der Mineralölverordnung des BMEL 2014 und der definierte Grenzwert von 4 mg/kg des Rapsöl-Tests von Ökotest 2017c. Die Nachweisgrenze für MOSH beträgt 0,5 mg/kg.

< 0,5 mg/kg	keine nachweisbaren Rückstände
> 0,5 ≤ 2 mg/kg	gering belastet
> 2 ≤ 4 mg/kg	stark belastet
> 4 mg/kg	sehr stark belastet

5.3.3.1 Gesamtbelastung

Die Auswertung ergab, dass der Großteil der Olivenöle mit Mineralölen verunreinigt ist. In insgesamt 65 von 68 Produkten wurden MOSH nachgewiesen, und 13 Produkte waren mit MOAH verunreinigt (siehe Abbildung 2 und Abbildung 3).

MOSH-Gesamtbelastung

Abbildung 2:
Prozentuale MOSH-Belastung aller getesteten Olivenöle. 0 bis < 0,5 mg/kg; > 0,5 bis ≤ 2 mg/kg; > 2 bis ≤ 4 mg/kg; > 4 mg/kg Olivenöl

Abbildung 2 zeigt, dass 63 % (43 Proben) der Olivenöle mit über 4 mg/kg MOSH sehr stark verunreinigt sind. 9 % (6 Proben) der Olivenöle enthalten 2 – 4 mg/kg, rund ein Viertel (24 %, 16 Proben) beinhalten 0,5 – 2 mg/kg und nur 4 % (3 Proben) waren nicht kontaminiert.

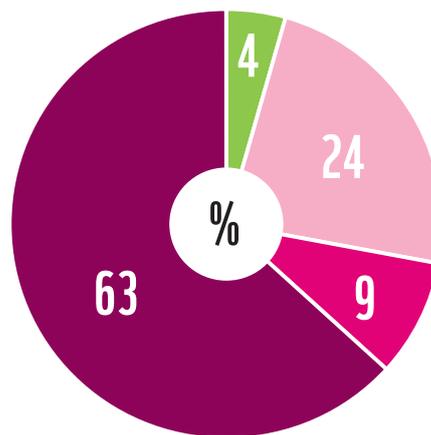
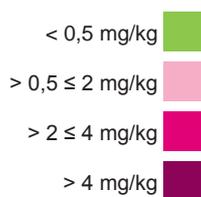
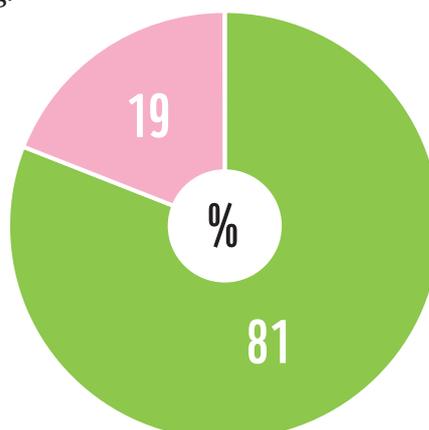
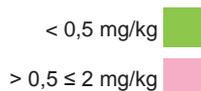


Abbildung 3:
Prozentuale MOAH-Belastung aller getesteten Olivenöle. MOAH-Gehalt ≤ 0,5 mg/kg und > 0,5mg/kg Olivenöl

MOAH-Gesamtbelastung

Die Belastung mit MOAH ist wesentlich weniger stark: nur 19 % (13 Proben) der 63 untersuchten Proben zeigten einen Gehalt von über 0,5 mg/kg.

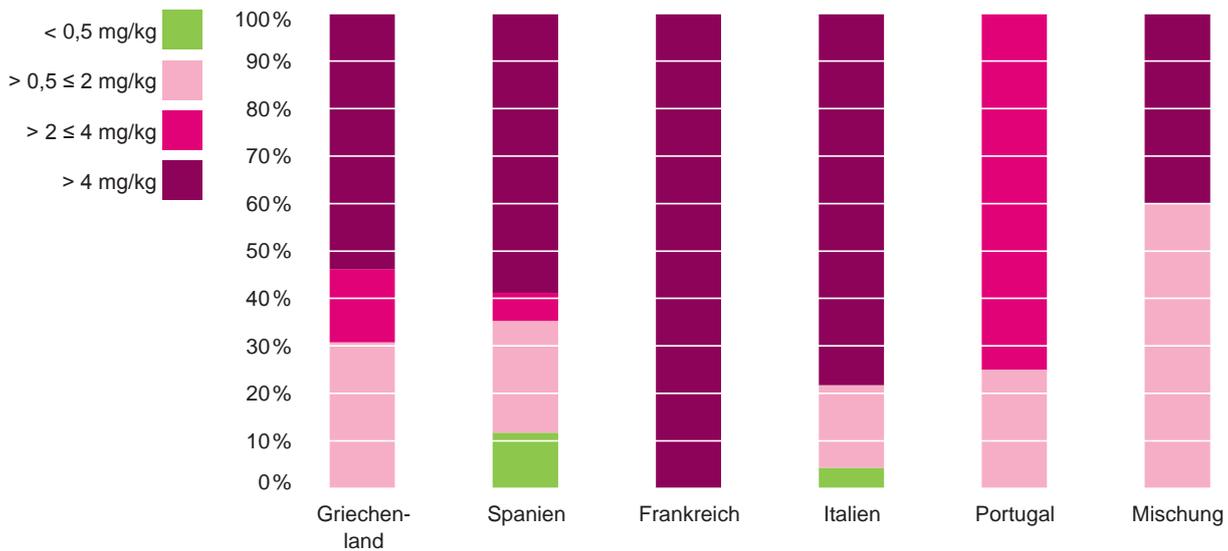


5.3.3.2 Belastung nach Herkunft

Prozentuale MOSH-Belastung nach Herkunft

In Abbildung 4 sind die prozentualen MOSH-Verunreinigungen in Kategorien nach einzelnen Herkunftsländern dargestellt. Aus Griechenland stammen insgesamt 13 Produkte, wobei über 50 % mit über 4 mg/kg verunreinigt sind. Bei den spanischen Olivenölen sind von insgesamt 17 Olivenölen fast 60 % mit über 4 mg/kg verunreinigt. Von den französischen Olivenölen sind alle sechs mit über 4 mg/kg belastet. Bei den italienischen Olivenölen sind von insgesamt 23 fast 80 % mit über 4 mg/kg belastet. Die vier Olivenöle aus Portugal sind unter 4 mg/kg belastet. Von den fünf Mischölen sind zwei mit über 4 mg/kg belastet.

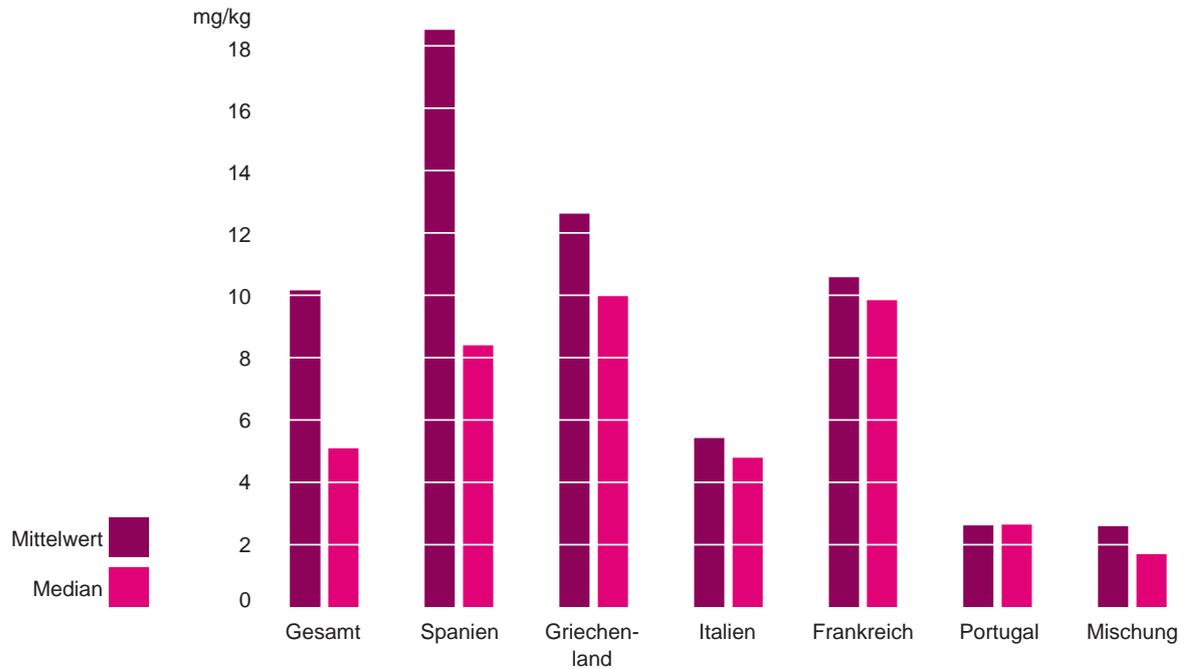
Abbildung 4:
Prozentuale MOSH-Belastung nach Herkunft: 0 bis < 0,5 mg/kg; > 0,5 bis ≤ 2 mg/kg; > 2 bis ≤ 4 mg/kg; > 4 mg/kg Olivenöl



MOSH-Belastung nach Herkunft: Mittelwert und Median

Der Mittelwert aller nachgewiesenen MOSH-Rückstände beträgt = 10,15 mg/kg und ist wegen einzelner hoher Werte aus Spanien und Griechenland viel höher als der Median 5,1 mg/kg (siehe Abbildung 5). Wenn man sich den hier aussagekräftigeren Median anschaut, sind die Olivenöle aus Griechenland (10) und Frankreich (9,85) am stärksten belastet, gefolgt von Spanien (8,4). Diese Länder sind im Vergleich zu Italien (4,8), Portugal (2,65) und den Mischölen (1,7) viel stärker verunreinigt.

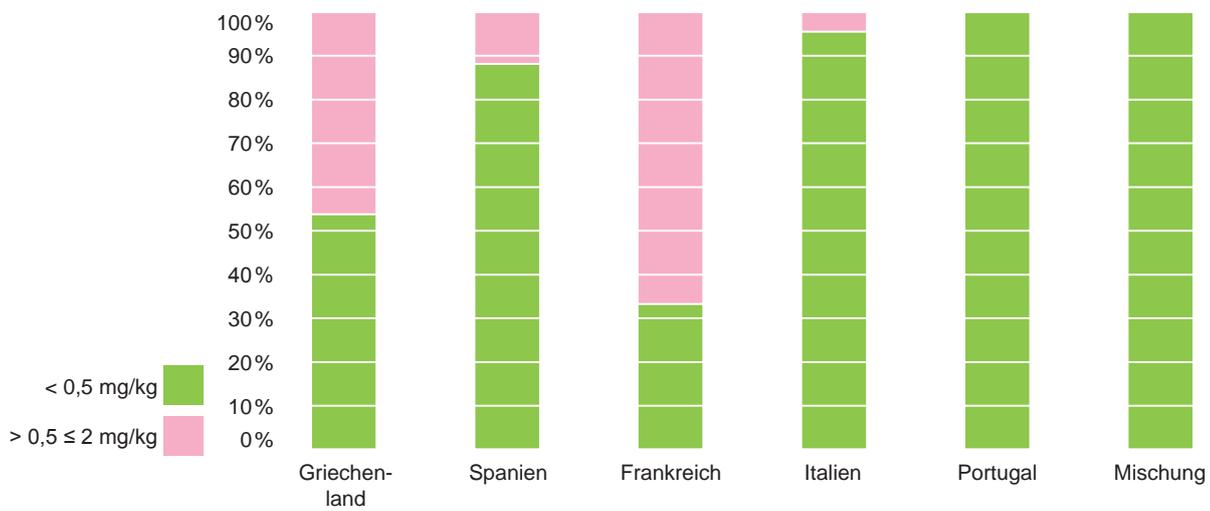
Abbildung 5:
Mittelwert und Median der
MOSH-Rückstände
einzelner Länder.



Prozentuale MOAH-Belastung nach Herkunft

Abbildung 6:
Prozentuale MOAH-Belastung aller getesteten Olivenöle nach Herkunft. MOSH-Gehalt $\leq 0,5$ mg/kg und $> 0,5$ mg/kg Olivenöl

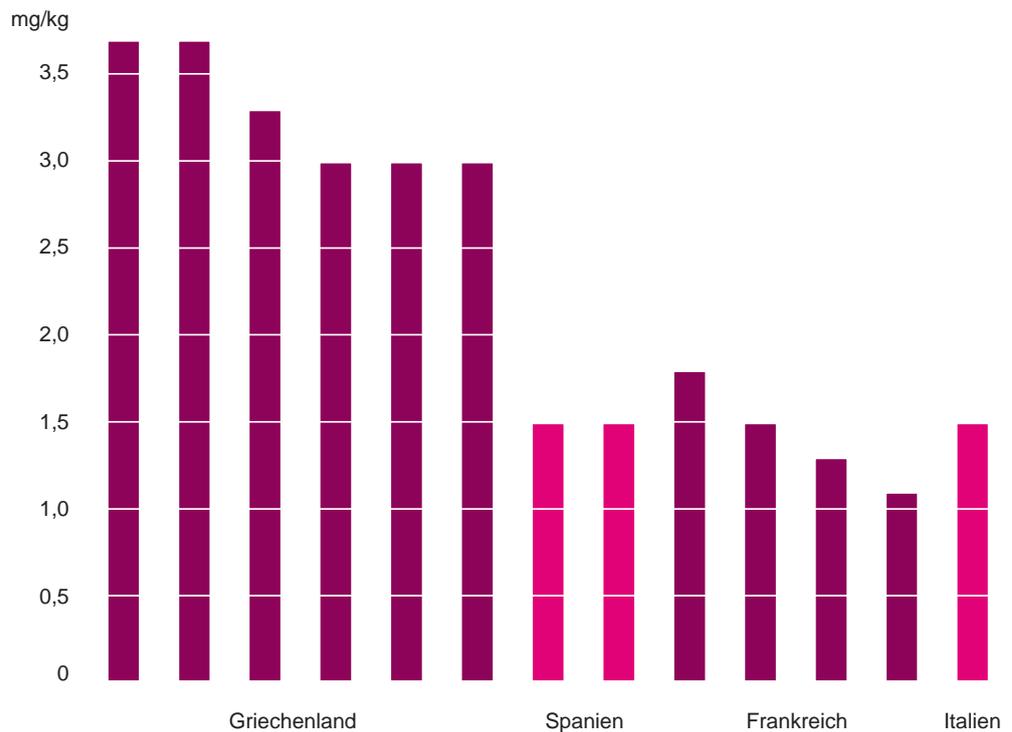
In Abbildung 6 ist zu sehen, dass die französischen und griechischen Olivenöle besonders stark von MOAH betroffen sind. Bei den französischen Ölen enthalten vier von sechs MOAH, und bei den griechischen sind es sechs von 13 Olivenölen. Spanien (zwei von 17) und Italien (eins von 23) sind weniger und Portugal (null von vier) gar nicht von MOAH-Belastungen betroffen.



MOAH-Belastung nach Herkunft: Mittelwert

Der Mittelwert der MOAH-Belastung beträgt = 2,3 mg/kg (1,5 mg/kg). Die meisten MOAH-Belastungen stammen aus Griechenland, diese sind im Vergleich zu den anderen Ländern mit einem Mittelwert von 3,28 mg/kg (3 mg/kg) stärker verunreinigt, gefolgt von Frankreich (= 1,43 mg/kg, 1,5/1,3 mg/kg), Spanien (= 1,5 mg/kg, 1,5 mg/kg) und Italien (= 1,5 mg/kg) (siehe Abbildung 7).

Abbildung 7:
Gefundene MOAH-Belastungen in mg/kg Olivenöl nach Herkunft.

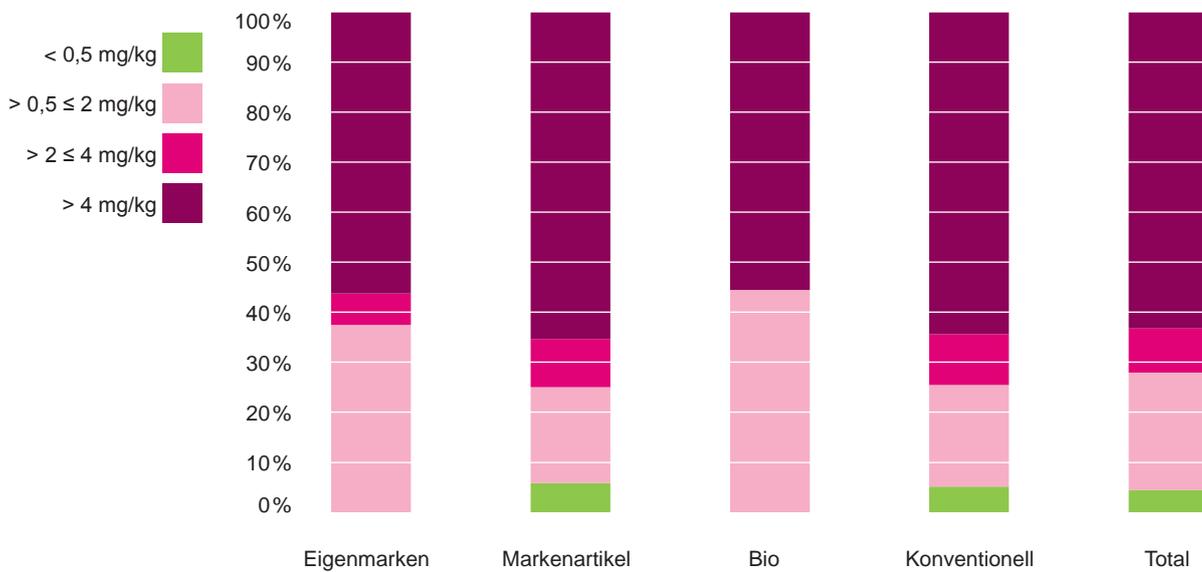


5.3.3.3 Belastung nach Marke und Produktionsmethode

MOSH-Belastung nach Marke und Produktionsmethode

Der Vergleich von Eigenmarken und Markenartikeln und der Produktionsmethoden (biologisch; konventionell) zeigt, dass die Eigenmarken sowie die biologisch hergestellten Olivenöle prozentual am wenigsten mit MOSH zwischen 2 und 4 mg/kg und über 4 mg/kg belastet sind (siehe Abbildung 8). Alle neun biologischen Olivenöle und alle 16 Eigenmarken sind aber von MOSH-Kontaminationen betroffen, wobei die 52 Markenartikel und 59 konventionell hergestellten Olivenöle auch Proben ohne MOSH-Rückstände beinhalten.

Abbildung 8:
Prozentuale MOSH-Belastung nach Marke und Produktionsmethode: 0 bis < 0,5 mg/kg; > 0,5 bis ≤ 2 mg/kg; > 2 bis ≤ 4 mg/kg; > 4 mg/kg Olivenöl



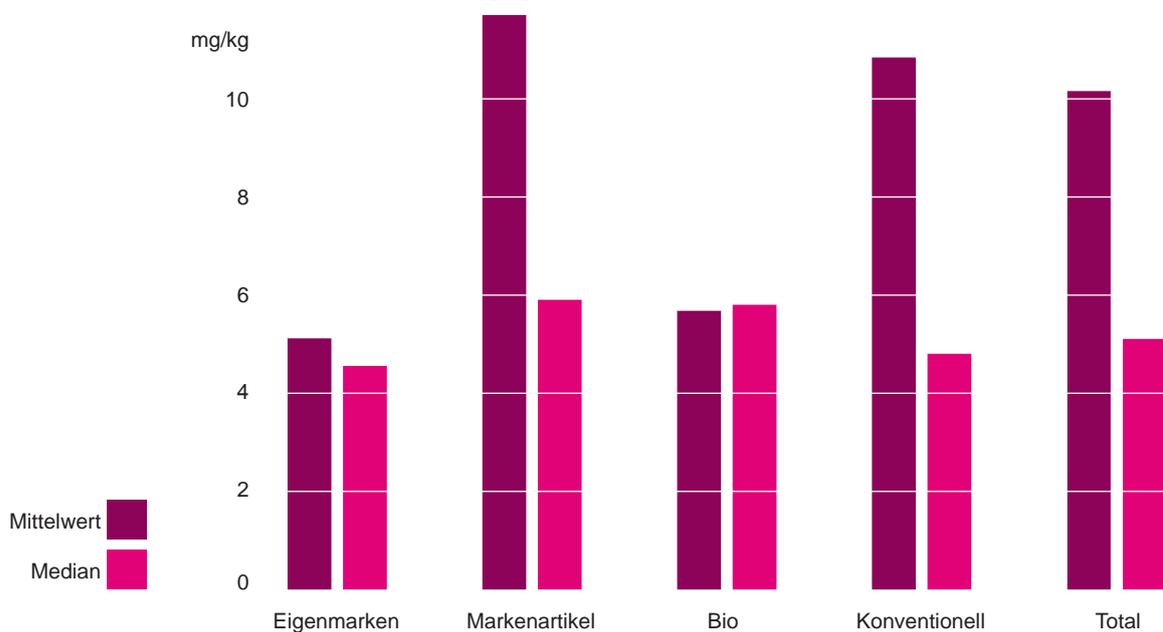
Auch biologisch hergestellte Olivenöle sind MOSH-kontaminiert.

MOSH-Belastung: Mittelwert und Median nach Marke und Produktionsmethode

Der Median der biologisch hergestellten Olivenöle 5,8 ist höher als der Median der Gesamtmenge 5,1 (siehe Abbildung 9). Wenn die biologischen Olivenöle (= 5,68; 5,8) mit den konventionellen Olivenölen (= 10,84; 4,8) verglichen werden, kann man erkennen, dass die biologischen Öle im Durchschnitt weniger MOSH enthalten; der Median ist aber auch hier höher als bei den konventionellen Ölen. Das zeigt, dass auch biologisch hergestellte Olivenöle MOSH-Kontaminationen enthalten. Schließlich kann man sehen, dass Eigenmarken (= 5,12; 4,55) weniger mit MOSH kontaminiert sind als die eingekauften Markenartikel (= 11,7; 5,9). Die Eigenmarken besitzen allgemein den tiefsten Durchschnittswert und den tiefsten Median. Hier ist es wahrscheinlich, dass die Olivenöle dank der Eigenkontrolle und der Qualitätsansprüche des Einzelhändlers weniger stark von MOSH-Kontaminationen betroffen sind.

Abbildung 9:

MOSH-Mittelwert und Median der Olivenöle der Eigenmarken des Einzelhändlers und der Markenartikel sowie aus biologischer und konventioneller Produktion.

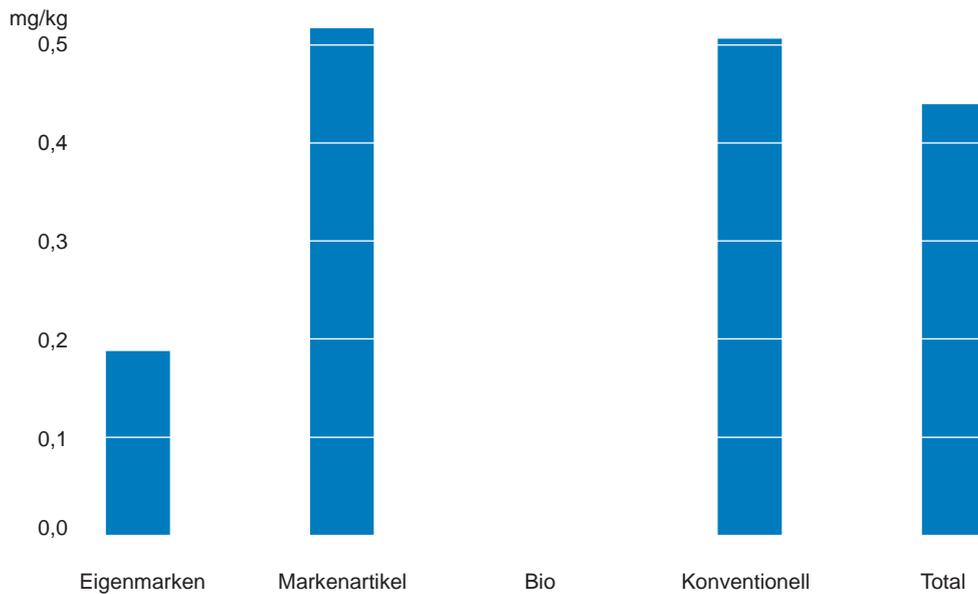


MOAH-Belastung: Mittelwert

Abbildung 10:

MOAH-Mittelwert der Olivenöle der Eigenmarken des Einzelhändlers und der Markenartikel sowie aus biologischer und konventioneller Produktion

In Abbildung 10 ist ersichtlich, dass Bio-Olivenöle keine MOAH enthalten. Die Eigenmarken haben mit = 0,19 mg/kg den kleinsten Mittelwert, wobei sich die Markenartikel (= 0,52 mg/kg) und die konventionell hergestellten Olivenöle (= 0,51 mg/kg) fast nicht unterscheiden.



Es zeigt sich, dass sich Mineralöle mit einer Kettenlänge von C25-C35 in den Körperorganen des Menschen ablagern können.

Betrachtet man die MOSH-Kontaminationen im Detail, wird ersichtlich, dass besonders viele Kohlenwasserstoffe im molekularen Bereich > C20 gefunden wurden, wenige im Bereich C17 – C20 und keine im Bereich C10 – C16. Das ist nachvollziehbar, da sich die Klasse im Bereich C10 – C16 über den Gaszustand verflüchtigen kann. Die Studie von Barp et al. 2016 hat gezeigt, dass sich die Mineralöle C25-C35 in Körperorganen des Menschen ablagern können. Interessant wäre zu erfahren, wie die Struktur dieser Mineralöl-Kohlenwasserstoffe aufgebaut ist, um festzustellen, ob es sich um lebensmittelverträgliche, raffinierte Schmieröle aus Produktionsmaschinen handelt.

5.3.4 Mögliche Kontaminationswege

In der dünnen mit einer natürlichen Wachsschicht überzogenen Oberfläche von Olivenfrüchten können sich MOSH gut lösen.

Die Oliven können auf dem Feld auf verschiedene Weise kontaminiert werden. Zum einen könnte das Paraffinöl, das als Pflanzenschutzmittel im Winter und während des Austriebs eingesetzt wird, für die Kontamination verantwortlich sein. Andererseits könnten MOSH durch die Abgase der Dieselmotoren bei der Kulturpflege oder der Ernte auf die Oliven gelangen. Als dritte Möglichkeit kommen Schmieröle und/oder Abgase von Kettensägen in Frage, da im gleichen Arbeitsschritt wie die Ernte oft auch der Baumschnitt erfolgt. Die vielen kleinen Olivenfrüchte bilden eine große Oberfläche, die mit einer dünnen natürlichen Wachsschicht überzogen ist, in der sich MOSH gut lösen können. Als letzte Kontaminationsquelle im Feld gibt es eine gewisse Hintergrundbelastung aus Umweltemissionen (Verbrennungsabgase, Feinstaub, Zersetzung von Straßenteer, Bitumen und Altreifen), die technisch nicht vermeidbar ist. Des Weiteren können die Oliven auf dem Weg vom Feld zur Presse mit Mineralöl verschmutzt werden, sei dies durch die Transportbehälter, durch die Lagerung oder wiederum durch Abgase. Eine weitere wichtige Kontaminationsquelle sind die Schmieröle (lebensmittelverträgliche raffinierte Mineralöle), die in den verarbeitenden Maschinen (Förderbänder, Mühlen und Knetwerke) eingesetzt werden. Beispielsweise werden die Rollen von Förderbändern mit Schmiermitteln geölt und, falls kein Spritzschutz vorhanden ist, könnten kleine Mengen des Schmieröls auf die Oliven gelangen. Zudem sind auch der Transport zu den Abfüllorten und die Aufbewahrungsgefäße mögliche Kontaminationsquellen.

So wurde beispielsweise das Bio-Olivenöl von Agrestis aus Italien durch den Verschluss der Flasche kontaminiert. Im Test der Stiftung Warentest 2016 wurden in diesem Olivenöl hohe MOSH-Rückstände nachgewiesen. Für Nachuntersuchungen wurde das Olivenöl zum selben Labor gebracht wie bei der ersten Analyse, wobei zwei Proben in Flaschen mit unterschiedlichem Verschluss untersucht wurden. Eine der Flaschen war mit einem Schraubverschluss verschlossen, die andere mit demselben synthetischen Korken wie die Flasche, die ein Jahr zuvor getestet wurde. Die Ergebnisse nach dem dreitägigen Test bei 60° C zeigten beim Olivenöl mit dem Schraubverschluss keinerlei Auffälligkeiten. Das Olivenöl mit dem Plastikkorken war aber nach kurzer Zeit mit 55 mg/kg MOSH C20 – C35 verunreinigt, und der Wert stieg nach drei Tagen sogar auf 109 mg/kg an. Offensichtlich ist bei diesem Beispiel die Kontaminationsquelle der synthetische Korken, der laut der produzierenden Firma Rapari angeblich keine Mineralöle und Wachse enthalte und für Destillate, Öle und Essig geeignet sei. Als Konsequenz hat der Olivenölproduzent den Verschluss gewechselt. Dieses Beispiel zeigt, dass einwandfreies

Olivenöl nachträglich im Stresstest durch den Flaschenverschluss verunreinigt wurde. Die Qualität der Flaschen und Verschlüsse sollte bei der Olivenölverarbeitung deshalb mit einbezogen und kontrolliert werden (März 2017).

In nativen Rapsölen ist tendenziell mehr MOSH enthalten als in raffinierten.

Auch in Rapsölen finden sich Mineralölrückstände (Ökotest 2017c). In 13 von 20 Rapsölen wurden MOSH und in einem Rapsöl sogar MOAH nachgewiesen. In den nativen Rapsölen ist tendenziell mehr MOSH enthalten als in den raffinierten Rapsölen. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass kurzkettige Mineralölkohlenwasserstoffe bei höheren Temperaturen flüchtig sind und bei der Raffination abgetrennt werden. Die Problematik der Mineralölrückstände betrifft somit nicht nur das Olivenöl, sondern alle Speiseöle und sollte deshalb von der gesamten Ölbranche gemeinsam untersucht werden.

Fazit zu Mineralölrückständen in Olivenölen

> Neben den beiden Tests der Stiftung Warentest konnte auch in dieser Studie gezeigt werden, dass die Mehrheit der Olivenöle mit MOSH und rund 20 % mit MOAH kontaminiert sind.

Die Kontaminationswege müssen genauer identifiziert werden, um Mineralölverunreinigungen zu verhindern.

> Als Ursache kommen diverse Kontaminationswege in Frage. Momentan ist jedoch die Bedeutung der einzelnen Kontaminationswege nicht bekannt. Die Kontaminationswege müssen genauer identifiziert werden, um Mineralölverunreinigungen in Olivenöl künftig zu verhindern.

> In Deutschland und der EU gibt es bis heute noch keine gesetzlichen Vorschriften, die Maximalwerte von Mineralölverunreinigungen in Lebensmitteln und zulässige Aufnahmemengen festlegen. Zum Schutz der Konsumenten sollten solche Bestimmungen geschaffen werden, insbesondere für MOAH.

Gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH) können sich im Gewebe anlagern und sich auf Organfunktionen auswirken.

Aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (MOAH) stehen im Verdacht, die Tumorbildung zu fördern, erbgutschädigend zu sein und hormonell zu wirken.

5.4 Gesundheitliche Auswirkungen

5.4.1 Allgemeine Erkenntnisse

Aus Analysen des Wissenschaftlichen Gremiums für Kontaminanten in der Lebensmittelkette (CONTAM) bei der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) aus dem Jahr 2012 geht hervor, dass die potenziellen Auswirkungen der unterschiedlichen Stoffgruppen der MKW auf die menschliche Gesundheit stark variieren (EFSA 2013).

Gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe (MOSH) können sich im Gewebe anlagern und sich über einen längeren Zeitraum auf die Organfunktionen auswirken sowie eine Vergrößerung der Organe begünstigen. Sie gelten dabei zunächst weder als erbgutschädigend noch als krebserregend. Langkettige MOSH (C25 – C35) können jedoch die Tumorbildung fördern. Aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe (MOAH) kommen weniger häufig vor als MOSH und können sich nicht im Körper anlagern. Sie gelten jedoch als genotoxische, mutagene Karzinogene und stehen somit im Verdacht, die Bildung krebserregender Stoffe und die Tumorbildung zu fördern, erbgutschädigend zu sein und hormonell zu wirken (EFSA 2013).

Nach Schätzungen der EFSA nimmt der Konsument bzw. die Konsumentin über Lebensmittel täglich zwischen 0,03 und 0,3 mg gesättigte Kohlenwasserstoffe (MOSH) je Kilogramm Körpergewicht auf. Die Aufnahme an aromatischen Kohlenwasserstoffen (MOAH) liegt nach Schätzungen der EFSA bei etwa 20 % der Werte für MOSH, demnach täglich bei 0,006 bis 0,06 mg/kg Körpergewicht (EFSA 2013). Eine Überwachung mineralischer Kohlenwasserstoffe ist aufgrund der Auswirkungen auf die Gesundheit durch deren Aufnahme im Körper zu empfehlen. Ziel ist, die relative Belastung von Lebensmitteln mit MOSH und MOAH zu verstehen und zu minimieren (EU-Kommission 2017).

5.4.2 Vertiefte Erkenntnisse aus aktuellen Studien

Die EFSA hat in einer Studie vom September 2016 die Gehalte an MOSH im menschlichen Gewebe untersucht. Insbesondere wurden stark raffinierte, MOAH-freie Weißöle getestet, wie sie vielfach in der Lebensmittelproduktion eingesetzt werden (KLZ 2016). Aus der Studie geht hervor, dass die tatsächliche Aufnahmemenge von MOSH im menschlichen Körper weit höher liegt, als bisher aufgrund von Versuchen an Ratten und der Extrapolation dieser Ergebnisse angenommen wurde. Außerdem

Die langfristige Akkumulation an MOSH in Gewebe und Organen ist höher und gefährlicher, als bisher vermutet. Die toxikologische Bewertung wurde stark unterschätzt.

ist die langfristige Akkumulation an MOSH in Gewebe und Organen weitaus höher, als bisher vermutet: Obwohl den Versuchsratten MOSH in 1.000-mal höherer Konzentration gefüttert wurde, als es der geschätzten Lebensmittelbelastung des Menschen entspricht, waren die Konzentrationen in der menschlichen Milz teilweise deutlich höher als jene in der Rattenmilz. Grund dafür ist zum einen die längere Akkumulationsdauer im Lebenszeitraum des Menschen, und zum anderen werden MOSH demzufolge im Körper nicht proportional zur Verabreichungsmenge akkumuliert (Barp et al. 2016). In Laborversuchen ist die Konzentration von MOSH im Gewebe langsamer angestiegen, als es proportional zur Gabe zu erwarten gewesen wäre. Wenn die verabreichte Dosis von 40 auf 4.000 mg/kg um den Faktor 100 erhöht wurde, so erhöhte sich die Anreicherung in der Leber lediglich um den Faktor 26, in der Milz sogar nur um den Faktor 7,3. Die Anreicherung von MOSH bei geringeren Dosen wird somit schnell unterschätzt, da die Ablagerung nicht proportional zur Verabreichungsmenge ist. Bei geringerer Dosis wird offenbar ein viel höherer Anteil im Organismus aufgenommen. Vergleichbare Effekte belegen auch Messergebnisse von Firriolo et al. (1995) und Griffis et al. (2010). Die deutlich höheren MOSH-Konzentrationen in menschlichem Gewebe stellen damit die Extrapolation der Werte aus den Rattenversuchen in Frage, obwohl Ratten verwendet wurden, die MOSH verhältnismäßig stark anlagern (Barp et al. 2016).

Insgesamt wurde die Hälfte der verabreichten MOSH bei den Rattenversuchen in der Leber abgelagert, mit dem Trend zu geringeren Werten nach der Ausscheidung. Nur 0,7% wurde in der Milz abgelagert. Die verbleibende Hälfte wurde im Fettgewebe abgesetzt, mit der Tendenz, sich über einen längeren Zeitraum zu akkumulieren. Basierend auf diesem Ergebnis wurde für den menschlichen Organismus vermutet, dass im Fettgewebe rund zehnmal mehr MOSH abgelagert wird als in der Leber. Die Rattenversuche stellten während der Versuchsdauer von 120 Tagen nur die erste Phase der Akkumulation im Fettgewebe dar, das Verhältnis entwickelt sich im Laufe der Zeit stark hin zu höheren Ablagerungen im Fettgewebe (Barp et al. 2016).

In Leber und Milz fand die stärkste Ablagerung im Bereich cyclischer¹ Kohlenwasserstoffe im Molekularbereich C₂₉ statt, während sich im Fettgewebe überwiegend Kohlenwasserstoffe im Molekularbereich C_{15/16} abgelagerten. Nicht nur die Anlagerung von MOSH im Körper stellt ein Risiko dar, sondern insbesondere die hohe Konzentration im menschlichen Gewebe. Die Auswirkungen der Konzentration wurden bisher über die Granulombildung hinaus nicht untersucht (Barp et al. 2016).

¹ Cyclische Kohlenwasserstoffe, auch Naphthene oder Cycloalkane genannt, sind ringförmig gesättigte Kohlenwasserstoffe, die meist hoch alkyliert sind und bei der Raffination durch die Hydrierung von Aromaten gebildet werden.

Die langjährige Vorgehensweise, MOSH anhand der Molekularmasse zu klassifizieren, ist, ausgehend von den Analyseergebnissen, ebenfalls überholt. Es wurde widerlegt, dass MOSH mit einer Molekularmasse von $> C_{25}$ als weniger gefährlich einzustufen sind und MOSH mit einer Molekularmasse von $< C_{25}$ als gefährlich. Mit dieser Klassifizierung kann die Auswirkung auf die Gesundheit nicht beurteilt werden. So fand die maximale Anreicherung in Leber und Milz im Bereich des Molekulargewichtes von C_{29} statt, wodurch gezeigt wird, dass Produkte mit $> C_{25}$ ebenfalls Einfluss auf die Gesundheit nehmen können. Daher werden die strukturelle Eigenschaften der Moleküle nach neuesten Erkenntnissen als relevanter eingestuft als deren Molekularmasse. Anlagerungen über die molekulare Masse können lediglich durch Produkte mit $< C_{20}$ (ausgeatmet) und mit $> C_{40}$ (keine Absorption) vermieden werden (Barp et al. 2016).

Es bleibt festzuhalten, dass die bisherige toxikologische Bewertung aufgrund der Tierversuche die Risiken für den Menschen bis heute stark unterschätzt hat. Für die Formulierung eines Acceptable Daily Intake (ADI), der viel zu hoch angesetzt wurde, sollten daher neue Messwerte herangezogen werden. Außerdem sollten über die Granulombildung und Entzündungswerte hinaus weitere Gesundheitsfaktoren erforscht und einbezogen werden. In Zukunft sollte auf die Zusammensetzung der in Lebensmitteln enthaltenen Kohlenwasserstoffe größerer Wert gelegt werden. Insbesondere cyclische MOSH ($C_{25} - C_{35}$), die vor allem aus der Hydrierung der als besonders bedenklichen MOAH stammen, sollten vermieden werden, da diese schwer eliminierbar sind und sich in Organen stark anreichern (Barp et al. 2016; Barp et al. 2017).

Bis jetzt gibt es auf europäischer Ebene keinen rechtlichen Rahmen, der die Menge an Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln reguliert.

5.4.3 Aktuelle Rechtsvorschriften und politische Diskussionen

Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es auf europäischer Ebene keinen rechtlichen Rahmen, der die Gehalte an Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln reguliert. Einer der Gründe dafür ist, dass toxikologische Daten zur Ableitung von Grenzwerten für MOSH und MOAH nicht ausreichend zur Verfügung stehen. Basierend auf dem Gutachten der EFSA aus dem Jahr 2012, das gesundheitliche Risikofaktoren bestätigt, wurde jedoch beschlossen, dass kein nachweisbarer Übergang von MOAH auf Lebensmittel stattfinden sollte (EFSA 2013). Das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) und das Bundesamt für Risikobewertung (BfR) erarbeiten derzeit eine Verordnung, in welcher der Übergang dieser Substanzen in Lebensmittel geregelt werden soll (BMEL 2017).

Da für die Bewertung von MOSH im aus Recyclingkarton übergehenden Molekulargewichtsbereich keine eindeutigen Aussagen getroffen werden konnten, hat der gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) den temporären ADI im Jahr 2015 zurückgezogen. Er gibt an, welche Menge einer Substanz ein Mensch täglich ein Leben lang zu sich nehmen könnte, ohne gesundheitliche Folgen davonzutragen (BfR 2015). Der ADI für Mineralöle < C25 betrug 0,01 mg/kg Körpergewicht, was bei einer durchschnittlichen Person von 60 kg Körpergewicht, die 1 kg kontaminierter Nahrung täglich zu sich nimmt, einen Mineralöl-Grenzwert von 0,6 mg/kg Nahrung ergibt.

Im Jahr 2015 hat das BfR für MOSH mit Kohlenstoffkettenlängen von C10 bis C16 einen Richtwert für den Übergang auf Lebensmittel in Höhe von 12 mg/kg Lebensmittel abgeleitet und über einen Richtwert für MOSH von bis zu C20 beraten. Der Übergang von MOSH mit größeren Kettenlängen sollte so weit wie technisch möglich minimiert werden, da hierzu die sich stark akkumulierenden cyclischen MOSH (C25 – C35) gehören (BfR 2015). Im Entwurf der Mineralölverordnung des BMEL 2014 wurde ein Grenzwert für den Übergang von MOSH von C20 bis C35 von 2 mg MOSH/kg Lebensmittel vorgeschlagen, der im neuen Entwurf 2017 wieder zurückgezogen wurde (BMEL 2014). Im März 2017 legte das BMEL den neuen Entwurf für die Änderung der nationalen Bedarfsgegenständeverordnung, die sogenannte »Mineralölverordnung«, vor. Diese schreibt für Lebensmittelbedarfsgegenstände aus Papier, Pappe oder Karton, die unter Verwendung von Altpapierstoff hergestellt werden, die Verwendung funktioneller Barrieren vor (BMEL 2017). Die Nachweisgrenze für den Übergang von MOAH aus dem Lebensmittelbedarfsgegenstand auf das Produkt wurde auf 0,5 mg/kg Lebensmittel festgelegt, wobei der Lebensmittelunternehmer diese Auflage noch

umgehen kann. Die Verwendung funktioneller Barrieren gilt nicht für Frischfaserkarton und MOAH-armem Recyclingkarton. Obwohl diese Verpackungen keine Gewähr für den Schutz von Lebensmitteln vor Querkontaminationen mit MOSH und MOAH bieten, dürften sie weiterhin ohne Barriere eingesetzt werden (foodwatch 2017). Für den Übergang von MOSH wurde kein Höchstwert vorgeschlagen.

Die im Entwurf des BMEL zugelassenen Barrieren lassen noch immer zu viele Mineralöl-Kohlenwasserstoffe migrieren.

Entsprechend der oben aufgeführten Erkenntnisse der EFSA zu gesundheitlichen Folgen kann kritisiert werden, dass die im Entwurf zugelassenen Barrieren in einem Bereich liegen, in den immer noch zu viele MKW migrieren können. Weiterhin ist der alleinige Fokus auf den Recyclingkarton zu kritisieren, wodurch anderweitige Eintragswege, beispielsweise bei Lagerung, Transport und Verarbeitung, außer Acht gelassen werden (foodwatch 2017).

Grundlegend fehlt es darüber hinaus bisher an einer gesetzlich fixierten Methode für eine einheitliche Analytik. Um die Empfehlungen der EFSA und Richtlinien des BMEL einheitlich umzusetzen, könnte das Referenzlaboratorium der Europäischen Union für Lebensmittelkontaktmaterialien (EU-RL) den zuständigen Behörden der Mitgliedstaaten und anderen interessierten Kreisen Orientierungshilfe bezüglich der Beprobungs- und Analysemethoden bieten bzw. eine Methodik festlegen. Schwierigkeiten bei der Umsetzung dieser Orientierungshilfe sind im Abschnitt 5.6 Analytik näher beschrieben.

5.5 MOSH-Aufnahme pro Jahr

In dieser beispielhaften Einschätzung soll gezeigt werden, wie viel mg MOSH eine Person im Jahresverlauf aufnimmt. Dabei wird nur der Konsum von Lebensmitteln berücksichtigt, bei denen in der Vergangenheit Mineralölrückstände gefunden wurden: Olivenöl, Reis, Schokolade und Cerealien. Beim Mineralölgehalt wird einerseits vom Worst-Case-Szenario ausgegangen und der jeweils höchste gefundene Wert und andererseits der Mittelwert für die Berechnung verwendet.

Durchschnittliche jährliche MOSH-Aufnahme in Deutschland

Lebensmittel	Jährlicher Konsum pro Person in Deutschland	Gefundene Kontamination/kg		Total Aufnahme im Jahr: Worst Case	Total Aufnahme im Jahr: Mittelwert
		Worst Case	Mittelwert		
Olivenöl	0,8 kg ¹	59,5 mg/kg ²	10,2 mg/kg	47,6 mg	8,2 mg
Schokolade	11,5 kg ³	6,8 mg/kg ⁴	2,5 mg/kg	78,2 mg	28,8 mg
Reis	3,3 kg ⁵	5 mg/kg ⁶	1,4 mg/kg	16,5 mg	4,6 mg
Cerealien	2,6 kg ⁷	2 mg/kg ⁸	1,3 mg/kg	5,2 mg	3,4 mg
Total				147,5 mg/Jahr	45 mg/Jahr

Quellen: 1. https://www.essential-foods.at/blog.php?blog_id=70); 2. Laborwerte Einzelhändler Schweiz, Daten liegen dem FiBL vor; 3. <https://www.chocosuisse.ch/de/services/facts-figures/>; 4. foodwatch 2016b; 5. <http://www.oeko-fair.de/clever-konsumieren/essen-trinken/reis/markt-und-handel/markt-und-handel2>; 6. foodwatch 2015; 7. <http://www.besser-fruehs-tuecken.com/besser-fruehs-tuecken/inhaltsstoffe/kohlenhydrate-und-zucker/>; 8. foodwatch 2015

Die jährliche gesamte MOSH-Aufnahme bei den ausgewählten Lebensmitteln beträgt in Deutschland im Worst-Case-Szenario im Schnitt 147,5 mg (45 mg/Jahr) pro Person, was einer Aufnahme von 0,404 mg pro Tag entspricht (0,123 mg/Tag). In dieser Schätzung wurden nur vier Lebensmittel berücksichtigt; der Mensch nimmt im Jahresverlauf aber weitere Lebensmittel auf, die mit Mineralöl kontaminiert sein können und den geschätzten MOSH-Wert erhöhen. Der zurückgezogene ADI für MOSH beträgt, wie oben bereits erwähnt, 0,01 mg/kg Körpergewicht. Eine 60 kg schwere Person darf somit täglich 0,6 mg MOSH aufnehmen. Das Beispiel zeigt, dass im Worst-Case-Szenario durch diese vier Lebensmittel zwei Drittel (beim Mittelwert rund 20%) der erlaubten Tagesdosis eingenommen werden. Laut der EFSA-Studie 2013 nimmt eine Person in Europa täglich 0,03 bis 0,3 mg/kg MOSH auf. Obwohl nur vier Lebensmittel berücksichtigt wurden, übersteigt das Beispiel mit dem Worst-Case-Szenario den oberen Grenzwert der EFSA-Studie. Der berechnete Mittelwert liegt ungefähr in der Mitte des Bereichs. Es muss zur Kenntnis genommen werden, dass der ADI für MOSH von 0,01 mg/kg Körpergewicht von der BfR zurückgezogen und auch durch die Studie von Barp et al. 2016 als viel zu hoch eingestuft wurde. Mineralöl ist der größte Kontaminant im menschlichen Körper; im Durchschnitt enthält das Körperfett einer erwachsenen Person 1 g Mineralöl (Grundböck et al.).

5.6 Analytik

Die Analyse der Menge, Eigenschaften und Herkunft der MKW ist sehr komplex, weshalb die Beprobung meist laborabhängig individuell erfolgt. Dabei ist eine abgrenzende Analyse der Einzelkomponenten, bedingt durch die große Vielfalt und Komplexität der Verbindungen, nicht möglich, weshalb meist zunächst das Gemisch aus MKW als Summe aller Komponenten quantifiziert wird (Matissek 2013).

Bisher gibt es kein normiertes Referenzverfahren zur Analyse der MKWs, das einheitlich angewandt werden kann und so vergleichbare Werte ermittelt.

Aktuell werden in der Forschung die MOSH- und MOAH-Gehalte überwiegend anhand einer online gekoppelten Flüssigchromatographie-Gaschromatographie-Flammenionisationsdetektion (LC-GC-FID), Hochdruck-Flüssigkeitschromatographie (HPLC-GC-FID) und multidimensionalen Gaschromatographie-Massenspektrometrie (GC x GC-TOF) durchgeführt. Es existiert jedoch bislang kein normiertes und überprüftes Referenzverfahren, das einheitlich angewandt werden kann und vergleichbare Werte ermittelt (Matissek 2013). Werden Mineralölgemische mithilfe einer gaschromatographischen Analyse untersucht, können statt eindeutig abgrenzbarer Höchstwerte nur sehr breit gestreute Signale gemessen werden, anhand derer Aussagen über die molekularen Eigenschaften getroffen werden können. Außerdem wird die Analytik durch weitere oligomere Strukturen wie Polyolefin Oligomeric Saturated Hydrocarbons (POSH) gestört. Diese können zeitgleich aus Polyethylen(PE)- oder Polypropylen(PP)-Folien in das Lebensmittel migrieren und analytisch oft nicht von den MOSH bzw. MOAH unterschieden werden, was die Aussagekraft erschwert bzw. verfälscht (Matissek 2013).

5.7 Biologische und konventionelle Lebensmittel

Bio-Produkte sind oft weniger belastet, da Trennmittel im Biobereich generell seltener zugelassen sind.

Hinsichtlich der Frage, ob Bio-Produkte weniger belastet und damit weniger gesundheitsgefährdend sind, kann festgehalten werden, dass der MKW-Eintrag über Trennmittel durch die eingeschränkte Zulassung im Biobereich generell minimiert wird. Mikrokristallines Wachs als Trennmittel ist, wie oben genannt, durch Alternativen wie Bienenwachs (E901) und Carnaubawachs (E903) ersetzt. Hier gilt es jedoch zu beachten, dass Bienenwachs teilweise mit Mineralölen verunreinigt sein kann. Da Paraffin auch im ökologischen Landbau als Insektizid und Akarizid ausgebracht wird, kann vermutet werden, dass insbesondere in Pflanzenölen, wie am Beispiel der Olivenöle deutlich wurde, Rückstände der behandelten Bäume zu finden sein könnten. In der EU-Bio-Verordnung steht, dass ab dem 7.11.2016 lebensmittelverträgliche Schmieröle in der Verarbeitung aus biologisch hergestellten Pflanzenölen bestehen müssen

und somit frei von MOSH und MOAH sind. Der Eintrag über Schmier- und Maschinenöle ist aber auch in der Bioproduktion schwierig zu kontrollieren. Problematisch für Bio-Produkte ist zusätzlich, dass belastete Bio-Pflanzenöle zur Weiterverarbeitung und als Bestandteil anderer Bio-Lebensmittel, wie beispielsweise von Thunfisch, genutzt werden, sodass die MKW auch in diesen Produkten zu finden sind, selbst wenn das Ursprungsprodukt nicht belastet war (Stiftung Warentest 2016). Das Bio-Segment ist in einzelnen Bereichen nicht von der Thematik ausgeschlossen und folglich ebenfalls aufgefordert, Quellen für MKW auszumachen und die Gehalte zu reduzieren.

5.8 Vergleich innerhalb der EU

Aus einer Analyse geht hervor, dass in Frankreich und den Niederlanden eingekaufte Produkte häufiger höhere MKW-Konzentrationen aufweisen als Produkte, die in Deutschland gekauft wurden.

Auch innerhalb der EU zeigen sich Unterschiede bei den MKW-Gehalten in Lebensmitteln. Aus einer Analyse der Organisation foodwatch aus dem Jahr 2015 geht hervor, dass in Frankreich und den Niederlanden eingekaufte Produkte MOSH und MOAH deutlich häufiger und auch in höheren Konzentrationen aufweisen als Produkte, die in Deutschland gekauft wurden. Hier ist jedoch auch der Recyclingkarton als Kontaminationsquelle nicht auszuschließen. Es ist anzunehmen, dass die öffentliche Debatte zur Mineralölverordnung in Deutschland in den letzten Jahren einige deutsche Hersteller dazu bewegt hat, ihre Verpackungen auf Frischfasern umzustellen oder funktionelle Barrieren in den Recyclingkarton zu integrieren. Möglicherweise geben Publikationen wissenschaftlicher Qualitätsüberprüfungen künftig EU-weit den Anlass, Eintragsquellen im Laufe der Produktionsketten auszumachen und Maßnahmen zu ergreifen.

6.

Empfehlungen

Im Folgenden werden auf Basis der Literaturrecherche und der Untersuchung zu Mineralölkontaminationsquellen beim Olivenöl Empfehlungen gegeben und Schlussfolgerungen für das weitere Vorgehen bei der Risikoanalyse von Mineralölrückständen in Lebensmitteln gezogen. Diese sind jedoch noch anhand von Gesprächen mit dem Lebensmittelhandel, Expertengesprächen sowie anhand der Analysedaten von Rohwaren, Lagerungs- und Produktionsbedingungen zu validieren.

Es wäre sinnvoll, mineralölfreie Druckfarben im Zeitungsdruck verpflichtend einzuführen. Diese zu Kartons recycelten Zeitungen sind zumeist Quelle der MKW-Kontamination von Lebensmitteln.

Restriktionen für Druckfarbe erhöhen

Aus langfristiger Sicht wäre es sinnvoll, mineralölfreie Druckfarben für den Zeitungsdruck verpflichtend einzuführen, da diese eine wesentliche Quelle des Eintrags über Recyclingkarton von MKW in Lebensmittel sind (EFSA 2013, Zurfluh et al. 2013). Wenn die Mineralölrückstände bereits an der Kontaminationsquelle der Verpackungsproduktion minimiert werden, sind keine zusätzlichen funktionellen Barrieren mehr nötig. Somit würde weniger umweltbelastendes und energieaufwendiges Material (Aluminium, PET) für die Produktion von funktionellen Barrieren verbraucht werden (Mattisek 2013). Zudem könnte Recyclingkarton bedenkenlos als Verpackungsmaterial gebraucht werden, da die Wiederverwendung aus Gründen des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit unverzichtbar geworden ist. Diese Veränderung hat jedoch noch nicht stattgefunden, da die Printmedien vom Problem der Migration nicht betroffen sind und weil mineralölfreie Druckfarben momentan noch zu teuer sind. Nur wenige Zeitungsverlage sind derzeit dazu bereit, auf mineralölfreie Druckfarben umzustellen. Allerdings könnte damit das Problem an seiner Wurzel angepackt werden. In diesem Zusammenhang weist die Zeitungsindustrie auf das große Importvolumen von Altpapier und Waren hin, wobei sich ihre Bemühungen auf nationaler Ebene nicht lohnen würden (Hotop 2011). Um mineralölfreie Druckfarben einzuführen, müsste das Problem durch die Druckbranche oder durch restriktive Gesetze angegangen werden (Mattisek 2013). Wie bereits beschrieben, sieht der Entwurf der Druckfarben-Verordnung vor, dass keine mineralöhlhaltigen Druckfarben mehr zum Bedrucken von Lebensmittelverpackungen gebraucht werden dürfen (BMEL Druckfarbenverordnung). Die Lebensmittelindustrie verwendet inzwischen schon mineralölfreie Druckfarbe beim Bedrucken von Frischfaserverpackungen. Ein weiterer interessanter Lösungsansatz ist das Herauswaschen der Druckfarben (De-Inking) im Recyclingprozess, wie es bereits bei der Produktion von Hygienepapieren geschieht, bei Lebensmittelverpackungen aber noch

nicht angewendet wird. Bei diesem Verfahren können jedoch nur geringe Mengen an Mineralöl herausgelöst werden, was zeigt, dass weitere Reinigungsmethoden erarbeitet werden sollten, um die Mineralölkontaminationen in Recyclingkarton zu verringern. Die Methode, bei Verpackungen nur Frischkarton zu verwenden und Recyclingkarton zu vernachlässigen, wird vom Umweltbundesamt Deutschland (UBA) nicht empfohlen, da die Wiederverwertung von Altpapier umweltfreundlicher und nachhaltiger ist (Mattisek 2013).

Zur Identifizierung der Eintragsquellen und deren Beseitigung ist die Beteiligung der Lebensmittelindustrie notwendig.

Eintragsquellen auf allen Produktionsebenen identifizieren

Insbesondere am Beispiel der belasteten Schokolade, die in Aluminium verpackt ist, durch das eine Migration aus Recyclingkarton weitgehend ausgeschlossen werden kann, wird deutlich, dass weitere Eintragsquellen für MOSH und MOAH nicht vernachlässigt werden dürfen. Als mögliche Kontaminationsquellen kommen in diesem Fall Jutesäcke zum Transport der Kakaobohnen in Frage. Zudem können Spuren von Maschinenölen aus Nussmühlen ins Produkt gelangt sein. Geölte Kolben von Abfüllmaschinen könnten ebenfalls zur Kontamination beigetragen haben. Darüber hinaus fällt auf, dass einige Lebensmittel aromatische Mineralöle (MOAH) enthalten, obwohl sie in Frischfaserkartons verpackt sind, die keinerlei aromatische Mineralöle im Karton oder der Druckfarbe enthalten. Auch hier müssen bereits Mineralöle beim Transport und der Lagerung migriert sein. Genauere Informationen über deren Ursprung gibt es derzeit jedoch nicht. Entsprechend wichtig ist es, die gesamten Eintragsquellen zu überprüfen, um diese gezielt eindämmen zu können. Für die weitere Vorgehensweise ist zunächst anzuraten, alle relevanten Quellen systematisch zu erfassen, um gezielte Maßnahmen zu deren Beseitigung einleiten zu können. Hierzu ist die Einbeziehung und aktive Beteiligung der Lebensmittelindustrie notwendig.

Aus dem Beispiel der Olivenölproduktion geht hervor, dass auch in dieser Wertschöpfungskette Qualitätskontrollen und Analysen auf allen Produktionsebenen durchgeführt werden müssen, um die Ursachen der Kontaminationen zu identifizieren. Wie beim Einzelhandel ersichtlich, wurden die Eigenmarken weniger kontaminiert, und es liegt aufgrund der höheren Qualitätsansprüche an das Olivenöl ein besseres Risiko- und Qualitätsmanagement vor.

Die technischen Leitlinien zur Analytik sollten ausgearbeitet und vereinheitlicht werden. Das empfiehlt auch die EU-Kommission.

Analysen vereinheitlichen

Technische Leitlinien zur Analytik sollten ausgearbeitet und dabei vereinheitlicht werden. Dies sind auch erklärte Ziele der Empfehlung (EU) 2017/84 der Kommission vom 16.01.2017. Angesichts der Kontamination in unterschiedlichsten Produktions- und Verarbeitungsschritten der Lebensmittelkette und mangelnder analytischer Methoden, um Herkunft und strukturelle Eigenschaften der MKW eindeutig auszumachen, ist es notwendig, einheitlich umsetzbare Beprobungsmethoden zu verbessern und zu etablieren. Nur so kann die Lebensmittelbranche Proben auf unterschiedlichen Produktionsebenen vergleichen und damit Eintragsquellen von MOSH und MOAH gezielt identifizieren und effizient reduzieren. Mithilfe einer Datenbank aller Bestandteile, Gehalte und Eintragsquellen könnten Einflussfaktoren übersichtlich dargestellt werden.

Die EU-Kommission fordert Lebensmittelunternehmen auf, die erhobenen Daten an die EFSA weiterzuleiten und mitzuwirken, die Kontaminationsquellen zu beseitigen.

Austausch von Analyseergebnissen vorantreiben

Die deutsche Lebensmittelwirtschaft hat nach Angaben von foodwatch im Jahr 2016 tausende Mineralöl-Analysen durchgeführt. Im Januar 2017 forderte die EU-Kommission Lebensmittelunternehmen in ganz Europa auf, alle erhobenen Daten an die EFSA weiterzuleiten. Diese rechtlich nicht bindende Aufforderung stieß im Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde Deutschland (BLL) zunächst auf positive Resonanz. Jedoch hat die EFSA bis Mai 2017 noch von keinem Unternehmen Daten erhalten. Der BLL betont dabei, dass Mineralölrückstände nicht ausnahmslos vermieden werden können, da diese überall in der Umwelt vorhanden seien und deshalb auf verschiedenen Eintragswegen in die Produktionskette gelangen könnten, die von der Lebensmittelindustrie nicht beeinflussbar seien (BLL 2016). Dennoch ist es sicherlich ratsam, Angaben aus den Analysen untereinander auszutauschen und so möglicherweise daran mitzuwirken, die Quellen zu beheben.

Gesundheitliche Folgen prüfen und Grenzwert formulieren

Aus den neuesten Erkenntnissen zur erhöhten Anreicherung von MOSH im menschlichen Gewebe sowie zur Granulombildung durch Wachse im Molekularmassenbereich C25 – C40 geht hervor, dass der Fokus stärker auf die Untersuchung der Folgen für Organe gesetzt werden sollte. In Tierversuchen wurden bei Belastungswerten, wie sie den Menschen betreffen, bereits erhöhte Organengewichte festgestellt. Diese sind auf

Gewebeschäden zurückzuführen, welche der Organismus durch eine Vergrößerung zu kompensieren versucht (Jahresbericht KLZ 2016). Der zurückgezogene ADI von 0,01 mg/kg beruht auf lebensmittelverträglichen Weißölen der Klasse H-1, die in der Nahrungsmittelverarbeitung gebraucht werden dürfen. Der ADI wurde anhand physikalisch-chemischer Eigenschaften (z. B. Viskosität) festgelegt. Entsprechend wird empfohlen, einen ADI zu veröffentlichen, der die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse berücksichtigt und anhand der Molekularmasse und chemischen Struktur der MOSH eingestuft wird. Insbesondere sollten darüber hinaus cyclische MOSH in Weißölen, die aus der Hydrierung der MOAH stammen und besonders stark akkumuliert werden, intensiver untersucht und in die Auswertungen einbezogen werden (Barp et al. 2016). Aromatische Mineralöle (MOAH) dürften aufgrund der potenziell krebserregenden und erbgutverändernden Wirkung gar nicht im Lebensmittel nachweisbar sein (Jahresbericht KLZ 2016). Um die Formulierung eines ADI wirkungsvoll zu machen, wird das Festlegen gesetzlicher Grenzwerte auf Niveau der EU-Regelungen für MOSH in Lebensmitteln empfohlen. Nur auf diesem Weg kann ein Grenzwert in der Lebensmittelindustrie durchgesetzt und dessen Einhaltung garantiert werden.

Funktionelle Barrieren verpflichtend einführen

Um das Kontaminationsrisiko aus Recyclingkarton zu minimieren, wäre eine gesetzliche Verpflichtung zur Verwendung einer »funktionellen Barriere« auf EU-Ebene zu empfehlen.

Bis vorangegangene Maßnahmen nicht erfolgt sind, bedarf es trotz ökologischer Bedenken sicherer Maßnahmen, um zu verhindern, dass Mineralöl in Lebensmittel übergeht. Um das Kontaminationsrisiko aus Recyclingkarton zu minimieren, wäre die gesetzliche Verpflichtung zur Verwendung einer »funktionelle Barriere«, die die Migration von Mineralölen und anderen mineralöhlhaltigen und gesundheitsschädlichen Substanzen auf die Lebensmittel verhindert, auf EU-Ebene zu empfehlen. Dies ist neben Recyclingkartons auch für Frischkartons zu empfehlen, da Mineralöle trotz restriktiver Auflagen noch durch Druckerfarbe auf Frischkartons sowie durch die Verpackung aus Umkartons, für die weniger strenge Auflagen gelten, migrieren können.

7.

Schlussfolgerungen

Nur mit dem gemeinsamen Willen aller an der Wertschöpfungskette Beteiligten lässt sich die Migration von Mineralöl in Lebensmitteln minimieren oder verhindern.

Die alleinige Umstellung auf eine mineralölfreie Verpackung reicht nicht aus, um Mineralölrückstände in Lebensmitteln zu verhindern.

Entlang der gesamten Wertschöpfungskette sind Kontaminationsquellen für die Migration von Mineralöl in die Lebensmittel bekannt. Je nach Produkt und Wertschöpfungskette können sehr unterschiedliche Ursachen relevant sein, und dies kann ganz verschiedene Verbesserungsmaßnahmen erfordern. Die Wertschöpfungskette beinhaltet den Anbau, den Transport, den Rohstoffhandel, die Verarbeitungsindustrie, die Verpackungsindustrie, die Druckfarbenindustrie und die Lebensmittelhändler. Anhand des Beispiels der Olivenölproduktion wurde gezeigt, dass weitere Anstrengungen unternommen werden müssen, um Kontaminationsquellen zu identifizieren. Nur durch eine gemeinsame Bestrebung aller an der Wertschöpfungskette Beteiligten kann die Migration von Mineralöl in Lebensmittel minimiert oder gar verhindert werden.

Literatur

- Barp, Laura; Biedermann, Maurus; Grob, Koni; Blas-Y-Estrada, Florence; Nygaard, Unni C; Alexander, Jan; Cravedi, Jean-Pierre (2016): Accumulation of mineral oil saturated hydrocarbons (MOSH) in Female Fischer 344 rats: Comparison with human data and consequences for risk assessment. *Science* 575:pp.1263–1278.
- Barp, Laura; Biedermann, Maurus; Grob, Koni; Blas-Y-Estrada, Florence; Nygaard, Unni C.; Alexander, Jan; Cravedi, Jean-Pierre (2017): Mineral oil saturated hydrocarbons (MOSH) in female Fischer 344 rats; accumulation of wax components; implications for risk assessment. *Science* 583:pp. 319–333.
- Bayerisches Landesamt für Gesundheit und Lebensmittelsicherheit (LGL) (2016): Bestimmung von Mineralölbestandteilen in Adventskalendern – Untersuchungsergebnisse 2016. https://www.lgl.bayern.de/produkte/bedarfsgegenstaende/bg_lebensmittelkontakt/ue_2016_adventskalender_mineraloelbestandteile.htm
- Biedermann, Maurus; Ingenhoff, Jan-Erik; Dima, Giovanna; Zurfluh, Michael; Biedermann-Brem, Sandra; Richter, Lydia; Simat, Thomas; Harling, Antje; Grob, Koni (2013): Migration of mineral oil from printed paperboard into dry foods: survey of the German market. Part II: advancement of migration during storage. *European Food Research and Technology* 236:pp. 459–472.
- Bundesamt für Risikobewertung (BfR) (2015): Fragen und Antworten zu Mineralölbestandteilen in Schokolade aus Adventskalendern und anderen Lebensmitteln. http://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_mineraloelbestandteilen_in_schokolade_aus_adventskalendern_und_anderen_lebensmitteln-132213.html#topic_195833
- Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) (2017): Zugelassene Pflanzenschutzmittel – Auswahl für den ökologischen Landbau nach der Verordnung (EG) Nr. 834/2007. Stand: April 2017.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2017): Entwurf: Zweiundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung.
- Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) (2014): Entwurf: Zweiundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung.
- Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e. V. (BLL) (2016): Veröffentlichung zu Mineralölrückständen in Lebensmitteln ist willkürliche Panikmache.
- Eidgenössisches Departement des Innern (EDI) (2017): Bedarfsgegenständeverordnung.
- EU-Kommission (2017): Empfehlung (EU) 2017/84 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.
- European Safety Authority (EFSA) (2013): Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. *EFSA Journal* 2012; 10 (6):pp. 2704.
- Firriolo, Janet M.; Morris, C. Fred; Trimmer, Gary W.; Twitty, Linda D.; Smith, Jaqueline H.; Freeman, James J. (1995): Comparative 90-day feeding study with low-viscosity white mineral oil in Fischer-344 and Sprague-Dawley-derived CRL:CD rats. *Journal of Toxicologic Pathology* 23, 26–33.
- Foodwatch (2015): Mineralöle in Lebensmitteln. https://www.foodwatch.org/fileadmin/_migrated/content_uploads/Testergebnisse_Mineraloel_in_Lebensmitteln.pdf
- Foodwatch (2016a): Mineralöle in Schokoladenosterhasen. http://www.foodwatch.org/uploads/media/2016-03-23_foodwatch-Test_Schoko-Osterhasen-Mineraloel.pdf
- Foodwatch (2016b): Mineralöle in Schokolade und Chips.
- Foodwatch (2017): Position Paper on the 22nd Ordinance Amending the German Consumer Goods Ordinance («Mineral Oil Ordinance»), draft released on 24 February 2017 by the German Federal Ministry of Food and Agriculture (BMEL).

- Griffis, Larry C.; Twerdok, Lorraine. E.; Francke-Carroll, Sabine; Biles, Robert W.; Schroeder, Raymond E.; Bolte, Henry; Faust, Heinrich; Hall, William C.; Rojko, Jennifer (2010): Comparative 90-day dietary study of paraffin wax in Fischer-344 and Sprague Dawley rats. *Food and Chemical Toxicology*. 48, 363–372.
- Grundböck F.; Fiselier K.; Schmid F; and Grob K. (2010): Mineral oil in sunflower seeds: the sources. *European Food Research and Technology*, 231:pp. 209–213.
- Hotop, Volker (2011): Position der Zeitungsindustrie. Vortrag auf der BfR-Tagung »Mineralöle in Lebensmittelverpackungen – Entwicklungen und Lösungsansätze« am 22.09.2011 in Berlin. <http://www.bfr.bund.de/cm/343/position-der-zeitungsindustrie.pdf>
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA) (2002): Evaluation of Certain Food Additives.
- Kantonales Labor Zürich (KLZ) (2016): Jahresbericht 2016.
- Matissek, Reinhard (2013): Mineralölbestandteile in Lebensmitteln. In: LCI Moderne Ernährung heute. Bd. 8/2013.
- März, Andreas (2017): Stiftung Warentests jüngster Streich. In: Merum – Die Zeitschrift für Wein und Olivenöl aus Italien. Nr. 1/17.
- Ökotest (2016): Test Donuts – Do not eat. <http://www.oekotest.de/cgi/index.cgi?artnr=108449&bernr=04>
- Ökotest (2017a): Mineralöl in Schokolade. <http://www.oekotest.de/cgi/index.cgi?artnr=109684&bernr=04&seite=03>
- Ökotest (2017b): Vegane Aufstriche – Streicheinheiten. <http://www.oekotest.de/cgi/index.cgi?artnr=109408&bernr=04&seite=01>
- Ökotest (2017c): Rapsöl – Voll Fett. *Ökotest Magazin* 11/2017.
- Stiftung Warentest (2016): Olivenöl: Von wegen höchste Güteklasse. *Stiftung Warentest* 02/2016.
- Stiftung Warentest (2017): Olivenöl: Der Extra-Bluff. *Stiftung Warentest* 02/2017.
- Zurfluh, Michael; Biedermann, Maurus Grob, Koni (2013): Simulation of the migration of mineral oil from recycled paperboard into dry foods by Tenax®, *Food Additives & Contaminants: Part A*, 30:pp. 909–918.

100%
RECYCLED



Recyclingkarton

Mineralöl in Recyclingkartons stammen aus recycelten Zeitungen, die mit mineralöhlhaltigen Druckfarben bedruckt wurden.

Lebensmittel

Mineralöle werden teilweise aktiv in Lebensmitteln beigefügt – als Pflanzenschutz sowie als Trennmittel, damit Teig nicht verklebt und Brot leichter geschnitten werden kann.

Mineralölrückstände

Mineralölrückstände lassen sich in fast allen Lebensmitteln nachweisen.



Toxikologische Bewertung

Die langfristige Akkumulation an MOSH in Gewebe und Organen ist höher und gefährlicher, als bisher vermutet. Die toxikologische Bewertung wurde stark unterschätzt.

Regulierung

Bisher gibt es in Europa keinen rechtlichen Rahmen, der die Mengen an Mineralölbestandteilen in Lebensmitteln reguliert.

Unterstützen Sie den WWF

Spendenkonto

IBAN: DE06 5502 0500 0222 2222 22

Bank für Sozialwirtschaft Mainz

BIC: BFSWDE33MNZ

WWF Deutschland

Reinhardtstraße 18
10117 Berlin | Germany

Tel.: +49(0)30 311 777 700

Fax: +49(0)30 311 777 888



Unser Ziel

Wir wollen die weltweite Zerstörung der Natur und Umwelt stoppen und eine Zukunft gestalten, in der Mensch und Natur in Einklang miteinander leben.

wwf.de | info@wwf.de