



Dr. Annette Rexroth

Kontaminanten in Lebensmitteln: Mineralölbestandteile

Mineralöle kommen in zahlreichen Produkten und zu verschiedensten Zwecken zum Einsatz. Deshalb können sie auch über eine Vielzahl von Eintragungspfaden unbeabsichtigt in Lebensmittel gelangen. Ein wichtiger Weg ist der Übergang von Druckfarben auf Lebensmittelverpackungen aus Papier, Karton und Pappe. Je eine nationale Mineralöl- und Druckfarbenverordnung sind in Vorbereitung. Sie sollen Grenzwerte für den gesundheitlichen Schutz der Verbraucher festlegen.

Mineralölkohlenwasserstoffe (MKW, engl. MOH für mineral oil hydrocarbons) sind eine heterogene Gruppe aus Tausenden chemischen Verbindungen unterschiedlicher Struktur und Größe. Sie stammen vorwiegend aus Rohöl, werden jedoch auch synthetisch aus Kohle, Erdgas und Biomasse hergestellt. Es handelt sich um komplexe Gemische variabler Zusammensetzung, die sowohl in der Industrie als auch in Privathaushalten für zahlreiche Zwecke verwendet werden, etwa als Treibstoffe, Schmierstoffe, Lösungsmittel, in Kosmetika und Arzneimitteln. In steigendem Umfang sind sie auch in Lebensmitteln nachweisbar, hauptsächlich in Brot und

Brötchen, Getreideprodukten wie Cornflakes, Müsli und Haferflocken, Reis, Gries, Nudeln, Zucker, Süßwaren und Schokolade, Pflanzenöl, Fischereierzeugnissen (v. a. Fischkonserven), Ölsaaten, tierischen Fetten, Nüssen, Eis und Desserts.

Um welche Substanzen handelt es sich?

Betrachtet man die Bestandteile von Mineralölen, so lassen sich zunächst zwei große Gruppen unterscheiden:

- **Gesättigte Mineralölkohlenwasserstoffe** (MOSH: Mineral Oil Saturated Hydrocarbons)
Alkane sind kettenförmige oder verzweigte Kohlenwasserstoffe. Bei unverzweigten gesättigten Kohlenwasserstoffen spricht man auch von Paraffinen. Cycloalkane sind ringförmige Kohlenwasserstoffe, in erster Linie Cyclopentane und Cyclohexane. Sie können alkyliert oder nicht alkyliert sein und weisen einfache, doppelte und höhere Ringsysteme auf (Naphthene). Mit 75 bis 85 Prozent macht die Gruppe der MOSH den Löwenanteil der Mineralölkohlenwasserstoffe aus.

- **Aromatische Mineralölkohlenwasserstoffe** (MOAH: Mineral Oil Aromatic Hydrocarbons)
Diese ringförmigen Kohlenwasserstoffe können ein, zwei oder mehr aromatische Ringsysteme aufweisen, die alkyliert oder nicht alkyliert sein können. Diese Gruppe macht 15 bis 25 Prozent aller Mineralölkohlenwasserstoffe aus.
- **Alkene sowie schwefel- und stickstoffhaltige organische Verbindungen**

Wie gelangen Mineralöle in Lebensmittel?

Da Mineralöle in unzähligen Produkten zu verschiedensten Zwecken eingesetzt werden, gelangen sie auch über eine Vielzahl von Eintragspfaden in Lebensmittel:

● Über den Herstellungsprozess

Der Eintrag kann absichtlich – in Form von Lebensmittelzusatzstoffen – oder ungewollt, im Zuge einer Kontamination geschehen.

- „Mikrokristallines Wachs“ (E 905) ist gemäß den Vorschriften der Verordnung (EG) 1333/2006 als Lebensmittelzusatzstoff ohne Höchstmengenbeschränkung (*quantum satis*) zugelassen, und zwar zur Oberflächenbehandlung von Melonen, Papayas, Mangos, Avocados und Ananas, von bestimmten Süßwaren wie der Atemerfrischung dienenden Kleinstsüßwaren, Kaugummi, Verzierungen, Überzügen und Füllungen (ausgenommen auf Fruchtbasis). Darüber hinaus wird mikrokristallines Wachs auch als Verarbeitungshilfsstoff verwendet, etwa als Trennmittel für Back- und Süßwaren, als Staubbindingmittel für Getreide und Reis sowie als Bindemittel für pulverförmige Zusatzstoffe in Futtermitteln.
- Hydriertes Poly-1-decen (E 907) ist als Überzugsmittel für Trockenfrüchte, Zuckerwaren, Kaugummi sowie für Verzierungen, Überzüge und Füllungen mit einer Höchstmengenbeschränkung von 2.000 Milligramm je Kilogramm zugelassen.
- Polyethylenwachsoxidate (E 914) sind in einer Menge *quantum satis* zur Oberflächenbehandlung von Zitrusfrüchten, Melonen, Papayas, Mangos, Avocados und Ananas zugelassen.

Die zugelassenen Verwendungen gelten als gesundheitlich unbedenklich. Spezifikationen für die genannten Lebensmittelzusatzstoffe finden sich in der Verordnung (EU) 213/2012.

Neben den hier genannten Verbindungen gibt es eine Reihe natürlich vorkommender Wachse wie Bienenwachs (E 901), Candelillawachs (E 902), Carnaubawachs (E 903) und Schellack (E 904), die zu den gleichen Zwecken in Lebensmitteln verwendet werden können.

Neben diesen kontrolliert stattfindenden Zusätzen gelangen Mineralöle während des Herstellungsprozesses auch unbeabsichtigt in Lebensmittel: Die Kontamination kann bei Lebensmitteln pflanzlicher Herkunft bereits auf dem Feld noch während der Ernte stattfinden, näm-

lich durch den unerwünschten Kontakt mit Schmierölen, die bei den Erntemaschinen oder in den Produktionsanlagen zum Einsatz kommen. Dort werden zum Beispiel Pumpen und Spritzen mit Schmierölen behandelt. Nicht zuletzt enthalten auch Lösungsmittel, die zu Reinigungszwecken verwendet werden, Mineralölbestandteile.

● Über Umweltverschmutzung

Ins Lebensmittel gelangen Mineralölbestandteile etwa über Treibstoffe und deren unvollständige Verbrennung (Autoabgase, Rauch aus Ölfeuerungen), Zersetzung von Straßenteer, Bitumen und Altfreifen, über Feinstaub sowie durch Unfälle.

● Aus Lebensmittelverpackungen

Mineralöle können aus Verpackungen, die aus Recyclingpapier hergestellt werden, aus Druckfarben, als Additive aus der Kunststoffproduktion, als Adhesive aus Verpackungen, aus gewachstem Papier sowie aus Jute- und Sisalsäcken für Kaffee, Kakao und Nüsse, die Mineral Batching Oil (ein Öl, das die Naturfaser biegsamer macht) enthalten, in Lebensmittel gelangen. Auch bei der Herstellung von Konservendosen dienen bestimmte Mineralöle als Schmiermittel.

● Über Pflanzenschutzmittel

Reines Paraffinöl (Weißöl) wird in Pflanzenschutzmittelformulierungen eingesetzt.

Welche gesundheitlichen Risiken bestehen?

Die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) hat in ihrem Gutachten vom 28. August 2013 (*Scientific Opinion on Mineral Oil Hydrocarbons in*



Mineralölbestandteile können auf unterschiedlichen Wegen in und auf Lebensmittel gelangen, zum Beispiel über Abgase.

Food, www.efsa.europa.eu/de/efsajournal/pub/2704) zu Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln festgestellt, dass die geschätzte Exposition bei 0,03 bis 0,3 Milligramm je Kilogramm Körpergewicht und Tag liegt. Bei Kindern ist die Exposition höher. Besondere Herstellungsverfahren bei Getreide und Brot (wie die Verwendung von Mineralölen als Staubbindungsmittel) können einen zusätzlichen Beitrag zur MOSH-Exposition leisten. Sieht man von Paraffinöl (Weißöl) ab, so nimmt die Bevölkerung rund viermal so viel MOAH auf wie MOSH. MOSH mit 16 bis 35 Kohlenstoffatomen können in verschiedenen Geweben wie den Lymphknoten, dem Rückenmark und der Leber akkumulieren und dort die Bildung von Mikrogranulomen stimulieren. MOSH mit über 35 Kohlenstoffatomen werden so gut wie nicht absorbiert.

MOAH mit drei oder mehr aromatischen Ringen, die nicht oder einfach alkyliert sind, können mutagen und karzinogen sein. In Lebensmitteln zum Beispiel als Zusatzstoffe oder Verarbeitungshilfen eingesetzte Mineralölkohlenwasserstoffe enthalten so gut wie keine MOAH. Diese gelangen unbeabsichtigt ins Lebensmittel. Nach Auffassung der EFSA gibt die Aufnahme von Mineralölkohlenwasserstoffen über Lebensmittel Anlass zu Bedenken. Bereits im Dezember 2009 hatte das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) in seinem Gutachten empfohlen, den Übergang von Mineralöl auf Lebensmittel zu minimieren (*Stellungnahme Nr. 008/2010 des BfR vom 09. Dezember 2009, www.bfr.bund.de/cm/343/uebergaenge_von_mineraloel_aus_verpackungsmaterialien_auf_lebensmittel.pdf*).

Welche Befunde gibt es?

Wie Untersuchungen aus der Schweiz gezeigt haben, stellen Lebensmittelverpackungen einen wichtigen Eintrittspfad für die Verunreinigung von Lebensmitteln mit Mineralölkohlenwasserstoffen dar. Von Bedeutung sind hier vor allem Lebensmittelverpackungen aus Recyclingpapier (Papier, Karton oder Pappe). Altpapier besteht aus Zeitungen, Anzeigenblättern, Zeitschriften, Katalogen und anderen grafischen Papieren sowie aus Verpackungspapieren. Zum Bedrucken dieser Papiere dienen Druckfarben, die je nach Druckverfahren und Anwendungsbereich auch Mineralöl enthalten. Gemäß der Stellungnahme des BfR vom 9. Dezember 2009 (s. o.) enthalten Recyclingkartons typischerweise 300 bis 1000 Milligramm Mineralöl je Kilogramm mit einer relativ geringen molaren Masse (hauptsächlich n-C18 bis n-C22) und einem Gehalt von aromatischen Anteilen zwischen 15 und 20 Prozent.

Im Jahr 2010 hatte das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) eine Studie zur Migration von Druckfarbenbestandteilen aus Verpackungsmaterialien in Lebensmittel durchführen lassen (*Abschlussbericht der wissenschaftlichen Studie „Ausmaß der Migration unerwünschter Stoffe aus Verpackungsmaterialien aus Altpapier in Lebensmittel“, Entscheidungshilfeprojekt des BMEL 2809HS012*). Diese Studie hatte gezeigt, dass in Lebensmitteln, die mit bedruckten Faltschachtelkartons verpackt waren, Mineralölkohlenwasserstoffe nachweisbar waren. Die gefundenen MOSH-Gehalte lagen dabei häufig deutlich (vereinzelt bis zum 100-fachen) über einem Wert, der nach Auskunft des BfR noch als gesundheitlich akzeptabel eingestuft werden kann. Darüber hinaus traten in den Lebensmitteln auch aromatische Kohlenwasserstoffe in relevanten Mengen auf. Betroffen war ein breites Sortiment von Lebensmitteln (z. B. Mehl, Grieß, Reis, Brot, Nudeln, Cornflakes, Müslis, Haferflocken, Knödel, Zucker, Schokolade, Kuchen oder Backmischungen), also auch viele Grundnahrungsmittel und Lebensmittel, die Kinder häufig essen. Quelle des Mineralöls waren die beim Bedrucken der Faltschachtelkartons verwendeten Druckfarben sowie wiedergewonnene Papierfasern, die als Rohstoff bei der Herstellung von Recyclingkartons dienen.



Foto: © Klaus Eppeler/fotolia.com

Mineralöhlhaltige Druckfarben auf Verpackungen können Lebensmittel kontaminieren.



Foto: © iStock.com/Juanmorino

Hersteller sind verpflichtet, Lebensmittel durch geeignete Innenverpackungen zu schützen.

Auch die zuständigen Überwachungsbehörden der Länder hatten in den Jahren 2009, 2010 und 2011 Mineralöle und weitere Druckfarbenchemikalien in teils beträchtlichen Mengen in Lebensmitteln nachgewiesen. Zu den meisten dieser Stoffe liegen keine – oder keine für eine Risikobewertung ausreichenden – toxikologischen Daten vor. Daher hat das BfR dafür plädiert, diese Druckfarbenbestandteile nicht in Lebensmittel gelangen zu lassen, weil gesundheitliche Risiken nicht auszuschließen seien (*Kurzprotokoll einer außerordentlichen Sitzung der Kunststoffkommission am 30. Januar 2006, www.bfr.bund.de/cm/343/druckfarben_in_lebensmitteln_bewertung_des_verbraucherrisikos_wegen_fehlender_daten_nicht_moeglich.pdf*).

Welche Maßnahmen sind geplant?

Nach dem Fund der Druckfarbenchemikalie Isopropylthioxanthon (ITX) in Fruchtsäften, Milch- und Joghurtherzeugnissen sowie in Babynahrung im Jahr 2005 hatte die Europäische Kommission die Verordnung (EG) 2023/2006 über eine gute Herstellungspraxis für Materialien und Gegenstände, die dazu bestimmt sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, erlassen (*ABl. L 384 vom 29.12.2006, S. 75*). Die Verordnung fordert von den Unternehmen auf allen Stufen der Wertschöpfungskette (Ausnahme: Herstellung von Ausgangsstoffen) die Einrichtung von Qualitätssicherungssystemen und Qualitätskontrollen. Die Verordnung enthält ferner Verpflichtungen zur Dokumentation und setzt darüber hinaus spezielle technische Regeln für die gute Herstellungspraxis in Bezug auf Druckfarben fest. Mit dieser Verordnung wollte die Kommission im Nachgang zu den ITX-Funden gesundheitlich bedenkliche Stoffübergänge aus Druckfarben verhindern, ohne substanzspezifische Grenzwerte festzulegen. Obwohl die Verordnung (EG) 2023/2006 seit dem 1. August 2008 gilt, sind in Lebensmitteln weiterhin Druckfarbenbestandteile in Konzentrationen festzustellen, die Anlass zu gesundheitlichen Bedenken geben. Ferner finden sich in Lebensmitteln Stoffe, die wegen fehlender oder unzureichender toxikologischer Daten nicht zu bewerten sind. Risiken für die menschliche Gesundheit sind also nicht auszuschließen. Vor diesem Hintergrund hält das BMEL es für erforderlich, weitere Regelungen zu treffen (*Entwurf für eine Einundzwanzigste Verordnung zur Änderung der Bedarfsgegenständeverordnung, www.bmel.de/SharedDocs/Downloads/Verbraucherschutz/DruckfarbenVO-DE.pdf?__blob=publicationFile*).

Um den Übergang von Mineralölbestandteilen auf Lebensmittel zu minimieren, bereitet das BMEL zwei nationale Verordnungen vor, die Mineralölverordnung und die Druckfarbenverordnung. Beide Verordnungen zielen darauf ab, den Übergang der besonders gesundheitsrelevanten aromatischen Mineralölkohlenwasserstoffe (MOAH) aus Lebensmittelbedarfsgegenständen aus Altpapier so weit wie möglich zu begrenzen, um die Gesundheit der Verbraucher zu schützen.

● Mineralölverordnung

Die Mineralölverordnung soll festlegen, welche Mengen an Mineralölkohlenwasserstoffen aus Lebensmittelverpackungen aus Recyclingpapier auf Lebensmittel übergehen dürfen. Die Höchstmengen sollen so bemessen sein, dass die Verbraucher vor gesundheitlich nachteiligen Wirkungen dieser Stoffe geschützt sind. Eine Möglichkeit, um den Übergang von MOAH aus der Verpackung auf das Lebensmittel zu unterbinden, ist die Verwendung von funktionellen Barrieren: Der Hersteller kann auf der Innenseite der Verpackung eine zusätzliche Beschichtung aufbringen oder er verpackt das Lebensmittel in einem zusätzlichen Innenbeutel. Je nach Art des Lebensmittels, der Verpackung und der Verwendungsbedingungen eignen sich für diese funktionellen Barrieren Materialien wie Aluminium (mit einer Schichtdicke, die sicherstellt, dass keine Löcher vorhanden sind) oder bestimmte Kunststoffe (z. B. PET, Polyacrylate, Polyacetate oder Polyamide). Die Mineralölverordnung soll die Hersteller grundsätzlich verpflichten, derartige funktionelle Barrieren einzusetzen. Die Funktionalität der Barriere soll dann als gegeben gelten, wenn unter Berücksichtigung der aktuellen Nachweisgrenze von 0,5 Milligramm je Kilogramm Lebensmittel keine MOAH darin nachweisbar sind. Ausnahmen von der Verpflichtung zum Einsatz einer funktionellen Barriere soll es lediglich dann geben, wenn ohnehin kein Übergang von MOAH auf das Lebensmittel nachweisbar ist (z. B. bei Speisesalz, Tiefkühlkost oder sehr kurzzeitigem Kontakt) oder der Hersteller den Übergang nachweislich auf andere Weise unterbindet.

Im Rahmen der geltenden allgemeinen Vorschriften für Lebensmittelbedarfsgegenstände hat der jeweilige verantwortliche Unternehmer (meist der Hersteller, Inverkehrbringer oder Abfüller) im Rahmen seiner Sorgfaltspflicht ohnehin sicherzustellen, dass die sich in seinem Verantwortungsbereich befindenden Lebensmittelbedarfsgegenstände den einschlägigen Anforderungen genügen. So muss das darin verpackte Lebensmittel selbstverständlich sicher sein. Darüber hat der Unternehmer gemäß Verordnung (EG) 2023/2006 unter anderem bestimmte Dokumentationspflichten zu erfüllen. Das ist im Hinblick auf die geplante Mineralölverordnung beispielsweise bei der Frage der zu verwendenden Barriere oder bei der Anwendung der Ausnahmeregelung relevant. So soll der Unternehmer zukünftig nachweisen und dokumentieren, dass die Barriere die für den vorgesehenen Zweck erforderliche Funktionalität in Bezug auf MOAH aufweist oder die aus der Verpackung auf das Lebensmittel übergegangene Menge an MOAH auch dann unterhalb der Nachweisgrenze liegt, wenn keine funktionelle Barriere verwendet wird.

● Druckfarbenverordnung

Eine Druckfarbenverordnung soll sicherstellen, dass mineralöhlhaltige Druckfarben zukünftig nicht mehr für das Bedrucken von Lebensmittelverpackungen verwendet werden dürfen. Dies soll verhindern, dass diese Farben in Lebensmittel gelangen.

Lebensmittelverpackungen werden bekanntlich zu Informations- und Werbezwecken bedruckt. Die verwendete



Die neue nationale Druckfarbenverordnung sieht Grenzwerte für Druckfarbenchemikalien zum Schutz der Verbraucher vor.

ten Druckfarben enthalten chemische Stoffe, die nachweislich auf Lebensmittel übergehen können und dann von den Verbrauchern mitverzehrt werden.

- Beim Abklatsch erfolgt der Stoffübergang dadurch, dass die Verpackungsmaterialien auf Rollen oder in Stapeln gelagert werden, wobei die bedruckte Außenseite mit der unbedruckten Innenseite in Kontakt kommt und Bestandteile der Druckfarben auf das Lebensmittel übergehen.
- Bei der Migration wandern Druckfarbenchemikalien aus der bedruckten Verpackung in das Lebensmittel.
- Über die Gasphase können leicht- und mittelflüchtige Mineralöle durch Verdampfen und anschließende Absorption in das Lebensmittel gelangen.
- Mitunter werden Verpackungen auch auf der Innenseite bedruckt, so dass hierdurch ebenfalls eine Kontamination des Lebensmittels erfolgen kann.

Die Druckfarbenverordnung sieht vor, die Stoffe, die in Druckfarben für die Herstellung von Lebensmittelverpackungen verwendet werden dürfen, in eine Positivliste aufzunehmen und mit zulässigen Grenzwerten für den Übergang auf das Lebensmittel zu versehen. In diese Positivliste sollen nur solche Stoffe aufgenommen werden, für die eine Risikobewertung oder dafür geeignete und ausreichende toxikologische Daten verfügbar sind, so dass ihre Auswirkungen auf die Gesundheit überprüft und auf dieser Basis sichere Grenzwerte für den Übergang auf das Lebensmittel abgeleitet werden können.

Nach Angaben des Europäischen Druckfarbenverbandes EuPIA (European Printing Inks Association) beläuft sich die Zahl der verwendeten Stoffe in Druckfarben auf annähernd 6.000. Nur etwa 15 Prozent dieser Stoffe sind bisher hinreichend toxikologisch bewertet. Für den Rest der Stoffe liegen keine oder keine ausreichenden toxikologischen Daten vor. Solche Stoffe sollen zukünftig nur noch für solche Verpackungen verwendet werden dürfen, bei denen die Bedruckung nachweislich nicht mit dem Lebensmittel in Berührung kommt oder nachweislich kein Übergang stattfindet.

Stoffe mit krebserregenden, erbgutverändernden oder fortpflanzungsgefährdenden Eigenschaften (CMR-Stoffe, CMR = carcinogenic, mutagenic or toxic for reproduction) sollen nicht verwendet werden dürfen – es sei denn, es läge eine Sicherheitsbewertung vor, die ihre Verwendung und die Ableitung von Grenzwerten für den Übergang auf Lebensmittel rechtfertigen würde und damit eine Aufnahme in die Positivliste ermöglicht.

Ausblick

Hinsichtlich der verschiedenen anderen Eintragungspfade, über die Mineralölkohlenwasserstoffe noch in Lebensmittel gelangen können, gibt es derzeit nur begrenzte Erkenntnisse. Auch die Datenlage zur Belastung von Lebensmitteln mit Mineralölkohlenwasserstoffen ist mangelhaft. Auf europäischer Ebene wird deshalb in den Jahren 2017 und 2018 ein Monitoring von Mineralölkohlenwasserstoffen in Lebensmitteln und Verpackungsmaterialien stattfinden. Die Mitgliedstaaten sollen unter aktiver Beteiligung der Lebensmittelindustrie und betroffener Interessenverbände Mineralölgehalte in folgenden Lebensmitteln bestimmen: Tierische Fette, Brot, Brötchen und feine Backwaren, Frühstückscerealien, Süßwaren einschließlich Schokolade und Kakao, Nudeln, Fisch und Fischereierzeugnisse, Wurst, Getreide für den menschlichen Verzehr und daraus hergestellte Erzeugnisse, Eis und Desserts, Ölsaaten, Hülsenfrüchte, pflanzliche Öle und Walnüsse. Zusätzlich sollen auch Lebensmittelkontaktmaterialien getestet werden. Werden Mineralölkohlenwasserstoffe nachgewiesen, sollen zusätzliche Untersuchungen bei den Lebensmittelunternehmen erfolgen, um die Quelle der Kontamination aufzudecken und zu verschließen. Angesichts der schwierigen Analytik hat sich das Europäische Referenzlabor für Lebensmittelkontaktmaterialien bereit erklärt, den Mitgliedstaaten bei Bedarf technischen Beistand zu leisten. Alle ermittelten Daten sollen an die EFSA gemeldet und dort ausgewertet werden.

Danach werden auch auf EU-Ebene spezielle Regelungen geprüft.

Die Literaturliste finden Sie im Internet unter „Literaturverzeichnisse“ als kostenfreie pdf-Datei.

Die Autorin

Dr. Annette Rexroth ist Diplom-Chemikerin und staatlich geprüfte Lebensmittelchemikerin. Als Referentin für Rückstände und Kontaminanten in Lebensmitteln ist sie beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft in Bonn tätig.

Dr. Annette Rexroth
Oedinger Straße 50
53424 Remagen
ar707@outlook.de

