



# 2- MCPD, 3-MCPD- und Glycidol in Lebensmitteln



**Aktuelle Untersuchungsergebnisse  
relevanter Lebensmittel  
AGES Daten 2015 - 2020**

## AUTORINNEN UND AUTOREN

Mag.<sup>a</sup> Kristina Marchart

Dr.<sup>in</sup> Daniela Hofstädter

Ulrike Mayerhofer, MSc

Dipl.Ing.<sup>in</sup> Karin Manner

Thomas Kloud, Bakk. techn.

Dipl.Ing. Leopold Pilsbacher

Dipl.Ing. Johann Steinwider

Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit:

Fachbereich Daten, Statistik und Risikobewertung:

Abteilung Risikobewertung & Abteilung Statistik und Analytische Epidemiologie &

Abteilung Datenmanagement

Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN

Zinzendorfgasse 27/1, 8010 GRAZ

Robert Koch Gasse 17, 2340 MÖDLING

Wir bedanken uns bei den Kolleg:innen des Geschäftsfeldes Lebensmittelsicherheit für die Bereitstellung der Analysedaten.

Der Bericht wurde nach den Vorgaben der Barrierefreiheit erstellt. Unser Dank gilt Frau Sonja Mika für die redaktionelle Arbeit.

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt: Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, sind vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form ohne schriftliche Genehmigung des Urhebers reproduziert oder verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden. Die von Gesetzes wegen bestehenden freien Werknutzungen sind weiterhin erlaubt, als Quellenangabe ist anzugeben: Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) (2022): 2- MCPD, 3-MCPD- und Glycidol in Lebensmitteln - Aktuelle Untersuchungsergebnisse relevanter Lebensmittel - AGES Daten 2015 - 2020. Online: <https://wissenaktuell.ages.at/2-mcpd-3-mcpd-und-glycidol-in-lebensmitteln/>

April 2022

# Inhalt

---

Tabellenverzeichnis .....	5
Zusammenfassung .....	8
Abstract.....	8
1 Einleitung .....	9
2 Allgemeiner Teil .....	10
2.1 Historische Hintergrund .....	10
2.2 Gesetzliche Höchstgehalte .....	11
3 Spezieller Teil.....	13
3.1 3-MCPD.....	13
3.1.1 Entstehung und Vorkommen.....	13
3.1.2 Biotransformation .....	14
3.1.3 Toxizität .....	14
3.2 2-MCPD.....	15
3.2.1 Entstehung und Vorkommen.....	16
3.2.2 Biotransformation .....	16
3.2.3 Toxizität .....	16
3.3 Glycidyl-Fettsäureester/ Glycidol .....	17
3.3.1 Entstehung und Vorkommen.....	17
3.3.2 Biotransformation .....	17
3.3.3 Toxizität .....	18
4 Material und Methoden.....	19
4.1 Analytik .....	19
4.2 Auftretensdaten .....	19
5 Untersuchungsergebnisse .....	20
5.1 Glycidol .....	21

5.2	3-MCPD.....	29
5.3	2-MCPD.....	35
6	Schlussfolgerungen und Empfehlungen.....	39
7	Literatur .....	41

## Abbildungsverzeichnis

---

Abbildung 1: Strukturformeln von 3-MCPD, 3-MCPD-Monoester und 3-MCPD-Diester (BfR, 2022).....	13
Abbildung 2: Strukturformeln von 2-MCPD, 2-MCPD-Monoester und 2-MCPD-Diester (BfR, 2022).....	16
Abbildung 3: Strukturformeln von Glycidol und Glycidyl-Fettsäureester (BfR, 2022)	17
Abbildung 4: Gehalt an Glycidol in verschiedenen Lebensmitteln in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 - 2020 .....	24
Abbildung 5: Gehalt an 3-MCPD in verschiedenen Lebensmitteln in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 - 2020 .....	31
Abbildung 6: Gehalt an 2-MCPD in verschiedenen Lebensmitteln ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020 .....	38

## Tabellenverzeichnis

---

Tabelle 1: Höchstgehalte 3-MCPDs und Glycidol (Verordnung (EU) 2020/1322).....	11
Tabelle 2: Gehalt an Glycidol in verschiedenen Lebensmitteln in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 - 2020 .....	22
Tabelle 3: Frittieröle & Frittierfette im Detail Glycidol in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020.....	26
Tabelle 4: Spezial-Öle im Detail - Glycidol in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020.....	27
Tabelle 5: Gehalt an 3-MCPD in verschiedenen Lebensmitteln in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020 .....	29
Tabelle 6: Frittieröle & Frittierfette im Detail 3-MCPDs in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020.....	33
Tabelle 7: Spezial-Öle im Detail – Summe aus 3-MCPD in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020.....	34

Tabelle 8: Gehalt an 2-MCPD in Lebensmitteln in $\mu\text{g}/\text{kg}$ (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020 .....	36
---	----

# Abkürzungsverzeichnis

---

AGES	Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
ALARA	As Low As Reasonable Achievable
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
BG	Bestimmungsgrenze
BMDL	Bench Mark Dose Level
BMSGPK	Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz
DAG	Diacylglycerol
EFSA	Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
EN	Europäische Norm
GC-MS/MS	Gaschromatographie-Massenspektrometrie/ Massenspektrometrie
G-FE	Glycidyl-Fettsäureestern
HG	Höchstgehalt
HVP	hydrolysierte Pflanzenproteine (hydrolysed vegetable protein)
IARC	International Agency for Research on Cancer
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives
kg	Kilogramm
KG	Körpergewicht
LB	Lower Bound
LMSB	Lebensmittelsicherheitsbericht
Max.	Maximum
MB	Medium Bound
MCPD	Monochlorpropandiol
MCPD-FE	Monochlorpropandiol-Fettsäureester
Min.	Minimum
MOE	Margin Of Exposure
n	Anzahl
P95	95tes Perzentil
RASFF	Rapid Alert System For Food And Feed
StAbw.	Standardabweichung
T	Tag
TDI	tägliche duldbare Aufnahme Menge (tolerable daily intake)
UB	Upper Bound

## Zusammenfassung

Die Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) untersuchte im Zeitraum von 2015 – 2020 über 1000 Lebensmittelproben auf die Prozesskontaminanten Glycidol, 3-MCPD, 2-MCPD und deren Ester. Diese Kontaminanten sind unerwünscht in Lebensmitteln, da Glycidol als krebserregend und erbgutschädigend eingestuft ist und 3-MCPD als möglicherweise krebserregend für den Menschen gilt. Für 2-MCPDs liegen zu wenige Studien vor, um eine toxikologische Aussage treffen zu können.

Es ist bekannt, dass vor allem Fette und Öle hohe Konzentrationen dieser Prozesskontaminanten aufweisen können. Die höchsten Glycidol-Gehalte wurden in den Lebensmittelgruppen „Frittieröle und -fette“ und „Pflanzliche Speisefette“ bestimmt. Daher werden auch vor allem Fette und Öle auf diese Hitzekontaminanten untersucht. Die gesetzlich vorgeschriebenen Höchstgehalte für Glycidol und 3-MCPD wurden überwiegend eingehalten. Allerdings sollen weiterhin Anstrengungen für eine weitere Minimierung dieser Kontaminanten in Lebensmitteln unternommen werden.

**Schlüsselwörter:** MCPDs, Glycidol, Lebensmittel, AGES-Daten, Fette, Öle

## Abstract

Between the years 2015 and 2020, the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) analysed more than 1000 food samples for the process contaminants glycidol, 3-MCPD, 2-MCPD and their esters. These contaminants are undesirable in food because glycidol is classified as carcinogenic and mutagenic and 3-MCPD is considered to be a possible human carcinogen. Due to the lack of toxicological data for 2-MCPD it is not possible to perform a risk assessment.

It is known that especially fats and oils can contain high concentrations of these process contaminants. The data of AGES reflect this as well. The highest glycidol levels were determined in the food groups "frying oils and -fats" and "vegetable fats". Most samples comply with the maximum levels for glycidol and 3-MCPD. However, further efforts must be made to minimize the contents of MCPDs and glycidol in food.

**Keywords:** MCPDs, glycidol, food, data of AGES, fats, oils



# 1 Einleitung

---

Glycidyl-Fettsäureester und Glycidol, 3- und 2-Monochlorpropandiole (MCPDs) und deren Fettsäureester gehören zu den sogenannten Prozesskontaminanten, genauer gesagt zu den Hitzekontaminanten. Sie entstehen vor allem bei der Raffination (Entfernung von unangenehmen Geschmacks- und Geruchsstoffen) von pflanzlichen Fetten und Ölen und können somit in allen raffinierten pflanzlichen Fetten und Ölen und allen Lebensmitteln vorkommen, die diese als Zutat enthalten. Diese Kontaminanten sind unerwünscht in Lebensmitteln, da Glycidol als krebserregend und erbgutschädigend eingestuft ist und 3-MCPD als möglicherweise krebserregend für den Menschen gilt. Für 2-MCPDs liegen zu wenige Studien vor, um eine toxikologische Aussage zu treffen.

Um das Risiko für Verbraucher:innen zu reduzieren, wurden seit Bekanntwerden dieser Hitzekontaminanten Maßnahmen auf europäischer Ebene ergriffen. Die Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) untersucht daher seit Jahren Glycidol und Glycidyl-Fettsäureester (ausgedrückt als Glycidol), sowie 3- und 2-MCPDs und deren Ester (ausgedrückt als 3-MCPD und 2-MCPD) in Lebensmitteln. In diesem Bericht werden die AGES Daten vom Zeitraum 2015 bis 2020 dargestellt. Es wurden 1168 Proben auf Glycidol, 1225 Proben auf 3-MCPD sowie 1224 Proben auf 2-MCPD in den Labors der AGES analysiert. In diesem Bericht werden die Auftretensdaten der AGES, vor allem mit Fokus auf Fette und Öle dargestellt.

Es wurde ein separater Bericht über Säuglings- und Kindernährmittel erstellt. Für Säuglinge und Kleinkinder bis zum 2. Lebensjahr wurde eine Expositionsabschätzung durch die Aufnahme von Säuglingsanfangsnahrung, Folgenahrung und Kindermilch durchgeführt. Diese Personengruppe zählt zur besonders vulnerablen Bevölkerungsgruppe und eine Aufnahme dieser Hitzekontaminanten sollte so gering wie möglich sein. Diese Risikobewertung ist im Bericht „2-MCPD, 3-MCPD und Glycidol in Säuglings- und Kindernährmittel – Expositionsabschätzung für Säuglinge und Kleinkinder“ detailliert dargestellt und auf der Homepage der AGES abrufbar.

## 2 Allgemeiner Teil

---

### 2.1 Historische Hintergrund

---

In den 1980er Jahren wurde 3-Monochlorpropandiol (3-MCPD) erstmals in hydrolysierten Pflanzenproteinen (HVP) nachgewiesen. Bei HVP handelt es sich um Speisewürze, die aus pflanzlichem Eiweiß hergestellt wird. Durch die saure Hydrolyse von Proteinen entstehen 3-MCPDs. In den 1990er Jahren wurde der Hitzekontaminant in Sojasaucen, denen hydrolysiertes Pflanzenprotein zugesetzt wurde, entdeckt. Im Jahr 2001 wurden Höchstgehalte für 3-MCPD in diesen Lebensmitteln festgelegt (Verordnung (EG) Nr. 466/2001; Verordnung (EG) Nr. 1881/2006). In den darauffolgenden Jahren wurden die unerwünschten Hitzekontaminanten 3- und 2-MCPD sowie Glycidol vor allem in raffinierten pflanzlichen Fetten und Ölen sowie in den Produkten, die diese als Zutat enthalten, entdeckt. Im Jahr 2014 wurde auf Basis der Empfehlung der Kommission (2014/661/EU) ein Überwachungsprogramm betreffend dem Vorkommen von 2- und 3-MCPD und Glycidol in Lebensmitteln gestartet. Ziel der Empfehlung war es, zuverlässige Daten zu erheben, vor allem im Hinblick auf jene Lebensmittel, die bekanntermaßen höhere Gehalte aufweisen bzw. die wesentlich zur ernährungsbedingten Aufnahme der Gesamtbevölkerung sowie bestimmter Bevölkerungsgruppen beitragen. Diese Daten wurden von den europäischen Mitgliedsländern an die Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) übermittelt. Im Jahr 2016 veröffentlichte EFSA eine Scientific Opinion, in der folgende Lebensmittel, welche Glycidol und 3-MCPD enthalten, identifiziert wurden: Speiseöle und Speisefette sowie Lebensmittel, die daraus hergestellt werden, wie zum Beispiel Margarine, Back- und Konditoreiwaren, Brotaufstriche (Schokoladen-Aufstriche, Erdnussbutter), frittierte Produkte, verschiedene Snack-Produkte (bspw. Brezel, Kartoffel-Chips) sowie Säuglingsanfangs- und Folgenahrung. In den letzten Jahren wurden von den europäischen Mitgliedsländern weitere Analysedaten gesammelt, bei der Europäischen Kommission umfassend diskutiert und weitere Lebensmittelgruppen mit Höchstgehalten geregelt (Verordnung (EU) 2020/1322). Nach wie vor werden regelmäßig Diskussionen bezüglich dieser Prozesskontaminanten bei der europäischen Kommission geführt.

## 2.2 Gesetzliche Höchstgehalte

Aktuell sind beispielsweise pflanzliche Fette und Öle für den Endverbraucher oder als Zutat in Lebensmitteln, Säuglingsanfangsnahrung und Folgenahrung sowie Sojasoßen und hydrolysierte Pflanzenproteine mit Höchstgehalten geregelt. Seit 14. Oktober 2020 ist die Verordnung (EU) 2020/1322 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an 3-Monochlorpropandiol (3-MCPD), 3-MCPD-Fettsäureestern und Glycidylfettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln in Kraft (Verordnung (EU) 2020/1322).

Tabelle 1: Höchstgehalte 3-MCPDs und Glycidol (Verordnung (EU) 2020/1322)

Erzeugnis		Höchstgehalt (µg/kg)
<b>4.1</b>	<b>3-Monochlorpropandiol (3-MCPD)</b>	
4.1.1	Hydrolysiertes Pflanzenprotein	20
4.1.2	Sojasoße	20
<b>4.2</b>	<b>Glycidylfettsäureester, ausgedrückt als Glycidol</b>	
4.2.1	Pflanzliche Öle und Fette, Fischöle und Öle anderer mariner Organismen, die für den Endverbraucher oder zur Verwendung als Zutat in Lebensmitteln in Verkehr gebracht werden, mit Ausnahme der unter 4.2.2 genannten Lebensmittel und nativer Olivenöle (*)	1000 (***)
4.2.2	Pflanzliche Öle und Fette, Fischöle und Öle anderer mariner Organismen, die zur Herstellung von Beikost und Getreidebeikost für Säuglinge und Kleinkinder bestimmt sind	500 (***), (*****)
4.2.3	Säuglingsanfangsnahrung, Folgenahrung und Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke für Säuglinge und Kleinkinder sowie Kleinkindnahrung (**) (in Pulverform)	50 (***)
4.2.4	Säuglingsanfangsnahrung, Folgenahrung und Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke für Säuglinge und Kleinkinder sowie Kleinkindnahrung (**) (in flüssiger Form)	6,0 (***)
<b>4.3</b>	<b>Summe aus 3-Monochlorpropandiol (3-MCPD) und 3-MCPD- Fettsäureestern, ausgedrückt als 3-MCPD (****)</b>	

Erzeugnis		Höchstgehalt (µg/kg)
4.3.1	Pflanzliche Öle und Fette, Fischöle und Öle anderer mariner Organismen, die für den Endverbraucher oder zur Verwendung als Zutat in Lebensmitteln folgender Kategorien in Verkehr gebracht werden, mit Ausnahme der unter 4.3.2 genannten Lebensmittel und nativer Olivenöle (*):	
	— Öle und Fette aus Kokosnuss, Mais, Raps, Sonnenblumen, Sojabohnen, Ölpalmenkernen und Olivenölen (bestehend aus raffiniertem Olivenöl und nativem Olivenöl) (*) sowie Mischungen aus Ölen und Fetten mit ausschließlich dieser Kategorie angehörenden Ölen und Fetten;	1250
	— andere pflanzliche Öle (einschließlich Oliventresterölen (*)), Fischöle und Öle anderer mariner Organismen sowie Mischungen aus Ölen und Fetten mit ausschließlich dieser Kategorie angehörenden Ölen und Fetten;	2500
	— Mischungen aus Ölen und Fetten der beiden oben genannten Kategorien.	— (*****)
4.3.2	Pflanzliche Öle und Fette, Fischöle und Öle anderer mariner Organismen, die zur Herstellung von Beikost und Getreidebeikost für Säuglinge und Kleinkinder bestimmt sind	750 (*****)
4.3.3	Säuglingsanfangsnahrung, Folgenahrung und Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke für Säuglinge und Kleinkinder sowie Kleinkindnahrung (**) (in Pulverform)	125 (*****)
4.3.4	Säuglingsanfangsnahrung, Folgenahrung und Lebensmittel für besondere medizinische Zwecke für Säuglinge und Kleinkinder sowie Kleinkindnahrung (**) (in flüssiger Form)	15 (*****)

(\*) Gemäß der Definition in Anhang VII Teil VIII der Verordnung (EU) Nr. 1308/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über eine gemeinsame Marktorganisation für landwirtschaftliche Erzeugnisse und zur Aufhebung der Verordnungen (EWG) Nr. 922/72, (EWG) Nr. 234/79, (EG) Nr. 1037/2001 und (EG) Nr. 1234/2007 des Rates (ABl. L 347 vom 20.12.2013, S. 671).

(\*\*) Bei ‚Kleinkindnahrung‘ handelt es sich um Getränke auf Milchbasis und gleichartige Erzeugnisse auf Proteinbasis, die für Kleinkinder bestimmt sind. Diese Erzeugnisse fallen nicht in den Geltungsbereich der Verordnung (EU) Nr. 609/2013 (Bericht der Kommission an das Europäische Parlament und den Rat über Kleinkindnahrungen (COM(2016) 169 final) (<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0169&qid=1559628885154&from=DE>)).

(\*\*\*) Für Fischöl und Öle anderer mariner Organismen sowie Kleinkindnahrung gelten die Höchstgehalte ab dem 1. Januar 2021.

(\*\*\*\*) Die Höchstgehalte gelten ab dem 1. Januar 2021.

(\*\*\*\*\*) Bei den für die Mischung als Zutat verwendeten Ölen und Fetten muss der für das Öl bzw. Fett festgelegte Höchstgehalt eingehalten werden. Daher darf die Summe aus 3-Monochlorpropandiol (3-MCPD) und 3-MCPD-Fettsäureestern, ausgedrückt als 3-MCPD, in der Mischung den gemäß Artikel 2 Absatz 1 Buchstabe c der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 berechneten Gehalt nicht überschreiten. Wenn der zuständigen Behörde und dem Lebensmittelunternehmer, der die Mischung nicht herstellt, die quantitative Zusammensetzung nicht bekannt ist, darf die Summe aus 3-MCPD und 3-MCPD-Fettsäureestern, ausgedrückt als 3-MCPD, in der Mischung keinesfalls einen Gehalt von 2 500 µg/kg überschreiten.

(\*\*\*\*\*) Handelt es sich bei dem Erzeugnis um ein Gemisch aus verschiedenen Ölen oder Fetten desselben oder unterschiedlichen botanischen Ursprungs, so gilt der Höchstgehalt für die Mischung. Bei den für die Mischung als Zutat verwendeten Ölen und Fetten muss der in Nummer 4.3.1 für das Öl bzw. Fett festgelegte Höchstgehalt eingehalten werden.

(\*\*\*\*\*) Der Höchstgehalt ist innerhalb von 2 Jahren ab Geltungsbeginn im Hinblick auf eine Senkung zu überprüfen.

## 3 Spezieller Teil

---

### 3.1 3-MCPD

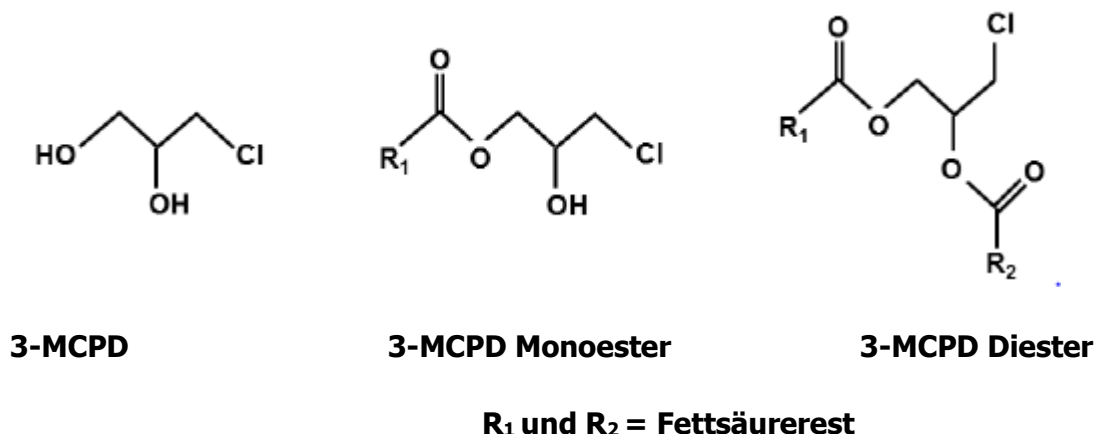
---

#### 3.1.1 Entstehung und Vorkommen

---

3-Monochlor-1,2 propandiol (3-MCPD;  $C_3H_7ClO_2$ ) wird der Gruppe der Chlorpropanole zugeordnet. Charakteristisch für diese Substanzgruppe ist, dass sie ein Glycerin-Grundgerüst aufweist, bei dem eine Hydroxylgruppe durch ein Chloratom ersetzt ist. Bei 3-MCPD befindet sich das Chloratom an Position 3. Bei den Fettsäureestern ist das Chlorpropanol mit ein oder zwei Fettsäuren verestert (Mono- und Diester).

**Abbildung 1:** Strukturformeln von 3-MCPD, 3-MCPD-Monoester und 3-MCPD-Diester (BfR, 2022).



3-MCPD-Fettsäureester (3-MCPD-FE) entstehen vor allem bei der Raffination und Desodorierung pflanzlicher Fette und Öle. Diese Wärmebehandlung ist notwendig zur Reinigung, Veredlung und Entfernung unerwünschter Geruchs- und Geschmacksstoffe. Die Bildung erfolgt dabei unter Anwesenheit von Lipiden (Mono-, Di-, Triglyceriden, Phospholipiden) und chlorhaltigen Verbindungen (anorganisch und organisch). Über das Wasser, Düngung oder Pflanzenschutzmittel nimmt die Pflanze Chloride und andere chlorhaltige Substanzen auf und diese werden im Samen gespeichert, welche somit bei der Ölgewinnung ins Pflanzenöl gelangen. Bei Temperaturen über 120 °C beginnt der Zerfall organischer Chlorverbindungen und bei Temperaturen ab 150 °C setzt die Bildung von 3-MCPD-FE durch Substitution des Chloratoms am Glycerin-Grundkörper unter Abspaltung einer Fettsäure ein (BLL, 2016).

Freies 3-MCPD kann hingegen gebildet werden, wenn gleichzeitig fett- und salzhaltige Lebensmittel hohen Temperaturen ausgesetzt sind. Diese Substanzen können auch bei der Verarbeitung von tierischen Lebensmitteln (Fisch, Fleisch) gebildet werden. Man findet sie zudem in Lebensmitteln die getoastet, gegrillt, gebraten, frittiert oder geräuchert werden. Wie eingangserwähnt, wurde in den 1980-er Jahren vor allem freies 3-MCPD in hydrolysiertem Pflanzenprotein und Sojasoßen entdeckt (EFSA, 2016b).

### 3.1.2 Biotransformation

---

Für 3-MCPD und seine Fettsäureester liegen Daten aus Tierstudien vor. Eine Bioverfügbarkeitsstudie an Ratten zeigte, dass aus dem Darm aufgenommene 3-MCPD-Fettsäureester weitgehend vollständig im Gastrointestinaltrakt unter Freisetzung von 3-MCPD gespalten werden und anschließend das freie 3-MCPD resorbiert wird. Aktuell ist die genaue Metabolisierung und Exkretion von 3-MCPD und dessen Metaboliten noch nicht vollständig geklärt. Basierend auf den verfügbaren Daten wird davon ausgegangen, dass die Ausscheidung hauptsächlich über die Niere und nur in geringem Ausmaß über die Atemluft und den Darm erfolgt (BfR, 2022).

### 3.1.3 Toxizität

---

Langzeitstudien zur Toxizität zeigen, dass nach Verabreichung von 3-MCPD an Versuchstiere eine Zunahme der Zellzahl (Hyperplasie) in den Nierentubuli

stattfindet. Dies wurde als empfindlichster Endpunkt identifiziert. Es wurde jedoch kein erbgutschädigender Effekt festgestellt. Somit kann davon ausgegangen werden, dass eine Tumorbildung erst ab einer bestimmten Dosis stattfindet (Schwellenwert) (EFSA, 2016a).

Im Jahr 2013 teilte die IARC 3-MCPD in die Gruppe 2B „möglicherweise krebserregend im Menschen“ ein (IARC, 2013).

### 3.1.3.1 Ableitung eines gesundheitsbezogenen Wertes

EFSA änderte im Jahr 2017 die Guideline zur Ableitung des Benchmark Dose Levels (BMDL) und im Jahr 2018 wurde von der EFSA eine tägliche duldbare Aufnahmemenge (TDI) für 3-MCPD von 2 µg/Kilogramm Körpergewicht pro Tag abgeleitet. Der BMDL<sub>10</sub> beträgt 0,2 mg/kg Körpergewicht/ Tag. Es wurde als toxikologischer Endpunkt die Niere herangezogen, welche als empfindlichster Endpunkt definiert wurde.

Ein Sicherheitsfaktor für intra- und interindividuelle Speziesunterschiede von 100 wurde berücksichtigt.

Ableitung TDI:  $BMDL_{10}: 0,2 \text{ mg/kg KG/ T} / 100 = 2 \text{ µg/kg KG/ T}$  (EFSA, 2018).

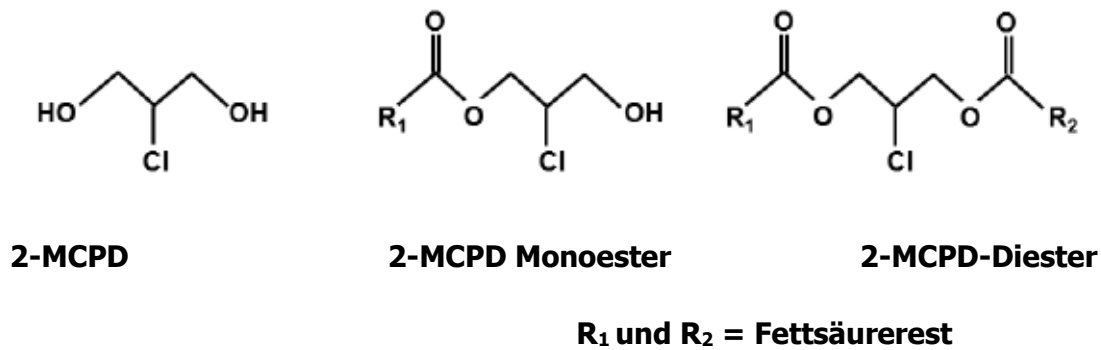
BMD bedeutet, dass aus Studien (Human- oder Tierversuchsstudien) die Dosis einer Substanz abgeschätzt wird, die zu einer bestimmten gesundheitlichen Auswirkung führt. Beispiel: die BMD<sub>10</sub> (Benchmark Dose 10) führt bei 10 % der Versuchstiere zu Tumorbildung (AGES, 2022).

## 3.2 2-MCPD

---

Der Prozesskontaminant 2-Monochlor-1,3 propandiol gehört wie 3-MCPD zur Gruppe der Chlorpropanole und hat ebenfalls Glycerin als Grundgerüst. Auf der 2. Position ersetzt das Chloratom eine Hydroxylgruppe. 2-MCPD kann ungebunden oder gebunden als Fettsäureester vorkommen.

**Abbildung 2:** Strukturformeln von 2-MCPD, 2-MCPD-Monoester und 2-MCPD-Diester (BfR, 2022)



### 3.2.1 Entstehung und Vorkommen

---

Die fettsäuregebundenen Ester von 2-MCPD, 3-MCPD und Glycidol entstehen vor allem während der Raffination von pflanzlichen Ölen und Speisefetten durch die starke Erhitzung der Triglyceride in Gegenwart von chlorhaltigen Verbindungen. Sie kommen daher in pflanzlichen Fetten und Ölen und in den Lebensmitteln, denen diese zugesetzt werden, vor. Grundsätzlich sind 2-MCPD und dessen Ester in geringeren Mengen in Lebensmitteln enthalten als 3-MCPD und 3-MCPD-Fettsäureester.

### 3.2.2 Biotransformation

---

Die aktuelle Datenlage zu 2-MCPDs und 2-MCPD-Fettsäureestern ist sehr gering. In zwei *in vitro* Studien konnte gezeigt werden, dass die Aufnahme von 2-MCPD-Fettsäureestern (2-MCPD-FE) durch humane Ca-co-2-Zellen (diese wurden als Modell für die gastrointestinale Barriere verwendet), ähnlich wie 3-MCPD-FE hydrolysiert werden und dabei 2-MCPD freigesetzt wird. Die Studie zeigte, dass freies 2-MCPD die gastrointestinale Barriere passieren kann, allerdings nicht 2-MCPD-FE (BfR, 2022).

### 3.2.3 Toxizität

---

Da für 2-MCPDs und 2-MCPD-FE zu wenige Studien vorliegen, kann aktuell kein toxikologischer Referenzwert abgeleitet werden. Weiters gelten für diesen Prozesskontaminanten keine Höchstgehalte (AGES, 2022).



## 3.3 Glycidyl-Fettsäureester/ Glycidol

---

### 3.3.1 Entstehung und Vorkommen

---

Glycidol ( $C_3H_6O_2$ ) hat dasselbe Glycerin-Grundgerüst wie die Chlorpropanole, besitzt allerdings eine Epoxidstruktur. Es kann in freier Form oder gebunden an eine Fettsäure als Glycidyl-Fettsäureester (G-FE) Vorkommen.

**Abbildung 3:** Strukturformeln von Glycidol und Glycidyl-Fettsäureester (BfR, 2022)



**Glycidol**

**Glycidyl-Fettsäureester**

**R<sub>1</sub> = Fettsäurerest**

Bei der Bildung von G-FE wurde eine Korrelation mit dem Vorhandensein von Diglyceriden in Fett und Öl festgestellt. Untersuchungen zeigten, dass ab einer Temperatur von 230°C bis 240°C und einem Gehalt von > 4 % Diglyceriden die Bildung von G-FE exponentiell ansteigt. Durch die thermische Behandlung kommt es zu einer intramolekularen Umlagerung mit anschließender Abspaltung einer Fettsäure und in Folge zu einer Epoxidbindung (BLL, 2016).

Palmöl enthält im Vergleich zu anderen Ölpflanzen hohe Gehalte an Diacylglycerol (4 - 12 %) und bildet folglich mehr Glycidyl-Fettsäureester (EFSA, 2016b).

### 3.3.2 Biotransformation

---

Studien an Versuchstieren zeigten, dass freies bzw. gebundenes Glycidol nach oraler Aufnahme rasch im Gastrointestinaltrakt resorbiert wird. Das gebundene Glycidol wird noch vorab durch Hydrolyse der Ester aufgespalten. Die Metabolite Glutathion-Konjugate sowie Mercaptursäure-Derivate können im Organismus aus Glycidol umgewandelt werden. Weiters konnte *in-vivo* gezeigt werden, dass auch 3-MCPD durch Metabolisierung aus freiem und gebundenem Glycidol gebildet werden kann.

Auf Grund der elektrophilen Epoxidringstruktur reagiert Glycidol mit verschiedenen nukleophilen Biomolekülen wie Proteinen oder Desoxyribonukleinsäuren (DNA). Durch die Bildung von DNA-Addukten hat Glycidol genotoxisch kanzerogene Eigenschaften. Die Ausscheidung von Glycidol und seinen Metaboliten erfolgt hauptsächlich über die Niere und nur zu einem geringen Teil über die Atemluft (BfR, 2022; EFSA, 2016a).

### 3.3.3 Toxizität

---

Glycidol gilt als krebserregend und erbgutschädigend. Im Jahr 2000 wurden Glycidol und G-FE von der International Agency for Research on Cancer (IARC) in die Gruppe 2A eingestuft. Diese Einstufung bedeutet „wahrscheinlich krebserregend für den Menschen“ (IARC, 2000; EFSA, 2016a; JECFA, 2017). Die Aufnahme über Lebensmittel sollte daher so gering wie möglich sein. Für diesen Stoff kann keine täglich duldbare Aufnahmemenge festgelegt werden, bei der negative Folgen für die menschliche Gesundheit auszuschließen sind. Es gilt somit für diesen Kontaminanten in Lebensmitteln das Minimierungsgebot, das sogenannte ALARA-Prinzip – „As Low As Reasonable Achievable“.

#### 3.3.3.1 Ableitung eines gesundheitsbezogenen Wertes

Die EFSA leitete in ihrer Bewertung aus dem Jahr 2016 für Glycidol einen T25 Wert von 10,2 mg/ kg/ Tag für neoplastische Effekte (Tumorbildung) in Ratten ab. Dies ist die kleinste Dosis, bei der eine messbare nachteilige Wirkung beobachtet wurde. T25 bedeutet ein 25%-iger Anstieg der Tumorzinzidenz bezogen auf die Lebensspanne.

Für Glycidol wird der MOE - Ansatz gewählt (Margin Of Exposure). Darunter versteht man das Verhältnis einer Substanzmenge, die in Studien zu einer bestimmten gesundheitlichen Auswirkung führt, zu der von der Bevölkerung aufgenommenen Menge. Je größer das Verhältnis (Sicherheitsabstand) desto geringer ist die gesundheitliche Bedenklichkeit für die Bevölkerung. Bei Glycidol sollte der Sicherheitsabstand größer 25.000 sein. Beträgt der kalkulierte MOE einen Wert von 25000 oder höher liegt laut EFSA ein „risk of low health concern“ vor (EFSA, 2016; AGES, 2022).

## 4 Material und Methoden

---

### 4.1 Analytik

---

Die Untersuchungen auf 2- und 3-Monochlorpropandiol sowie auf 2- und 3-Monochlorpropandiol-Fettsäureester und Glycidyl-FE wurden von der Abteilung Lebensmittelanalytik des AGES Instituts für Lebensmittelsicherheit in Linz durchgeführt. Die Analyse der freien Verbindungen (MCPD) sowie der Fettsäureester (MCPD-FE und G-FE) erfolgte in zwei unterschiedlichen Aufarbeitungen. Nach einer Homogenisierung der Probe mit einer wässrigen Salzlösung und Hexan wurde durch Zentrifugation ein wässriger Extrakt sowie ein Hexanextrakt gewonnen. Das freie MCPD wurde aus dem wässrigen Extrakt mit Ethylacetat und nach einer Derivatisierung gewonnen. Die Fettsäureester wurden aus dem Hexanextrakt nach einer Umlösung in Tetrahydrofuran, einer sauren Hydrobromierung der Glycidylester, einer neuerlichen Hexanextraktion gefolgt von einer weiteren Umlösung mit Tetrahydrofuran und einer sauren Hydrolyse der Ester und einer Derivatisierung gewonnen. Die Analyse der Analyten erfolgte in zwei getrennten Läufen mittels einer Gaschromatographie/ Tandem-Massenspektrometrie Bestimmung (GC-MS/MS).

Die Bestimmung von 2- und 3-MCPD erfolgte gemäß EN 14573:2004, modifiziert, sowie von 2- und 3-MCPD-FE und G-FE gemäß ISO 18393-3:2017, modifiziert, in Lebensmitteln mit GC-MS/MS (AGES, 2022).

### 4.2 Auftretensdaten

---

Die Datengrundlage für diesen Bericht sind die Untersuchungen der AGES über den Zeitraum 2015 – 2020. Auf Grund der Risikoabschätzung dieser Hitzekontaminanten wurden vor allem Speisefette und -öle, Frittierfette und Frittieröle, Kindernährmittel, Aufstriche auf Nussbasis im Rahmen der amtlichen Lebensmittelkontrolle beprobt und untersucht.

## 5 Untersuchungsergebnisse

---

Insgesamt wurden folgende 13 Lebensmittelgruppen auf Glycidol sowie 3- und 2-MCPD untersucht: Aufstriche, Brot & Gebäck, Feinbackwaren & Knabbergebäck, Frittieröle & Frittierfette, Konserven & Fertiggerichte, Pflanzliche Speisefette, Speiseöle Mischungen, Speiseöle Sortenrein, Spezial-Öle, Streichfette, Würzsaucen und Zuckerwaren. Für jene Messergebnisse, welche unter der Bestimmungsgrenze waren, gibt es die Lower Bound -, Medium Bound - und Upper Bound – Ansätze. Medium Bound bedeutet, wenn der Messwert unter der Bestimmungsgrenze liegt, wird die Hälfte der Bestimmungsgrenze als Messwert verwendet. Lower Bound (LB) bedeutet, dass das Messergebnis gleich 0 gesetzt wird und beim Upper Bound - Ansatz (UB) wird der Messwert gleich der Bestimmungsgrenze gesetzt. Es handelt sich beim Lower Bound um eine Unterschätzung und beim Upper Bound um eine Überschätzung. Für die Darstellung der Messergebnisse wird daher der Medium Bound – Ansatz (MB) gewählt. Weiters werden die durchschnittlichen Messwerte des Medium Bound im ganzen Bericht angegeben. Auf Grund besserer Lesbarkeit werden im Text gerundete Zahlenwerte verwendet.

Bei den untersuchten **Aufstrichen** handelt es sich vor allem um Nuss-Nougat Cremes, weiters um Nuss Mischungen, Erdnussbutter und Erdnussmus (Bestimmungsgrenze: 6 µg/kg – 8 µg/kg). Die Kategorie **Brot & Gebäck** beinhaltet verschiedene Brotsorten wie z.B. Dinkel-, Roggen-, Misch-, Eweiß-, Nuss-, Mehrkorn-, Knäcke- und Toastbrot, Pita und Gebäck wie Semmeln, Mohnflesserl, Kornspitz, Käsestangerl. Weiters wurde eine Probe Semmelwürfel und eine Probe Semmelbrösel dieser Kategorie zugeordnet, da es sich um Semmeln in zerkleinerter Form handelt (Bestimmungsgrenze: 2 µg/kg – 3 µg/kg). Unter der Bezeichnung **Feinbackwaren & Knabbergebäck** finden sich Krapfen, Donuts, Mürbeteiggebäck, Lebkuchen, Salz- und Käsegebäck und Backerbsen (Bestimmungsgrenze: 2 µg/kg – 7 µg/kg). **Frittieröle** steht für flüssiges Öl und **Frittierfette** für feste Fette, welche zum Frittieren eingesetzt werden (Bestimmungsgrenze: 18 µg/kg – 80 µg/kg). Die Kategorie **Säuglings- und Kindernährmittel** beinhaltet Säuglingsanfangsnahrung, Folgenahrung, Kindermilch und Beikost (Bestimmungsgrenze: 2 µg/kg – 6 µg/kg). Die Gruppe **Konserven & Fertiggerichte** besteht aus Fleisch-, Fisch- und Muschelkonserven und es handelt sich um Fertiggerichte wie Suppen und Fleischersatzprodukte (Bestimmungsgrenze: 2 µg/kg – 7 µg/kg). Die Warengruppe **Pflanzliche Speisefette** beinhaltet vor allem Backmargarine, welche für die industrielle Herstellung von Feinbackwaren wie Blätterteig-Gebäck verwendet wird. Des Weiteren sind in dieser Kategorie Margarine zum Backen, Braten und Kochen,

Kokosfett, Kakaobutter, Kaffeeweißer und pflanzliche Schlagcreme enthalten (Bestimmungsgrenze: 4 µg/kg – 20 µg/kg). Die Obergruppe **Speiseöle Mischungen** setzt sich aus Pflanzenfettcreme zum Kochen und Ölmischungen, welche aus zwei oder mehr pflanzlichen Ölen besteht, zusammen (Bestimmungsgrenze: 15 µg/kg – 78 µg/kg). In der Gruppe **Speiseöle Sortenrein** sind Rapsöl, Olivenöl, Sonnenblumenöl, Maiskeimöl, Palmöl, Palmkernöl und Kürbiskernöl vertreten (Bestimmungsgrenze: 18 µg/kg – 80 µg/kg). Die Bezeichnung **Spezial-Öle** steht für folgende Öle: Aprikosenkernöl, Arganöl, Avocadoöl, Distelöl, Erdnussöl, Ghee, Hanföl, Haselnussöl, Leindotteröl, Leinöl, Marillenkernöl, Mohnöl, Oliventresteröl, Reisöl, Schwarzkümmelöl, Sesamöl, Sojaöl, Tomatenkernöl, Traubenkernöl und Walnussöl (Bestimmungsgrenze: 19 µg/kg – 80 µg/kg). Unter **Streichfette** befinden sich ausschließlich Untersuchungen von Margarine-Proben (Bestimmungsgrenze: 7 µg/kg – 19 µg/kg). Bei **Würzsaucen** handelt es sich vor allem um Untersuchungen von Sojasaucen (Bestimmungsgrenze: 2 µg/kg). In der Lebensmittelkategorie **Zuckerwaren** sind gefüllte Waffeln, Pralinen, Biskotten, Schokolade, Schokolade/ Nuss Riegel, Kekse und Eiswaffeln enthalten (Bestimmungsgrenze: 2 µg/kg – 9 µg/kg).

## 5.1 Glycidol

---

Die AGES untersuchte im Zeitraum 2015 – 2020 insgesamt 1168 Lebensmittelproben auf den Prozesskontaminanten Glycidol. Davon waren 434 Proben nicht bestimmbar, das heißt der Messwert lag unter der Bestimmungsgrenze. Es überschritten 58 Proben den gesetzlich vorgeschriebenen Höchstgehalt. Nicht für alle Lebensmittelgruppen gibt es aktuell gesetzliche Höchstgehalte bzw. muss auf den enthaltenen Fettgehalt im Lebensmittel rückgerechnet werden.

In Tabelle 2 sind die Glycidol-Gehalte der AGES Untersuchungen in verschiedenen Lebensmitteln dargestellt.

Tabelle 2: Gehalt an Glycidol in verschiedenen Lebensmitteln in µg/ kg (MB Mean)  
 AGES-Daten 2015 - 2020

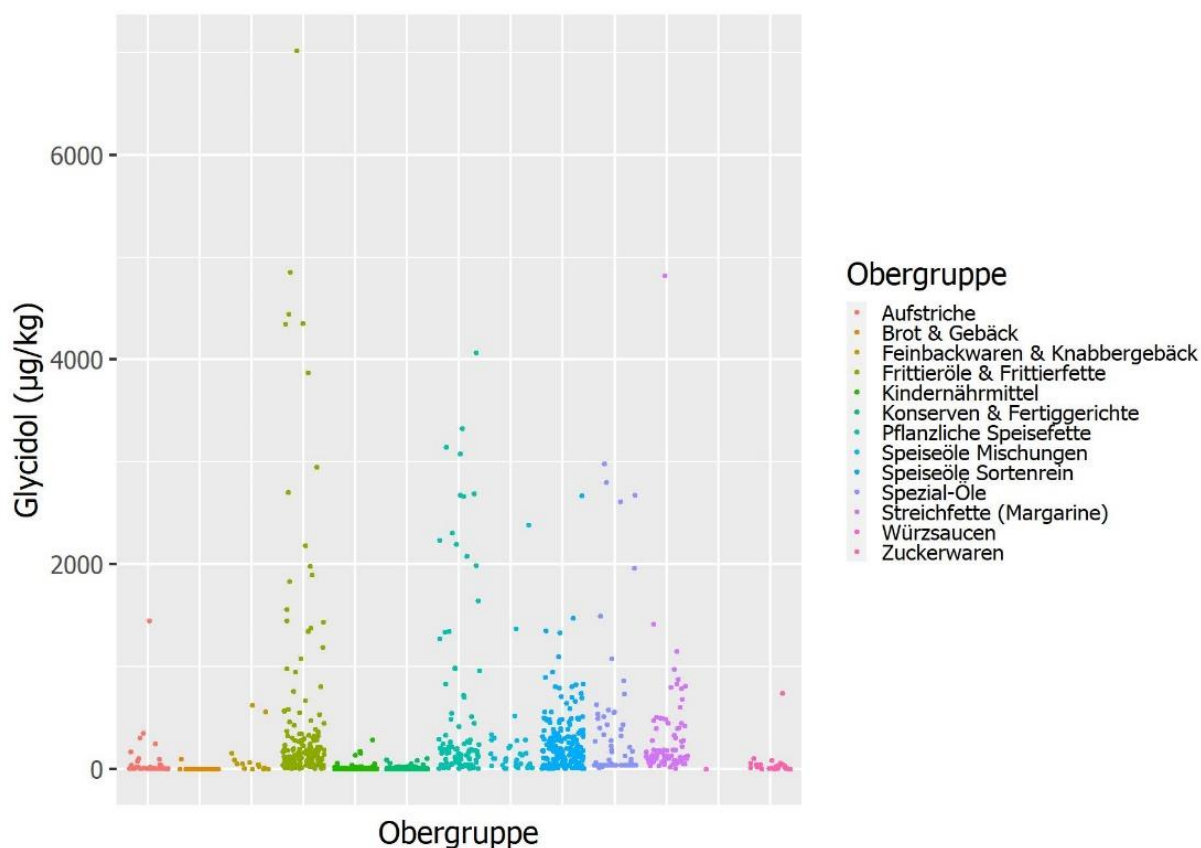
<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Aufstriche	37	19	-	83,90	245,90	315,19	3,07	1448,14
Brot & Gebäck	39	34	-	3,77	15,85	3,07	1,00	100,15
Feinbackwaren & Knabbergebäck	14	2	-	121,37	205,30	584,50	1,00	626,28
Frittieröle & -fette	181	31	19	439,10	956,80	1982,60	9,55	7015,85
Säuglings- & Kindernährmittel	250	161	6	8,15	25,28	17,21	0,94	288,00
Konserven & Fertiggerichte	90	59	-	10,14	18,82	49,21	0,98	105,18
Pfl. Speisefette	98	7	16	556,02	890,46	2681,16	3,40	4069,72
Speiseöle Mischungen	31	6	2	245,87	471,26	947,04	7,55	2386,29
Speiseöle Sortenrein	209	35	5	251,18	303,7	800,2	9,43	2667,77
Spezial-Öle	108	72	7	261,39	575,6	1348,96	9,93	2982,61
Streichfette	81	1	3	321,86	578,79	876,35	7,31	4818,76

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Würzsaucen	1	1	-	-	-	-	0,99	0,99
Zuckerwaren	29	6	-	53,38	135,24	97,78	1,19	741,38
<b>GESAMT</b>	1168	434	58*					

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz, Bei einer Probenanzahl von n = 1 werden Mean und P95 nicht angegeben. \*Nicht für alle Lebensmittelgruppen gibt es aktuell gesetzliche Höchstgehalte bzw. muss auf den enthaltenen Fettgehalt im Lebensmittel rückgerechnet werden. Diese Rückrechnungs-Berechnungen wurde in diesem Bericht nicht durchgeführt.

Für einen besseren Überblick der Untersuchungsdaten wurden die Glycidol-Gehalte ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) in Lebensmitteln in einem Jitter Plot in Abbildung 4 dargestellt.

Abbildung 4: Gehalt an Glycidol in verschiedenen Lebensmitteln in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (MB Mean) AGES-Daten 2015 - 2020



Von den insgesamt 1168 untersuchten Proben wurden die niedrigsten Glycidol-Konzentrationen in den Lebensmittelgruppen „Brot und Gebäck“ mit durchschnittlich  $4 \mu\text{g}/\text{kg}$  und in „Säuglings- & Kindernährmittel“ gemessen. Im Zeitraum 2015 bis 2020 wurden insgesamt 250 Proben **Säuglings- und Kindernährmittel** auf Glycidol durch die AGES untersucht. Die durchschnittlichen Messergebnisse der AGES Säuglingsanfangsnährmittel und Folgenahrung betragen  $8 \mu\text{g}/\text{kg}$  und  $7 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Im Bericht „2-MCPD, 3-MCPD und Glycidol in Säuglings- und Kindernährmittel – Expositionsabschätzung für Säuglinge und Kleinkinder“ werden ausführlich die Auftretensdaten der AGES dargestellt und weiters wurde eine Expositionsabschätzung durchgeführt (AGES, 2022).

Es ist in Tabelle 2 ersichtlich, dass die höchsten Glycidol-Konzentrationen in den Lebensmittelgruppen „Pflanzliche Speisefette“ und „Frittieröle & fette“ bestimmt wurden.



An dieser Stelle wird im Detail auf die beliebtesten sortenreinen Speiseöle der Konsument:innen eingegangen. AGES untersuchte insgesamt 61 **Sonnenblumenöl** Proben und der durchschnittliche Glycidol-Gehalt beträgt 241 µg/kg. Es wurden 86 **Rapsöl** Proben analysiert und der Glycidol-Gehalt beträgt durchschnittlich 133 µg/kg. **Maiskeimöl** enthält durchschnittlich 575,4 µg/kg Glycidol auf Basis von 37 untersuchten Proben. Die AGES untersuchte 9 Proben **Olivenöl** und der durchschnittliche Gehalt beträgt 258 µg/kg. In den 11 untersuchten Proben **Palmöl** beträgt der durchschnittliche Glycidol-Gehalt für diese Ölsorte 193 µg/kg.

Die Kategorie „**Streichfette**“ beinhaltet 81 **Margarine**-Proben der AGES mit einer durchschnittlichen Glycidol-Konzentration von 322 µg/kg.

In Tabelle 3 sind die AGES-Ergebnisse der Glycidol-Konzentrationen in „**Frittieröle und Frittierfette**“ dargestellt (Medium Bound, Mittelwert). Von insgesamt 181 untersuchten Proben überschritten 19 Proben den gesetzlich vorgeschriebenen Höchstgehalt von 1000 µg/kg Glycidol (11 %). Die vorliegenden Daten zeigen, dass gebrauchte Frittieröle und -fette niedrigere Konzentrationen an Glycidol aufweisen als ungebrauchte. Es muss allerdings angemerkt werden, dass die Probenverteilung dieser Kategorien nicht ausgewogen und somit nicht ideal ist, um Vergleiche durchzuführen.

Tabelle 3: Frittieröle & Frittierfette im Detail Glycidol in µg/ kg (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
<b>Frittieröle &amp; –fette gesamt</b>	181	31	19	439,10	956,80	1982,60	9,55	7015,85
<b>Frittieröle &amp; –fette gebraucht</b>	114	24	7	255,71	442,85	1182,56	9,76	2949,78
<b>Frittieröle &amp; –fette ungebraucht</b>	34	3	7	667,18	1089,55	3112,72	9,73	4345,50
<b>Frittieröle &amp; –fette keine Angabe</b>	33	4	5	837,62	1701,15	4610,08	9,55	7015,85

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz

In Tabelle 4 sind die Glycidol-Gehalte in „Spezial-Ölen“ detailliert dargestellt. Von insgesamt 108 untersuchten Ölen waren 72 nicht bestimmbar und 7 überschritten den gesetzlichen Höchstgehalt von 1000 µg/kg. Der Probenumfang der einzelnen Öle ist bei den meisten Sorten sehr gering und liegt unter einer Probenanzahl von 10. Hohe Konzentrationen sind in Ghee, Reisöl, Oliventresteröl und Traubenkernöl zu erkennen. Im Bereich von 100 – 200 µg/kg liegen Distelöl, Erdnussöl und Walnussöl. Niedrige Konzentrationen um die 39 µg/kg Glycidol wurden in Aprikosen-, Argan-, Avocado-, Hanf-, Haselnuss-, Leindotter-, Marillenkern-, Mohn-, Schwarzkümmel-, Sesam- und Leinöl gemessen.

Tabelle 4: Spezial-Öle im Detail - Glycidol in µg/ kg (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
<b>Spezial-Öle</b>	108	72	7	261,39	575,60	1348,96	9,93	2982,61
Aprikosenkernöl	1	1	0	-	-	-	37,66	37,66
Arganöl	4	4	0	38,44	1,20	39,30	36,70	39,33
Avocadoöl	1	1	0	-	-	-	39,76	39,76
Distelöl	15	6	0	192,21	188,07	478,38	36,63	576,24
Erdnussöl	11	3	0	171,58	164,72	448,76	9,93	491,64
Ghee	3	0	1	1183,16	1575,20	2735,66	53,75	2982,61
Hanföl	8	8	0	38,50	0,93	39,62	36,90	39,84
Haselnussöl	1	1	0	-	-	-	38,13	38,13
Leindotteröl	3	3	0	38,36	1,05	39,25	37,24	39,33
Leinöl	18	18	0	38,88	0,90	39,82	37,00	39,92
Marillenkernöl	2	2	0	39,67	0,42	39,93	39,37	39,96
Mohnöl	2	2	0	38,21	2,37	39,71	36,53	39,88

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Oliventresteröl	1	0	1	-	-	-	1077,24	1077,24
Reisöl	3	0	3	2697,14	93,66	2786,69	2614,20	2798,72
Schwarzkümmelöl	3	3	0	38,30	0,89	39,15	37,49	39,25
Sesamöl	8	8	0	39	0,72	39,85	37,74	39,88
Traubenkernöl	11	3	2	652,86	613,52	1727,86	37,70	1960,45
Walnussöl	9	7	0	129,15	186,94	466,55	37,77	551,40

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz, Bei einer Probenanzahl von n = 1 werden Mean und P95 nicht angegeben.

## 5.2 3-MCPD

Es wurden in den Jahren 2015 – 2020 insgesamt 1225 Lebensmittelproben aus 13 Lebensmittelgruppen auf das Vorhandensein von 3-MCPD untersucht. Davon waren 545 Proben unter der Bestimmungsgrenze und somit nicht bestimmbar (BG: 2 µg/kg – 80 µg/kg). Insgesamt überschritten 135 Proben den Höchstgehalt Von insgesamt 387 Proben Fetten und Ölen überschritten 125 die aktuell gültigen Höchstgehalte, das sind 32 %. Nicht für alle Lebensmittelgruppen gibt es aktuell gesetzliche Höchstgehalte bzw. muss auf den enthaltenen Fettgehalt im Lebensmittel rückgerechnet werden. In Tabelle 5 sind die Ergebnisse der AGES Untersuchungen dargestellt

Tabelle 5: Gehalt an 3-MCPD in verschiedenen Lebensmitteln in µg/ kg (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020

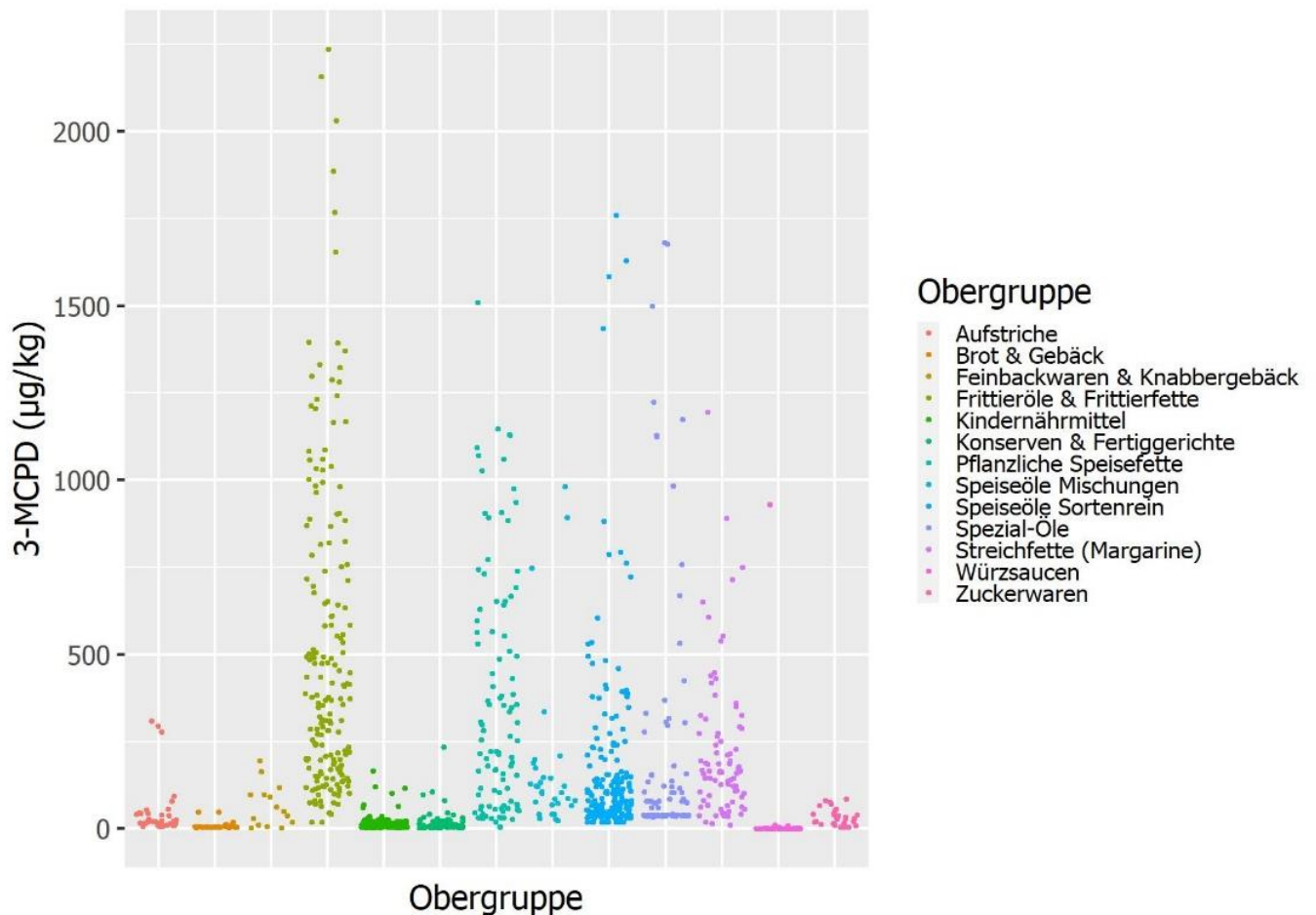
<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Aufstriche	37	27	-*	174,40	258,27	809,99	9,77	1242,10
Brot & Gebäck	39	2	-*	64,45	56,47	141,98	8,83	323,73
Feinbackwaren Knabbergebäck	15	9	-*	216,54	228,52	541,01	32,20	927,11
Frittieröle & -fette	181	49	59	1146,99	1016,84	3123,53	37,81	4994,97
Säuglings- & Kindernährmittel	251	5	8	45,84	55,67	96,21	2,00	427,38
Konserven & Fertiggerichte	90	49	-*	72,55	127,89	243,29	2,77	945,29
Pfl. Speisefette	98	59	32	1008,96	882,73	2664,03	38,48	4137,77

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Speiseöle Mischungen	31	19	3	537,23	685,57	2016,59	49,47	3285,97
Speiseöle Sortenrein	209	134	14	449,94	602,39	1438,73	37,95	4392,26
Spezial-Öle	108	91	8	439,32	927,47	2861,25	36,53	5505,61
Streichfette	82	35	9	607,77	494,2	1474,62	24,79	2787,95
Würzsaucen	55	41	2	22,13	131,5	12,77	1	969,74
Zuckerwaren	29	25	-*	107,63	72,24	241,67	14,79	254,61
<b>GESAMT</b>	1225	545	135*					

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz, \*Nicht für alle Lebensmittelgruppen gibt es aktuell gesetzliche Höchstgehalte. bzw. muss auf den enthaltenen Fettgehalt im Lebensmittel rückgerechnet werden. Diese Rückrechnungs-Berechnungen wurde in diesem Bericht nicht durchgeführt.

Für einen besseren Überblick der Untersuchungsdaten wurden die 3-MCPD-Gehalte (µg/kg) in Lebensmitteln in einem Jitter Plot in Abbildung 5 dargestellt.

Abbildung 5: Gehalt an 3-MCPD in verschiedenen Lebensmitteln in  $\mu\text{g}/\text{kg}$  (MB Mean)  
 AGES-Daten 2015 - 2020



Im Zeitraum 2015 bis 2020 wurden insgesamt 251 Proben **„Säuglings- und Kindernährmittel“** auf 3-MCPD und dessen Ester, ausgedrückt als 3-MCPD-Gehalt durch die AGES untersucht. In dieser Lebensmittelgruppe wurden die niedrigsten Konzentrationen an 3-MCPD gemessen. Die durchschnittlichen Konzentrationen in Säuglingsanfangs- und Folgenahrung betragen  $54 \mu\text{g}/\text{kg}$  und  $35 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Im Bericht **„2-MCPD, 3-MCPD und Glycidol in Säuglings- und Kindernährmittel – Expositionsabschätzung für Säuglinge und Kleinkinder“** werden ausführlich die Auftretensdaten der AGES dargestellt und weiters wurde eine Expositionsabschätzung durchgeführt (AGES, 2022).

Auch beim Prozesskontaminanten 3-MCPD ist in Tabelle 5 ersichtlich, dass die höchsten gemessenen Konzentrationen in den Lebensmittelgruppen Frittierölen & -fetten und Pflanzliche Speisefette und Ölen detektiert wurden.

AGES untersuchte insgesamt 61 **Sonnenblumenöl** Proben und der durchschnittliche 3-MCPD-Gehalt beträgt  $374 \mu\text{g}/\text{kg}$ . Es wurden 86 **Rapsöl** Proben analysiert und der 3-MCPD-Gehalt beträgt durchschnittlich  $205 \mu\text{g}/\text{kg}$ . **Maiskeimöl** enthält

durchschnittlich 628 µg/kg Glycidol auf Basis von 37 untersuchten Proben. Die AGES untersuchte 9 Proben **Olivenöl** und der durchschnittliche Gehalt beträgt 689 µg/kg.

Die höchsten Konzentrationen an 3-MCPD wurden in Palmöl gemessen. AGES analysierte 11 Proben **Palmöl** und der Durchschnittsgehalt beträgt für diese Ölsorte 2095 µg/kg. In einer Probe **Palmöl** wurde ein Maximum-Wert von 3-MCPD von 4392 µg/kg gemessen.

In „**Würzsaucen**“, vor allem in **Sojasaucen**, wird durch die saure Hydrolyse von Pflanzenprotein unter hohen Temperaturen, der Prozesskontaminant 3-MCPD gebildet. Es wurden von der AGES 46 Sojasaucen untersucht und 35 Proben lagen unter der Bestimmungsgrenze von 2 µg/kg. Die durchschnittliche Konzentration der Sojasaucen beträgt 5 µg/kg und für Würzsaucen 22 µg/kg. Dies liegt allerdings daran, dass der maximal gemessene Wert 970 µg/kg beträgt. Hierbei handelt es sich allerdings um keine Sojasauce, sondern um eine andere Würzsauce.

In Tabelle 6 sind die AGES Ergebnisse der 3-MCPD Konzentrationen in **Frittierölen und Frittierfetten** dargestellt. Die vorliegenden Daten zeigen, dass gebrauchte Frittieröle und -fette ähnliche Konzentrationen an 3-MCPD aufweisen wie ungebrauchte. Es waren von 181 untersuchten Proben 49 unter der Bestimmungsgrenze. Der aktuell gültige Höchstgehalt von 1250 µg/kg 3-MCPD wurde von 59 Proben überschritten, das sind 33 %.



Tabelle 6: Frittieröle & Frittierfette im Detail 3-MCPDs in µg/ kg (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
<b>Frittieröle &amp; –fette gesamt</b>	181	49	59	1146,99	1016,84	3123,53	37,81	4994,97
<b>Frittieröle &amp; –fette gebraucht</b>	115	24	32	1089,02	1041,07	3216,96	37,81	4994,97
<b>Frittieröle &amp; –fette ungebraucht</b>	34	13	9	915,64	805,47	2458,85	133,35	2939,34
<b>Frittieröle &amp; –fette keine Angabe</b>	32	12	18	1601,15	1021,38	3050,91	103,39	3960,66

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz

In Tabelle 7 sind die Untersuchungsergebnisse der „**Spezial-Öle**“ im Detail dargestellt. Es handelt sich hierbei um durchaus exotische Ölsorten. Folglich ist der Probenumfang der einzelnen Ölsorten niedriger und es gibt auch kaum Vergleichswerte zu Untersuchungsergebnissen anderer Institutionen. Von insgesamt 108 Proben waren 91 nicht bestimmbar und 8 überschritten den aktuell gültigen Höchstgehalt von 1250 µg/kg bzw. 2500 µg/kg 3-MCPD. Die höchste Konzentration (5506 µg/kg) wurde in einer Probe Oliventresteröl detektiert. Hohe Konzentrationen im Bereich von 1500 µg/kg sind in Ghee, Reisöl und Traubenkernöl zu erkennen. Im Bereich von 100 – 200 µg/kg liegen Distelöl, Erdnussöl und Walnussöl. Niedrige Konzentrationen um die 39 µg/kg 3-MCPD (Mean MB) wurden in Aprikosen-, Argan-, Avocado-, Hanf-, Haselnuss-, Leindotter-, Marillenkern-, Mohn-, Schwarzkümmel-, Sesam- und Leinöl gemessen.

Tabelle 7: Spezial-Öle im Detail – Summe aus 3-MCPD in µg/kg (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020

<b>Lebensmittel- gruppe</b>	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
<b>Spezial-Öle</b>	108	91	8	439,32	927,47	2861,25	36,53	5505,61
Aprikosenkernöl	1	1	0	-	-	-	37,66	37,66
Arganöl	4	3	0	100,14	123,98	249,05	36,7	286,1
Avocadoöl	1	1	0	-	-	-	39,76	39,76
Distelöl	15	13	1	490,22	775,31	1601,67	36,63	3031,99
Erdnussöl	11	8	0	323,52	255,77	698,43	36,97	981,52
Ghee	3	1	1	1647,41	1141,2	2621,91	444,87	2715,22
Hanföl	8	8	0	38,5	0,93	39,62	36,9	39,84
Haselnussöl	1	1	0	-	-	-	38,13	38,13
Leindotteröl	3	3	0	38,36	1,05	39,25	37,24	39,33
Leinöl	18	18	0	38,88	0,9	39,82	37	39,92
Marillenkernöl	2	2	0	39,67	0,42	39,93	39,37	39,96
Mohnöl	2	2	0	38,21	2,37	39,71	36,53	39,88

Lebensmittel- gruppe	n	n < BG	> HG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Oliventresteröl	1	1	1	-	-	-	5505,6	5505,61
Reisöl	3	2	1	1564,93	1352,9	2897,02	732,63	3126
Schwarzkümmelöl	3	3	0	38,3	0,89	39,15	37,49	39,25
Sesamöl	8	7	0	55	45,13	122,29	37,74	166,67
Sojaöl	3	2	0	100,96	53,85	135,44	38,99	136,31
Tomatenkernöl	1	1	0	-	-	-	39,92	39,92
Traubenkernöl	11	7	4	1539,04	1398,8	3458,94	37,7	3609,42
Walnussöl	9	7	0	196,61	316,61	767,63	37,77	842,42

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Bei einer Probenanzahl von n = 1 werden Mean und P95 nicht angegeben.  
Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz

## 5.3 2-MCPD

Es wurden in den Jahren 2015 – 2020 insgesamt 1224 Lebensmittelproben aus 13 Lebensmittelgruppen, auf das Vorhandensein von 2-MCPD und dessen Ester, ausgedrückt als 2-MCPD, untersucht. Davon waren 590 Proben unter der Bestimmungsgrenze (2 µg/kg – 80 µg/kg) und somit nicht bestimmbar. Für diesen Prozesskontaminanten existiert auf Grund fehlender toxikologischer Daten aktuell weder ein gesetzlich gültiger Höchstgehalt noch eine toxikologische Kennzahl. In Tabelle 8 sind die Ergebnisse der AGES Untersuchungen im Detail dargestellt.

Tabelle 8: Gehalt an 2-MCPD in Lebensmitteln in µg/ kg (MB Mean) AGES-Daten 2015 – 2020

<b>Lebensmittelgruppe</b>	n	n < BG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
Aufstriche	37	24	48,50	76,61	280,86	7,10	309,33
Brot & Gebäck	39	21	8,37	9,75	21,59	3,47	48,50
Feinbackwaren & Knabbergebäck	15	11	66,01	60,37	174,05	1,99	195,97
Frittieröle & -fette	181	53	514,49	449,36	1332,07	19,75	2235,31
Säuglings- & Kindernährmittel	251	19	14,64	16,80	25,05	2,00	166,79
Konserven & Fertiggerichte	90	70	16,54	29,41	44,46	2,00	234,56
Pflanzliche Speisefette	98	46	378,88	348,43	1074,96	5,18	1509,15
Speiseöle Mischungen	31	19	184,07	240,34	820,18	22,74	980,74
Speiseöle Sortenrein	209	143	164,3	254,65	532,74	19,05	1760,87
Spezial-Öle	108	77	187,9	349,4	1127,53	34,67	1682,02
Streichfette	82	40	223,88	209,61	647,5	10,37	1195,03
Würzsaucen	54	43	18,87	126,47	6,49	1	930,91
Zuckerwaren	29	24	34,76	24,08	80,26	5,22	86,26

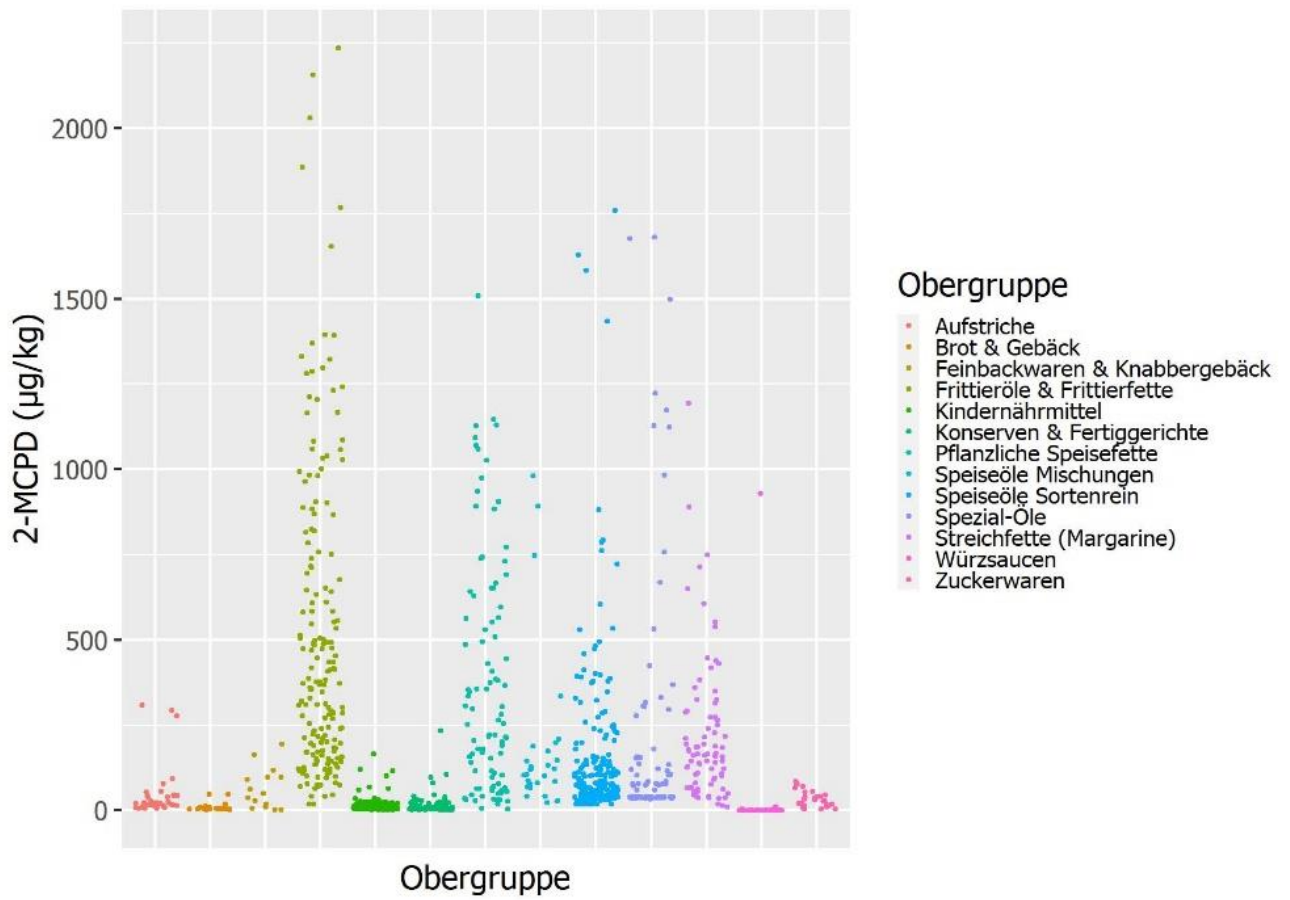
Lebensmittelgruppe	n	n < BG	Mean (µg/kg)	StAbw. (µg/kg)	P95 (µg/kg)	Min. (µg/kg)	Max. (µg/kg)
<b>GESAMT</b>	1224	590					

n = Anzahl, BG = Bestimmungsgrenze, HG = Höchstgehalt, StAbw. = Standardabweichung, P95 = 95<sup>tes</sup> Perzentil, Min. = Minimum, Max. = Maximum, Mean = Mittelwert, MB = Medium Bound-Ansatz

Die höchsten Konzentrationen an 2-MCPD wurden in den Lebensmittelgruppen Frittieröle & Frittierfette, Pflanzliche Speisefette und Streichfetten gemessen. Bei den Spezial-Ölen, handelt es sich durchaus um „exotische“ Ölsorten und bei allen drei Prozesskontaminanten ist dasselbe Muster zu erkennen, nämlich hohe Konzentrationen in Oliventresteröl, Ghee (Butterschmalz), Reisöl und Traubenkernöl und niedrige Konzentrationen in Aprikosen-, Avocado-, Hanf-, Haselnuss-, Leindotter-, Marillenkern-, Mohn-, Schwarzkümmel- und Leinöl.

Für einen besseren Überblick der Untersuchungsdaten wurden 2-MCPD-Gehalte (µg/kg) in Lebensmitteln in einem Jitter Plot in Abbildung 6 dargestellt.

Abbildung 6: Gehalt an 2-MCPD in verschiedenen Lebensmitteln ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ ) (MB Mean)  
AGES-Daten 2015 – 2020



## 6 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

---

Seit Veröffentlichung der Scientific Opinion der EFSA im Jahre 2016 wurden seitens der Lebensmittelunternehmer und Hersteller Maßnahmen zur Reduzierung der Prozesskontaminanten Glycidol, 3-MCPD und 2-MCPD eingeleitet und umgesetzt. Diese Maßnahmen basieren auf der Optimierung von Produktions- und Herstellungsverfahren. Auf politischer Ebene wurden durch die Festsetzung von EU-Höchstgehalten und durch die verstärkte Kontrolle von Lebensmitteln auf nationaler Ebene weitere Maßnahmen zur Minimierung ergriffen. Diese Maßnahmensetzungen zeigten bereits erste Wirkung in den Warengruppen Säuglingsanfangsnahrung und Folgenahrung.

Untersuchungen der Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit über die Jahre 2015 – 2020 lassen allerdings erkennen, dass es nach wie vor zu Überschreitungen der gesetzlich festgelegten EU-Höchstgehalte kommt. Vor allem Fette und Öle können durchaus hohe Gehalte an Glycidol, 3-MCPD und 2-MCPD, aufweisen. Die höchsten Glycidol, 3-MCPD und 2-MCPD-Gehalte wurden in den Lebensmittelgruppen „Frittieröle und -fette“ und „Pflanzliche Speisefette“ gemessen. Weiterer Handlungsbedarf erscheint somit gegeben, um die Belastungssituation nachhaltig zu minimieren. Folglich werden auch Lebensmittelkontrollen sowie Untersuchungen in der AGES weitergeführt werden.

Der Schwerpunkt sollte dabei auf Fette und Öle gelegt werden sowie auf Lebensmittel mit einem hohen Fettgehalt, die vor allem von Kindern häufiger und in höheren Mengen verzehrt werden (Kekse, Backwaren, Nuss-Nougat Cremes, etc.). Da aktuell der Probenumfang von Olivenöl niedrig ist wäre es zwecks Datensammlung interessant, diese Ölsorte auf Glycidol, 3- und 2-MCPDs zu untersuchen.

Die Daten der AGES werden jährlich im Rahmen der EFSA-Datenübermittlung an die EFSA anonymisiert übermittelt, um einen Beitrag für weitere Risikobewertungen auf europäischer Ebene zu leisten. In Folge werden diese auch von der Europäischen Kommission herangezogen, um weitere Schritte für die Reduzierung dieser Prozesskontaminanten einzuleiten.

Der Verzehr von fetthaltigen und industriell hoch verarbeiteten Lebensmitteln trägt zu einer erhöhten Aufnahme dieser unerwünschten Kontaminanten bei. Verbraucher:innen können ihrer Eigenverantwortung nachkommen und durch eine

ausgewogene Ernährung mit frischen Zutaten und selbst zubereiteten Speisen deren Aufnahme reduzieren.



## 7 Literatur

---

AGES, 2022: Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit: 2-MCPD, 3-MCPD und Glycidol in Säuglings- und Kindernährmittel - Expositionsabschätzung für Säuglinge und Kleinkinder. K. Marchart, D. Hofstädter, U. Mayerhofer, K. Manner, T. Kloud, L. Pilsbacher, J. Steinwider

BfR, 2022: Bundesinstitut für Risikobewertung: Gesundheitliche Risiken durch hohe Gehalte an 3-MCPD- und Glycidyl-Fettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln möglich. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 005/2022 des BfR vom 26. Januar 2022. p. 61; DOI 10.17590/20200420-134029.

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/gesundheitsliche-risiken-durch-hohe-gehalte-an-3-mcpd-und-glycidyl-fettsaeureestern-in-bestimmten-lebensmitteln-moeglich.pdf>

BfR, 2020: Bundesinstitut für Risikobewertung: Gesundheitliche Risiken durch hohe Gehalte an 3-MCPD- und Glycidyl-Fettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln möglich. Stellungnahme Nr. 020/2020 des BfR vom 20. April 2020. p. 60; DOI 10.17590/20200420-134029

BfR, 2018: Bundesinstitut für Risikobewertung: Fragen und Antworten zur Kontamination von Lebensmitteln mit 3-MCPD-, 2-MCPD- und Glycidyl-Fettsäureestern. FAQ des BfR vom 13. Juni 2018

BfR, 2012: Bundesinstitut für Risikobewertung: Aluminiumgehalte in Säuglingsanfangs- und Folgenahrung. Aktualisierte Stellungnahme Nr. 012/2012 des BfR vom 20. April 2012. p.16.

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/aluminiumgehalte-in-saeuglingsanfangs-und-folgenahrung.pdf>

BLL Toolbox, 2016: Spitzenverband der Lebensmittelwirtschaft. Toolbox zur Minimierung von 3-MCPD-Fettsäureestern und Glycidyl-Fettsäureestern in Lebensmitteln. p.36

EFSA, 2018a: European Food Safety Authority. Update of the risk assessment on 3-monochloropropane diol and its fatty acid esters; EFSA Journal 2018; 16(1):5083 [48 pp.].

EFSA, 2018b: European Food Safety Authority. Unbedenkliche Aufnahmemenge für 3-MCPD in pflanzlichen Ölen und Lebensmitteln revidiert; veröffentlicht 10. Jänner 2018; <https://www.efsa.europa.eu/de/press/news/180110>

EFSA, 2016a: European Food Safety Authority. Risks for human health related to the presence of 3- and 2-monochloropropanediol (MCPD), and their fatty acid esters, and glycidyl fatty acid esters in food. EFSA Journal 2016; 14(5):4426 [159 pp.]

EFSA, 2016b: European Food Safety Authority. Chemicals in Food 2016. Overview of selected data collection. p.37; [https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate\\_publications/files/161215chemicalsinfoodreport.pdf](https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/corporate_publications/files/161215chemicalsinfoodreport.pdf)

Verordnung (EU) 2020/1322 der Kommission vom 23. September 2020 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 hinsichtlich der Höchstgehalte an 3-Monochlorpropandiol (3-MCPD), 3-MCPD-Fettsäureestern und Glycidylfettsäureestern in bestimmten Lebensmitteln. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?qid=1603196171226&uri=CELEX:32020R1322>

IARC, 2000: Some Industrial Chemicals. International Agency for Research on Cancer. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans, vol. 77. Lyon, France: International Agency for Research on Cancer. pp. 469–486. <https://monographs.iarc.fr/wp-content/uploads/2018/06/mono77.pdf>.

IARC, 2013: International Agency for Research on Cancer. 3-Monochloro-1,2-propanediol. IARC monographs on the evaluation of the carcinogenic risk of chemicals to humans 101: 349-374. <https://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol101/mono101-010.pdf>.

JECFA, 2017: Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. Evaluation of certain contaminants in food - Eighty-third report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO Technical Report Series 74-106.

LMSB, 2020: Lebensmittelsicherheitsbericht 2020 – Zahlen, Daten, Fakten aus Österreich; Bundesministerium für Soziales, Gesundheit, Pflege und Konsumentenschutz (BMSGPK) AGES - Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH. ISBN 3-85010-652-7 [https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/lebensmittelkontrolle/LMSB\\_2020\\_3.pdf?83ipqe](https://www.verbrauchergesundheit.gv.at/lebensmittel/lebensmittelkontrolle/LMSB_2020_3.pdf?83ipqe)

WHO, 2006: World Health Organisation. Weight-for-age. Z-score Tables.

<https://www.who.int/tools/child-growth-standards/standards/weight-for-age;>

[https://www.who.int/docs/default-source/child-growth/child-growth-standards/indicators/weight-for-age/wfa-girls-0-5-ercentiles.pdf?sfvrsn=1a008a84\\_4](https://www.who.int/docs/default-source/child-growth/child-growth-standards/indicators/weight-for-age/wfa-girls-0-5-ercentiles.pdf?sfvrsn=1a008a84_4)



**GESUNDHEIT FÜR MENSCH, TIER & PFLANZE**

[www.ages.at](http://www.ages.at)