

# Mineralölrückstände in Milchprodukten

## Inhaltsverzeichnis

Einleitung .....	1
Anwendung und Eintragsquellen .....	2
Grenz- und Orientierungswerte ...	2
Toxizität und Analytik .....	4
Datenlage .....	6
Fazit .....	7

## Autor

Jan-Erik Ingenhoff



## Einleitung

**Mineralölrückstände in Lebensmitteln sind ein Thema, welches seit längerer Zeit intensiv diskutiert wird. So ist auch die Milchwirtschaft regelmässig mit messbaren Rückständen von Mineralölkohlenwasserstoffen konfrontiert. Sie wird angehalten, potentielle Eintragsquellen zu eruieren und mit gezielten Massnahmen dem Übertrag auf Lebensmittel entgegenzuwirken.**

Die Stoffgruppe der Mineralölrückstände (engl.: mineral oil hydrocarbons = MOH) beschreibt ein komplexes Gemisch diverser Substanzen, welche zwischen 10 und 50 Kohlenstoffatome enthalten. Mit den Begriffen MOSH und MOAH werden diese in zwei Gruppen aufgrund ihrer chemischen Natur aufgeteilt. Zum einen stellen die MOSH die Fraktion an gesättigten Kohlenwasserstoffen (engl.: mineral oil saturated hydrocarbons) dar und umfassen Paraffine und Naphtene. Zum anderen beschreibt MOAH die Stoffgruppe der aromatischen Kohlenwasserstoffe (engl.: mineral oil aromatic hydrocarbons).



## Anwendung und Eintragsquellen

Mineralöle werden aus der fraktionierten Destillation von Erdöl gewonnen und finden ihre Anwendung in diversen Bereichen. Sie werden u.a. als (lebensmittelechte) Schmierstoffe, Verarbeitungshilfsstoffe, Staubbinder, Klebstoffe, sowie Trenn-, Überzugs-, und Glanzmittel verwendet. Zudem wird Paraffinöl auch als Träger-, Haft- oder Wirkstoff von Pflanzenschutzmittel eingesetzt. Mineralölerzeugnisse können auch ungewollt oder unbeabsichtigt mit Lebensmittel in Kontakt kommen. Verpackungs- und Transportmaterial von Rohstoffen und Produkten auf Basis von Altpapier können durch die Beimischung von bedrucktem Material (z.B. Zeitungen) mineralöhlhaltige Druckfarben enthalten. Diese Lebensmittelkontaktmaterialien können auch durch die gezielte Behandlung resp. Beschichtung mit Mineralölprodukten erhöhte MOH-Gehalte aufweisen. Auch kann der unsachgemässe Gebrauch von entsprechenden Ölen und Schmierstoffen zu erhöhten Werten führen.

Die Eintragswege von MOSH und MOAH in Lebensmittel können im Wesentlichen in drei Gruppen eingeteilt werden:

- **Migration:** Mineralölkohlenwasserstoffe aus Lebensmittelverpackungs- und Kontaktmaterial gelangen über den direkten Kontakt oder über die Gasphase (d.h. Verdampfung, Transport und Re-Kondensation) auf das Lebensmittel.
- **Kontamination:** Der Eintrag kann grundsätzlich über die gesamte Prozesskette erfolgen. Wichtige Faktoren sind hierbei die umweltbedingten Einflüsse (Abgase, Emissionen, Feinstaub etc.), sowie geölte Maschinenteile für Ernte und Produktion. Somit kann der Eintrag bereits auf der Stufe der Lebensmittelrohstoffe erfolgen.
- **Zusatzstoffe/Hilfsstoffe:** Kann diverse Stufen der Lebensmittelverarbeitung betreffen. Es handelt sich hierbei um zulässige (d.h. lebensmittelechte) Produkte, welche aus technischen Gründen eingesetzt werden.

In der Milchwirtschaft können Konsumgüter durch direkten Kontakt mit Etiketten, Wachsen, Pflegemitteln und Verpackungsfolien kontaminiert werden. Der Eintrag von MOH über das Futter der Kühe, sei es aufgrund umweltbedingter Belastung oder wegen Kontaminationen auf den Betrieben, ist grundsätzlich denkbar, muss aber noch genauer geprüft werden.

## Grenz- und Orientierungswerte

Eine verbindliche Regulierung von Mineralölrückständen im Lebensmittel mit gesetzlichen Grenzwerten existiert bis zum jetzigen Zeitpunkt nicht. In der Schweiz geltende Verordnungen beziehen sich nur auf die Migration aus Verpackungsmaterialien ins Lebensmittel und es werden entsprechende Migrationshöchstwerte definiert. Beispielsweise wird in der Verordnung des EDI über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmittel in Berührung zu kommen (Bedarfsgegenständeverordnung) gefordert, dass Bedarfsgegenstände aus Kunststoff nur Stoffe für die Herstellung enthalten, welche in der Liste der zulässigen Stoffe (Anhang 2) aufgeführt sind. Bei Substanzen, für welche keine spezifischen Migrationsgrenzwerte (SML) festgelegt wurden, gilt der Gesamtmigrationswert von 10 mg/dm<sup>2</sup> der mit dem Lebensmittel in Berührung kommenden Fläche, resp. 60 mg/kg Lebensmittel für Bedarfsgegenstände aus Kunststoff, die dazu bestimmt sind mit für Säuglingen und Kleinkindern vorgesehenen Lebensmitteln in Berührung zu kommen.

Nichtsdestotrotz wurde in der Vergangenheit von einigen Detailhändlern 2 mg/kg MOSH (ursprünglich für in Karton gelagerte Lebensmittel wie Reis gedacht) als generellen Maximalwert im Lebensmittel übernommen und musste dementsprechend von den Produzenten nachweislich unterschritten werden. Messungen haben aber gezeigt, dass ein solch tiefer Grenzwert für viele Milchprodukte weder repräsentativ noch praktikabel ist.

Für die toxikologisch bedenklicheren MOAH hat die Europäische Kommission Empfehlungen für Grenzwerte veröffentlicht. So fordert die Kommission Produkte vom Markt zu nehmen, welche diese Grenzwerte erreichen oder überschreiten. Da diese Empfehlung rechtlich nicht bindend ist, bleibt es den EU-Mitgliedstaaten überlassen diese Empfehlung durchzusetzen. Die Bestimmungsgrenzen sind wie folgt festgelegt:

- 0.5 mg MOAH/kg – trockene Lebensmittel mit niedrigem Fett-/Ölgehalt ( $\leq 4\%$  Fett/Öl)
- 1 mg MOAH/kg – Lebensmittel mit erhöhtem Fett-/Ölgehalt ( $> 4\%$  Fett/Öl,  $\leq 50\%$  Fett/Öl)
- 2 mg MOAH/kg – Fette/Öle oder Lebensmittel mit  $> 50\%$  Fett/Öl

Mineralölbestandteile wie MOSH und MOAH sind fettlösliche Gemische. Somit reichern sie sich in Lebensmittel mit höheren Fettgehalten an. Bei solchen Produkten, denen auch einige Milchprodukte zuzuordnen sind, ist eine höhere Grundbelastung zu erwarten, welche auch auf eine umweltbedingte und somit unvermeidbare Ursache zurückzuführen ist.

Die Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz (LAV) und der Lebensmittelverband Deutschland empfehlen anstelle eines generellen Toleranzwertes die Anwendung von lebensmittelspezifischen Orientierungswerten für MOH. Aufgrund von über 12'500 Einzeldatensätzen der Wirtschaft und Überwachung wurden solche Orientierungswerte für diverse Lebensmittelkategorien eruiert. Die hierbei festgelegten Werte sind als Orientierungshilfen und Empfehlung für die Praxis zu verstehen und geben an, welcher MOH-Gehalt im Lebensmittel zu erwarten ist. Der gemessene MOH-Wert setzt sich zusammen aus Beiträgen entlang der Wertschöpfungskette und aus Umweltbelastungen. Hierbei wurde für Milch und Milcherzeugnisse ein Orientierungswert für MOSH und - Analoge mit 22 mg/kg Milchlaktose festgelegt. Für MOAH gelten unabhängig von der Lebensmittelkategorie die maximalen Bestimmungsgrenzen, d.h. Gehalte sollten mit gängigen Verfahren nicht bestimmbar sein.

Aufgrund unserer Erfahrung und bisherigen Messungen erachten wir diese für Milch und Milcherzeugnisse festgelegten Orientierungswerte als eine realistische Einschätzung und gute Hilfe für die Praxis. So kann, bezogen auf den Orientierungswert für MOSH, eine Überschreitung ein Indiz für eine vermeidbare Eintragsquelle und Anlass für weitere Abklärungen sein. Dieser Wert sollte aber keinesfalls, wie auch schon von den Herausgebern erwähnt, als Grenzwert missverstanden und angewendet werden.

Um den Orientierungswert für Milch oder ein Milchprodukt mit bekanntem Fettgehalt zu eruiieren gilt folgende Rechnung:

$$\text{Produktbezogener Orientierungswert} = 22 \frac{\text{mg}}{\text{kg}} \cdot \frac{\text{Fettgehalt} [\%]}{100}$$

In Tabelle 1 sind die zu erwartende MOSH-Gehalte für einige Milcherzeugnisse und Milch aufgeführt.

Tabelle 1: MOSH-Orientierungswerte für Milch und Milchprodukte

Produkt	Fettgehalt g/100g	MOSH-Orientierungswert mg/kg
<b>Milch</b>		
Vollmilch	4	0.9
Milchdrink	2.8	0.6
Magermilch	0.1	0.0
<b>Joghurt</b>		
Joghurt nature	3.6	0.8
Rahmjoghurt (Griechische Art)	10	2.2
<b>Rahm</b>		
Vollrahm	35	7.7
Halbrahm	25	5.5
Kaffeerahm	15	3.3
<b>Butter</b>		
Vorzugs-, Koch- und Käsereibutter	82	18.0
Bratbutter	98	21.6

Produkt	Fettgehalt g/100g	MOSH-Orientierungswert mg/kg
<b>Käse</b>		
Emmentaler	31	6.9
Gruyère	32	7.1
Sbrinz	33	7.3
Berner Alpkäse*	38	8.4
Berner Hobelkäse*	41	9.1
Appenzeller	32	7.0
Appenzeller 1/4-fett	11	2.4
Tilsiter	29	6.4
Raclette	28	6.2
Brie	24	5.3
Camembert	24	5.3
Vacherin fribourgeois	30	6.6
Vacherin Mont d'Or	23	5.1

\*Median aus R. Sieber (2012), Zusammensetzung von Milch und Milchprodukten Schweizerischer Herkunft, ALP science Nr. 538

Es ist aber zu berücksichtigen, dass die Orientierungswerte auf Basis des 90. Perzentils bestimmt wurden. Demzufolge liegen 90% der für die Studie berücksichtigten markttypischen MOSH-Werte in Milchprodukten unter diesem Wert. Wird der Orientierungswert überschritten, kann dies ein Hinweis für eine vermeidbare Kontamination sein und sollte Anlass zur Ursachenforschung im Rahmen der Herstellungs- und Verpackungsprozesse sein. Wichtige Punkte für die weitere Beurteilung sind:

- **Verpackung:** Zusammensetzung, Art, sowie Lagerzeit des Lebensmittels (Kontaktzeit mit Verpackungsmaterial), Mindesthaltbarkeit
- **Rohstoffsituation:** Verarbeitungsprozesse und Lebensmittelkontaktmaterialien auf allen Stufen
- **Produkt:** Zweckbestimmung und übliche Verzehrmenngen

Durch unvermeidbare Eintragsquellen, aber auch durch die Verwendung zugelassener Hilfsstoffe ist davon auszugehen, dass sich auch bei einem optimierten Herstellungs- und Verpackungsverfahren nicht in allen Fällen der Eintrag von Mineralölrückständen vermeiden lässt. Die 2017 veröffentlichte Toolbox des Bundes für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V. Deutschland (BLL), ist ein nützlicher Leitfaden, welcher zur Risikoanalyse herbeigezogen werden kann. In einer übersichtlichen Zusammenstellung werden spezifische Kontaminationsquellen vorgestellt und stufenbezogene Massnahmen aufgelistet.

## Toxizität und Analytik

Die potentiellen gesundheitlichen Risiken, welche von MOH ausgehen, sind sehr unterschiedlich. MOAH können polyzyklische aromatische Verbindungen enthalten, welche genotoxische und karzinogene Eigenschaften aufweisen. Eine Überarbeitung der Risikoanalyse zu Mineralölen durch die Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA) wurde im September 2023 veröffentlicht. Hierbei kam man zum Schluss, dass die derzeitige ernährungsbedingte Exposition gegenüber MOSH für alle Altersgruppen kein Gesundheitsrisiko darstellt. Bezüglich MOAH wird einer erhöhten Präsenz von 3- oder mehrzyklischen aromatischen Substanzen ein erhöhtes Risiko, insbesondere für jüngere Altersgruppen, zugesprochen.

Die Analyse von MOH in Lebensmitteln ist anspruchsvoll. Mit den bisherigen Methoden ist es noch nicht gelungen komplexe Gemische wie MOH in die Einzelbestandteile aufzutrennen. So zeigen die Chromatogramme weitgehend unaufgelöste und überlappende Signale, welche sich zu einem Hügel zusammenschliessen. Die Auftrennung von

MOSH und MOAH erfolgt mittels Flüssigchromatographie (LC, engl.: liquid chromatography), welche zwecks weiterer Trennung und Quantifizierung mit GC-FID (Gaschromatographie mit Flammenionisationsdetektor) gekoppelt wird. Die Analytik wird durch natürlich im Lebensmittel vorkommende Kohlenwasserstoffe erschwert, da diese im Chromatogramm mit den Signalen der Mineralölkohlenwasserstoffen überlappen. Bei diesen Stoffen handelt es sich um Substanzen, welche in ihrer chemischen Struktur den Mineralölkohlenwasserstoffen ähnlich sind und sich deshalb nicht mit den herkömmlichen Methoden voneinander trennen lassen. Dazu gehören beispielsweise natürliche n-Alkane, Terpene, und Olefine, welche in Pflanzenrohstoffen vorkommen. Auch Milchprodukte zeigen Signale, welche mit dem Messbereich für Mineralöle überlappen und natürlichen Bestandteilen des Futters zugeordnet werden konnten («Gras-Peaks»). Die Konzentration der gemessenen Substanz ergibt sich aus der Flächenintegration des jeweiligen Peaks. Für eine korrekte Quantifizierung von Mineralöl in Lebensmitteln müssen diese natürlich vorkommenden Substanzen erkannt und von der Quantifizierung der MOSH ausgeschlossen werden (Abbildung 1). Zudem erlauben die angewendeten Analysenverfahren keine Trennung von MOSH und den aus gewissen Kunststoffverpackungen stammenden POH (polyolefin oligomeric hydrocarbons), deren Toxizität unklar ist.

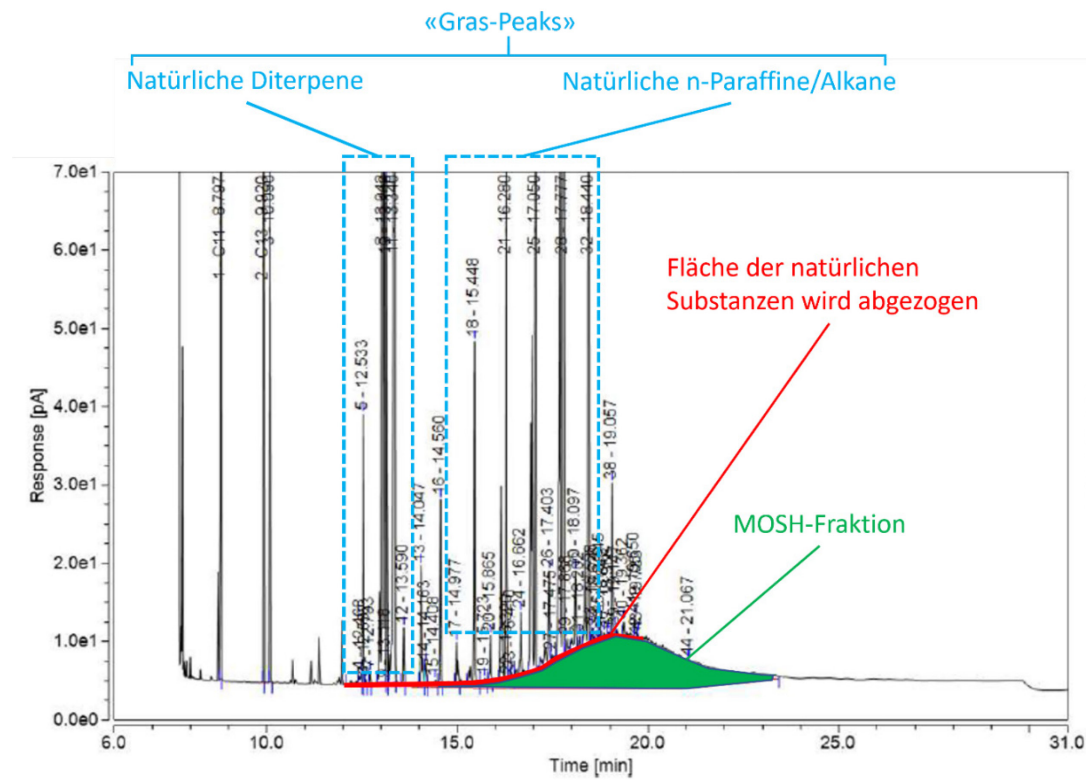


Abbildung 1: Auswertung eines MOSH-Chromatogramms am Beispiel einer Butterprobe

Bei den Zusatz- resp. Hilfsstoffen, welche bereits erwähnt wurden, handelt es sich um Mineralölraffinationsprodukte, sprich gereinigte Mineralölbestandteile (z.B. Paraffinwax). Diese zugelassenen Lebensmittelzusatzstoffe sind ebenfalls analytisch nicht von unerwünschten MOSH zu unterscheiden. Diese Gruppe gehört neben den POH und den Polyalphaolefinen (Bestandteile von synthetischen Schmier- und Heissklebstoffen) zu den sogenannten MOSH-Analogen.

Um den Ursprung von Mineralölrückständen in Lebensmittel zu eruieren ist eine genaue Betrachtung der GC-Chromatogramme nötig. Hierbei wird die Signalintensität gegenüber der Retentionszeit abgebildet. Je höher die Retentionszeit desto höher der Siedepunkt der detektierten Substanz und desto langkettiger deren Kohlenstoffgerüst (Gas < Flüssigkeiten/Lösungsmittel < Öle < Wachse). Kontaminanten mit höheren Siedepunkten migrieren über Direktkontakt auf die Oberfläche des Lebensmittels (Lebensmittelverpackung und weitere Kontaktmaterialien während des Herstellungsprozesses) oder wurden in einem früheren Schritt der Wertschöpfungskette eingetragen. Niedersiedende Substanzen können zusätzlich über die Gasphase migrieren und bei ungenügender Barriere-Eigenschaft des Verpackungsmaterials auch z.B. von einem Umkarton auf das Lebensmittel gelangen.



Um einen Übergang von Verpackungsmaterialkomponenten auf das Lebensmittel zu prüfen werden Messungen von der Verpackung mit dem Lebensmittel verglichen. Bei einer Migration werden charakteristische, häufig periodische Signale (z.B. gerad- und ungeradzahlige Alkan-Peaks bei Mineralölwachsen oder nur geradzahlige Signale bei POH aus Polyethylenverpackungen; siehe Abbildung 2a/b) im Chromatogramm des Lebensmittels gefunden. Häufig werden in Verpackungen auch Gemische verschiedener Kohlenwasserstoffe aus unterschiedlichen Quellen detektiert (Abbildung 2a/b). In Abbildung 2a ist anzufügen, dass die Butter neben den charakteristischen MOSH-Signalen, die der Verpackung zugewiesen werden können, bereits eine deutliche Vorbelastung von MOH unbekanntem Ursprungs (deutlich erhöhte Signalfäche unter den Verpackungs-Peaks) aufwies.

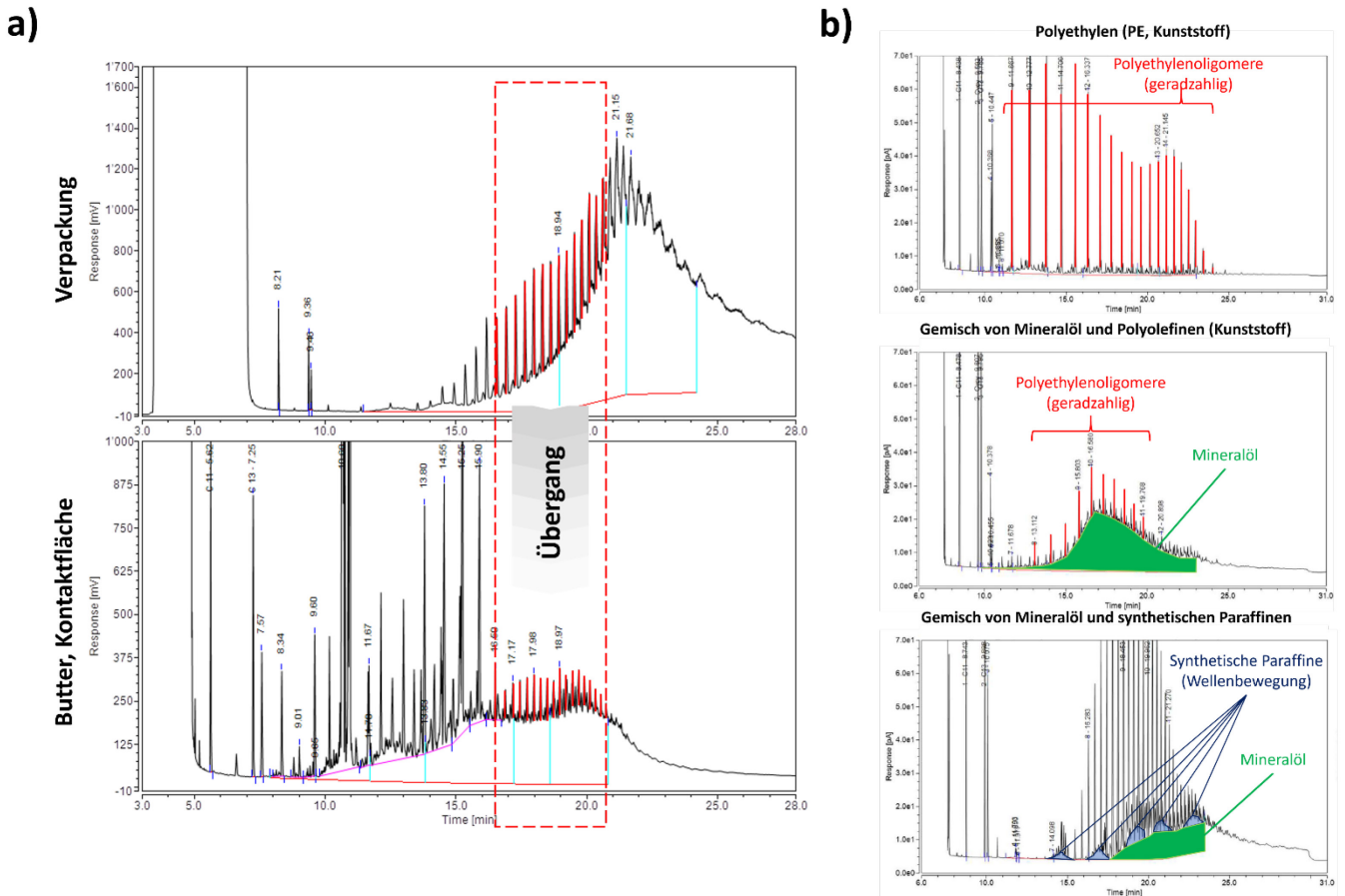


Abbildung 2:

- a) Übergang von Mineralölwachs von der Verpackung auf das Lebensmittel,
- b) Verschiedene Zusammensetzungen von Butterverpackungen und deren charakteristische Signale

## Datenlage

Viele Produkte sind in Bezug auf die Mineralölrückstands-Thematik untersucht worden, bei Milch und Käse besteht jedoch international eine Lücke. Agroscope hat in Zusammenarbeit mit dem Kantonalen Labor Zürich Untersuchungen von Schweizer Käse auf Mineralölrückstände durchgeführt. Hierbei wurden einige Käsesorten mit verschiedenen Fettgehalten nach dem Zufallsprinzip ausgewählt und analysiert. MOAH konnten in keinen der untersuchten Proben nachgewiesen werden. Die detektierten Mengen an MOSH schwankten stark, wobei die Hypothese gestützt werden konnte, dass die MOSH-Belastung mit steigendem Fettgehalt zunimmt. Die Annahme, dass die Umweltkontamination der Käse in dicht bevölkerten und industriell genutzten Gegenden höher ist, konnte hingegen nicht eindeutig bestätigt werden. Dies dürfte in der Tendenz stimmen, wird aber als vernachlässigbarer Faktor eingeschätzt.

Für die Beurteilung der Streuung der Hintergrundbelastung wie auch für Ausreisser fehlt zurzeit die Datenbasis, welche vor dem Ergreifen von Massnahmen international erarbeitet werden sollte. Diese Datenbasis müsste auch regionale und sortenspezifische Aspekte abdecken, was deren Erarbeitung entsprechend aufwändig macht.

In einer weiteren Versuchsreihe wurden Käselaike mit Paraffinöl, demzufolge den MOSH zuzuordnen, eingerieben und anschliessen praxisüblich gereift und gelagert. Die Käse wurde insgesamt zwei Mal beprobt: einen Tag nach der Kontamination und am Ende der Lagerzeit. Bei der Probenahme wurde ein Zylinder ausgestochen und in drei Zonen (Rinde, Rand und Kern) unterteilt, welche separat gemessen und miteinander verglichen wurden. In keinem der untersuchten Käse konnte die Migration des Öls in den essbaren Teil nachgewiesen werden.

## Fazit

Mineralölrückstände in Milch und Milchprodukten sind von Bedeutung und werden schon seit längerer Zeit intensiv diskutiert. Obwohl zurzeit keine verbindliche Regulierung mit gesetzlichen Grenzwerten existieren, ist es wichtig vermeidliche Eintragsquellen zu erkennen und mit gezielten Massnahmen zu vermeiden. Mineralölrückstände sind fettlöslich und reichern sich deshalb vermehrt in Lebensmitteln mit höheren Fettgehalten an. So ist auch der potentielle Eintrag von Mineralölrückständen je nach Produktkategorie, Verarbeitungsprozess, Umwelteinflüssen etc. unterschiedlich. Ein genereller Grenzwert für Lebensmittel ist deshalb weder repräsentativ noch praktikabel. Für die Beurteilung des Eintrags von Mineralölrückständen in die Milch oder die Milchprodukte gibt es Orientierungswerte, welche für verschiedene Lebensmittelkategorien bestimmt wurden. Sollte dieser Wert bei einem Produkt überschritten werden, könnte dies ein Hinweis auf vermeidbare Eintragsquellen sein. In diesem Fall ist dies ein Anlass zur Ursachenforschung über alle Herstellungs- und Verpackungsprozesse und wo möglich Massnahmen zu ergreifen.

## Literatur und weiterführende Informationen

- [1] Bund für Lebensmittelrecht und Lebensmittelkunde e.V. (BLL) (2017), TOOLBOX zur Vermeidung von Einträgen unerwünschter Mineralölkohlenwasserstoffe in Lebensmittel.
- [2] EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in Food. EFSA Journal 2012; 10(6):2704. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2012.2704>
- [3] EFSA (European Food Safety Authority), Arcella D, Baert K, Binaglia M, 2019. Rapid risk assessment on the possible risk for public health due to the contamination of infant formula and follow-on formula by mineral oil aromatic hydrocarbons (MOAH). EFSA Supporting Publication 2019:EN-1741. <https://doi.org/10.2903/sp.efsa.2019.EN-1741>
- [4] EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM); Update of the risk assessment of mineral oil hydrocarbons in food. EFSA Journal 2023;21(9):8215. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8215>
- [5] Verordnung des EDI über Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen ([Bedarfsgegenständeverordnung, SR 817.023.21 vom 16. Dezember 2016](#))
- [6] European Commission's Standing Committee on Plants, Animals, Food and Feed (PAFF, 2022), Draft joint statement of the Member States regarding the presence of Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons (MOAH) in food, including food for infants and young children.
- [7] Entwurf des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft: Zweiundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung ([Bearbeitungsstand: 14.08.2020](#)).
- [8] Länderarbeitsgemeinschaft Verbraucherschutz, Arbeitsgruppe Lebensmittel- und Bedarfsgegenstände, Wein und Kosmetika (ALB), Lebensmittelverband Deutschland e.V.: Aktualisierung: Orientierungswerte für Mineralölkohlenwasserstoffe (MOH) in Lebensmitteln ([Stand: August 2021](#))

## Impressum

Herausgeber	Agroscope Schwarzenburgstrasse 161 3003 Bern <a href="http://www.agroscope.ch">www.agroscope.ch</a>
Auskünfte	Jan-Erik Ingenhoff
Foto	<a href="http://www.123rf.com">www.123rf.com</a>
Chromatogramme	Maurus Biedermann (Kantonales Labor Zürich)
Copyright	© Agroscope 2023
ISSN	2296-7214
Download	<a href="http://www.agroscope.ch/transfer">www.agroscope.ch/transfer</a>

### Haftungsausschluss

Agroscope schliesst jede Haftung im Zusammenhang mit der Umsetzung der hier aufgeführten Informationen aus. Die aktuelle Schweizer Rechtsprechung ist anwendbar.