

DOI 10.17590/20190513-134751

Pyrrolizidinalkaloidgehalt in getrockneten und tiefgefrorenen Gewürzen und Kräutern zu hoch

Stellungnahme Nr. 017/2019 des BfR vom 13. Mai 2019

Pyrrolizidinalkaloide (PA) sind natürliche Inhaltsstoffe, die weltweit in mehr als 350 Pflanzenarten nachgewiesen sind und in mehr als 6.000 vermutet werden. Pflanzen bilden sie als Abwehrstoffe gegen Fraßfeinde. Von mehr als 660 bekannten PA und ähnlichen Verbindungen haben insbesondere die 1,2-ungesättigten PA ein gesundheitsschädigendes Potenzial. Sie sind in Futter- und Lebensmitteln daher unerwünscht.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) befasst sich regelmäßig mit der Verunreinigung von Lebensmitteln mit 1,2-ungesättigten PA. Es hat bereits Stellungnahmen zum Vorkommen von 1,2-ungesättigten PA in Kräutertees und Tees, Honig sowie einer mit PA-haltigem Greiskraut verunreinigten Salatmischung und pflanzenbasierten Nahrungsergänzungsmitteln (NEM) veröffentlicht. Das BfR hat nunmehr von den Überwachungsbehörden der Bundesländer ermittelte Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in Proben verschiedener getrockneter und tiefgefrorener Gewürze und Kräuter gesundheitlich bewertet.

Ein hoher Gehalt an 1,2-ungesättigten PA wurde in Borretsch nachgewiesen. Aber auch Proben tiefgefrorener und getrockneter Gewürze und Kräuter von Liebstöckel, Oregano und Majoran aus dem Handel wiesen teilweise hohe Gehalte dieser Stoffe auf. Obwohl die absolute Verzehrsmenge von Kräutern über zubereitete Gerichte gering ist, können sie erheblich zur längerfristigen wie auch zur kurzfristigen Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA beitragen.

Das BfR hat das gesundheitliche Risiko sowohl bei kurzfristiger als auch bei langfristiger Aufnahme auf Basis der ermittelten Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in den Proben tiefgefrorener und getrockneter Gewürzkräuter vorläufig abgeschätzt. Eine abschließende Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos, das sich aus dem Verzehr von mit 1,2-ungesättigten PA belasteten Kräutern ergibt, ist gegenwärtig nicht möglich. Es liegen zu wenig Daten sowohl zum länger- als auch zum kurzfristigen Verzehr von verschiedenen Kräutern vor. Die in dieser Stellungnahme vorgenommene vorläufige gesundheitliche Einschätzung der Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in Kräutern basiert daher auf bestimmten Szenarien zur Aufnahme dieser Stoffe (Exposition).

Primäres Zielorgan PA-bedingter Schädigungen bei Mensch und Tier ist die Leber. Jedoch können auch andere Organe, wie insbesondere die Lunge, betroffen sein. Die Effekte treten bei der Aufnahme ungesättigter PA in größeren Dosen innerhalb kurzer Zeit auf, in niedrigeren Dosen nach längerer Zeit. Typisch insbesondere bei der Aufnahme höherer Dosen sind ein Verschluss der zentralen sublobulären Lebervenen und Leberschädigungen, die zu Lebernekrosen führen können. Aus Tierversuchen ist weiterhin bekannt, dass sie erbgutschädigend und krebsauslösend wirken.

Für die Abschätzung des Risikos möglicher nichtkanzerogener (nicht-neoplastischer) Schädigungen wurde ein Orientierungswert von 0,1 µg PA je Kilogramm Körpergewicht pro Tag hilfsweise herangezogen. Dieser gesundheitsbasierte Richtwert (HBGV) wurde aus einer chronischen Tierstudie abgeleitet. Bei einer täglichen Aufnahmemenge von unter 0,1 µg 1,2-ungesättigter PA je Kilogramm Körpergewicht am Tag ist sowohl bei kurzzeitiger als auch nach längerfristiger Exposition nicht mit dem Auftreten nichtkanzerogener Leberschäden zu

rechnen. Die Expositionsszenarien anhand von Modellgerichten, die laut Rezept üblicherweise mit bestimmten Kräutern zubereitet werden, deuten darauf hin, dass eine Überschreitung des Orientierungswerts durch Verzehr einzelner Gerichte, die hochbelastete Kräuter enthalten, möglich ist. Da keine belastbaren Erkenntnisse zur Dosis-Wirkungs-Beziehung vorliegen, kann bislang kein hinreichend sicherer Abstand zwischen der Aufnahmemenge, bei der eine schwerwiegende gesundheitliche Wirkung eintritt, und der sicheren Aufnahmemenge definiert werden.

Im Vordergrund der Bewertung gesundheitlicher Risiken durch die Aufnahme 1,2-ungesättigter PA stehen jedoch die erbgutverändernde (genotoxische) und krebsauslösende (kanzerogene) Wirkung. Da für genotoxisch-kanzerogene Substanzen keine sichere Aufnahmemenge definiert werden kann, sollten in Lebensmitteln so wenig wie möglich 1,2-ungesättigte PA enthalten sein (ALARA-Prinzip: as low as reasonably achievable). Selbst geringe Aufnahmemengen können, insbesondere bei regelmäßigem Verzehr, mit einer Erhöhung des Krebsrisikos verbunden sein. In der Europäischen Union (EU) wird daher bei Substanzen mit genotoxisch-kanzerogenem Wirkmechanismus das Margin of Exposure-Konzept (MOE-Konzept) herangezogen, um die Dringlichkeit von Risikomanagementmaßnahmen zu ermitteln. Ein MOE-Wert von 10.000 oder höher wird mit Blick auf die öffentliche Gesundheit prinzipiell als wenig bedenklich angesehen.

Das BfR hat auf Basis von Verzehrdaten aus der Nationalen Verzehrsstudie II errechnet, dass beim Verzehr hochbelasteter Kräuter allein über diese Lebensmittel längerfristig Aufnahmemengen erreicht werden können, die zu MOE-Werten kleiner als 10.000 führen. Bei Vielverzeichern von Kräutern wird ein MOE von 10.000 hingegen bereits bei alleinigem Verzehr von Kräutern mit mittleren Gehalten (1.000 µg/kg) deutlich unterschritten.

Die dem BfR vorliegenden Daten von Überwachungsbehörden der Bundesländer zeigen, dass die mittleren Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in Borretsch, der selbst PA bildet, besonders hoch sind. Auch in Proben von Liebstöckelkraut und Proben aus der Gruppe „*Oregano, Majoran*“ wurden 1,2-ungesättigte PA nachgewiesen. In frischen Kräutern wie Petersilie fanden sich nur sehr geringe bis gar keine Gehalte an 1,2-ungesättigten PA.

Das BfR weist ferner darauf hin, dass bei der Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos für Verbraucherinnen und Verbraucher neben den hier betrachteten Kräutern alle Quellen für 1,2-ungesättigte PA berücksichtigt werden müssen. Dazu gehören insbesondere auch Kräutertees, Tees und Honig. Der Verzehr von Kräutern führt somit zu einer weiteren Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA. Das Institut empfiehlt weiterhin die Gesamtexposition mit PA aus allen Lebensmitteln so niedrig wie möglich zu halten und einen MOE von 10.000 bei Berücksichtigung der PA-Zufuhr aus allen Quellen nicht zu unterschreiten. Dazu sollten die Bemühungen fortgesetzt werden, die PA-Gehalte durch Verbesserung von Anbau-, Ernte- und Reinigungsmethoden weiter zu senken. Das BfR hat auf seiner Homepage eine Methode bereitgestellt, mit der Pflanzenmaterial auf seine Gehalte an 1,2 ungesättigte PA untersucht werden kann.

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/bestimmung-von-pyrrolizidinalkaloiden.pdf>

		BfR-Risikoprofil: Pyrrolizidinalkaloide in Kräutern und Gewürzen (Stellungnahme Nr. 017/2019)			
A Betroffen sind	Allgemeinbevölkerung 				
B Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung bei Pyrrolizidinalkaloiden in Kräutern und Gewürzen [1]	Praktisch ausgeschlossen	Unwahrscheinlich	Möglich	Wahrscheinlich	Gesichert
C Schwere der gesundheitlichen Beeinträchtigung bei Pyrrolizidinalkaloiden in Kräutern und Gewürzen [2]	Die Schwere der Beeinträchtigung kann variieren.				
D Aussagekraft der vorliegenden Daten	Hoch: Die wichtigsten Daten liegen vor und sind widerspruchsfrei		Mittel: Einige wichtige Daten fehlen oder sind widersprüchlich		Gering: Zahlreiche wichtige Daten fehlen oder sind widersprüchlich
E Kontrollierbarkeit durch Verbraucher	Kontrolle nicht notwendig	Kontrollierbar durch Vorsichtsmaßnahmen		Kontrollierbar durch Verzicht	Nicht kontrollierbar

Dunkelblau hinterlegte Felder kennzeichnen die Eigenschaften des in dieser Stellungnahme bewerteten Risikos (nähere Angaben dazu im Text der Stellungnahme Nr. 017/2019 des BfR vom 13. Mai 2019).

Erläuterungen

Das Risikoprofil soll das in der BfR-Stellungnahme beschriebene Risiko visualisieren. Es ist nicht dazu gedacht, Risikovergleiche anzustellen. Das Risikoprofil sollte nur im Zusammenhang mit der Stellungnahme gelesen werden.

[1] Zeile B – Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung:

Im Vordergrund steht die genotoxisch-karzinogene Wirkung der 1,2-gesättigten Pyrrolizidinalkaloide. Es lässt sich daher keine sichere Aufnahmemenge ableiten.

[2] Zeile C – Schwere der gesundheitlichen Beeinträchtigung:

Es ist besonders hervorzuheben, dass die im Rahmen dieser Stellungnahme abgeschätzten Aufnahmemengen an 1,2-ungesättigten PA ausschließlich über Kräuter und Gewürze als Aufnahmequelle zustande kommen. Bei der Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos für Verbraucherinnen und Verbraucher sind jedoch alle Quellen für 1,2-ungesättigte PA zu berücksichtigen.

[3] Zeile D – Aussagekraft der vorliegenden Daten

Sowohl die Aufnahmeschätzung für die langfristige Aufnahme als auch die über Modellgerichte abgeschätzte mögliche kurzfristige Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA über Kräuter ist mit Unsicherheiten behaftet.

[4] Zeile E – Kontrollierbarkeit durch Verbraucherinnen und Verbraucher

Mit Ausnahme von Boretsch bilden die anderen untersuchten Gewürzkräuter keine 1,2-ungesättigten Pyrrolizidinalkaloide. In frischen, nicht mit Wildkräutern kontaminierten Gewürzkräutern sind die Gehalte gering bis nicht nachweisbar.

BUNDESINSTITUT FÜR RISIKOBEWERTUNG (BfR)

1 Gegenstand der Bewertung

Im Lebensmittelmonitoring des Jahres 2017 wurden verschiedene Gewürze und Kräuter untersucht und dabei zum Teil sehr hohe Gehalte an 1,2-ungesättigten Pyrrolizidinalkaloiden (PA) nachgewiesen. Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat eine gesundheitliche Einschätzung der erhobenen Daten zu Gehalten an 1,2-ungesättigten PA in Kräutern vorgenommen.

2 Ergebnis

Eine abschließende Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos, das sich aus dem Verzehr von mit 1,2-ungesättigten PA belasteten Kräutern ergibt, ist gegenwärtig nicht möglich. Die im Folgenden dargestellte vorläufige gesundheitliche Einschätzung der erhobenen Daten zu Gehalten an 1,2-ungesättigten PA in Kräutern basiert auf folgenden Expositionsszenarien:

- (1) Mögliche gesundheitliche Risiken bei kurzfristiger Exposition (Aufnahme über eine kurze Zeit):

Kräuter wie Borretsch, die selbst 1,2-ungesättigte PA bilden können, führen zu einer hohen Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA.

Die Verwendung von hochbelasteten Kräutern führt zu Expositionen, die den für die Bewertung der nicht-neoplastischen Wirkungen hilfsweise herangezogenen HBGV-Wert von 0,1 Mikrogramm (μg) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht und Tag übersteigen.

- (2) Mögliche gesundheitliche Risiken bei langfristiger (chronischer) Exposition:

Berücksichtigt man Kräuter als ausschließliche Aufnahmequelle für 1,2-ungesättigte PA, so wurde auf Basis der übermittelten Daten für erwachsene Durchschnittsverzehrer (Median), die Kräuter mit hohen Gehalten ($4.000 \mu\text{g}/\text{kg}$) verzehren, ein MOE (Margin of Exposure) von weniger als 10.000 ermittelt.

Bei Vielverzhern von Kräutern wird ein MOE von 10.000 hingegen bereits bei alleinigem Verzehr von Kräutern mit mittleren Gehalten ($1.000 \mu\text{g}/\text{kg}$) deutlich unterschritten.

Obwohl die absolute Verzehrsmenge gering ist, kann der Verzehr von Kräutern erheblich zur langfristigen wie auch zur kurzfristigen Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA beitragen.

Allerdings sind sowohl die Expositionsschätzung für die langfristige Exposition als auch die über Modellgerichte abgeschätzte, mögliche kurzfristige Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA über Kräuter mit Unsicherheiten behaftet. Zum jetzigen Zeitpunkt fehlen insbesondere belastbare Daten sowohl zum längerfristigen als auch zum kurzzeitigen Verzehr von verschiedenen Kräutern.

Es ist besonders hervorzuheben, dass die im Rahmen dieser Stellungnahme abgeschätzten Aufnahmemengen an 1,2-ungesättigten PA ausschließlich über Kräuter als Aufnahmequelle zustande kommen. Bei der Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos für Verbraucherinnen und Verbraucher sind jedoch alle Quellen für 1,2-ungesättigte PA zu berücksichtigen. Die in einer früheren Stellungnahme abgeschätzte Exposition unter Berücksichtigung insbesondere von Kräutertee und Tee sowie Honig ergab bereits ohne Berücksichtigung von Kräutern MOE-Werte von weniger als 10.000 (BfR 2016, 2018).

Da selbst die geringe Aufnahme genotoxisch-karzinogener Substanzen, insbesondere bei regelmäßigem Verzehr, mit einer Erhöhung des gesundheitlichen Risikos verbunden sein kann, gilt die Empfehlung, die Aufnahme dieser Substanzen so weit zu minimieren, wie dies vernünftigerweise erreichbar ist (ALARA-Prinzip: as low as reasonably achievable). Aus toxi-

kologischer Sicht sollte auch weiterhin eine hohe Priorität darin bestehen, Maßnahmen zu ergreifen, um die PA-Gehalte in Lebensmitteln zu verringern.

3 Begründung

3.1 Risikobewertung

3.1.1 Mögliche Gefahrenquelle

Pyrrrolizidinalkaloide (PA) sind sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe, die bislang in mehr als 350 Pflanzenarten weltweit nachgewiesen wurden (Bunchorntavakul & Reddy 2013). Aufgrund chemotaxonomischer Überlegungen (Klassifizierung von Pflanzen anhand ihrer biochemischen Zusammensetzung) wird allerdings mit dem Vorkommen von PA in über 6.000 Pflanzenspezies gerechnet (Teuscher & Lindequist 2010). Die Verbindungen finden sich vornehmlich in den Familien der Korbblütler (Asteraceae), der Rauhlatt- oder Borretschgewächse (Boraginaceae) und der Hülsenfrüchtler (Fabaceae oder Leguminosae) (Smith & Culvenor 1981). Bisher sind mehr als 660 verschiedene PA und deren N-Oxide identifiziert worden (Wiedenfeld *et al.* 2008; Bode & Dong 2015).

Zu den bei uns heimischen PA-bildenden Pflanzen gehören zum Beispiel das Jakobskreuzkraut, das Gemeine Greiskraut oder der Natternkopf. Zu den bekannten Gewürzpflanzen, die 1,2-ungesättigte PA bilden, zählt der Borretsch.

3.1.2 Gefährdungspotenzial

Für eine ausführliche Darstellung zum Gefährdungspotenzial von 1,2-ungesättigten PA verweist das BfR an dieser Stelle auf frühere Stellungnahmen (BfR 2016, 2018). Insgesamt müssen hinsichtlich der toxischen Effekte nach Aufnahme 1,2-ungesättigter PA nicht-neoplastische Schäden und genotoxisch-kanzerogene Wirkungen unterschieden werden. Im Folgenden werden kurz die für die vorliegende Einschätzung relevanten toxikologischen Kenngrößen zum Gefährdungspotenzial von 1,2-ungesättigten PA dargestellt.

3.1.2.1 Beurteilung der nicht-neoplastischen Wirkungen

Als nicht-neoplastische Schäden treten bei Mensch und Tier insbesondere Leberschädigungen auf, die zu Lebernekrosen führen können. Typisch sind venookklusive Veränderungen in der Leber, aber auch in der Lunge, die sich in der Leber als Verschluss der zentralen sublobulären Lebervenen manifestieren (Allgaier & Franz 2015). Diese toxischen Effekte treten bei der Aufnahme 1,2-ungesättigter PA in größeren Dosen innerhalb kurzer Zeit, in niedrigeren Dosen nach längerer Zeit auf. Für Details wird auf entsprechende Monographien und Übersichtsarbeiten verwiesen (IARC 1976; T. *et al.* 1983; Mattocks 1986; IPCS/INCHEM 1988; IARC 2002; NTP 2003).

Die Relevanz dieser Wirkungen für den Menschen ist durch eine Vielzahl von Fallberichten belegt. Jedoch sind die aufgenommenen Dosen bei den aufgetretenen Fällen oftmals nur schlecht dokumentiert, so dass die Ableitung einer Dosis-Wirkungs-Beziehung für das Auftreten akut-toxischer Wirkungen aus diesen Fallbeschreibungen schwierig ist. Aus zwei relativ gut dokumentierten Vergiftungsfällen bei Kindern ergibt sich aber, dass eine tägliche Aufnahme von etwa 1-3 Milligramm (mg) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht bereits nach wenigen Tagen zu schwersten Leberschäden führen kann, die potenziell tödlich verlaufen können (BfR 2016).

Für die Bewertung der nicht-neoplastischen Wirkungen hat das BfR hilfsweise einen Health Based Guidance Value (HBGV-Wert) in Höhe von 0,1 µg/kg Körpergewicht und Tag herangezogen. Die Ableitung erfolgte auf Basis eines in einer chronischen Tierstudie ermittelten *No-Observed-Adverse-Effect-Levels* (NOAEL) unter Anwendung eines geeigneten Extrapolationsfaktors. Demnach ist bei einer Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA von unter 0,1 µg/kg Körpergewicht nicht mit dem Auftreten von nicht-neoplastischen Wirkungen zu rechnen (BfR 2016).

Es muss an dieser Stelle aber betont werden, dass die genotoxisch-karzinogenen Effekte als der sensitivste Endpunkt betrachtet werden. Die Einhaltung des hilfsweise zur Bewertung der nicht-neoplastischen Wirkungen herangezogenen HBGV-Werts bietet keinen Schutz hinsichtlich der genotoxisch-karzinogenen Wirkungen der 1,2-ungesättigten PA.

3.1.2.2 Beurteilung der genotoxisch-karzinogenen Wirkungen

Für genotoxische Substanzen lässt sich nach derzeitigem Kenntnisstand kein Schwellenwert ableiten, bei dessen Unterschreitung man mit hinreichender Gewissheit davon ausgehen kann, dass kein gesundheitliches Risiko besteht.

Zur Priorisierung von Risikomanagementmaßnahmen bei Substanzen mit genotoxisch-karzinogenem Wirkmechanismus wird in der Europäischen Union (EU) das *Margin of Exposure*-Konzept (MOE-Konzept) herangezogen. Der MOE ist der Quotient aus einem experimentell ermittelten Referenzpunkt und der Gesamtexposition gegenüber der Substanz beim Menschen. Als Referenzpunkt wird üblicherweise der BMDL₁₀ (*Benchmark Dose Lower Confidence Limit 10*) verwendet (EFSA 2005). Der BMDL₁₀ entspricht dem unteren Konfidenzlimit der Dosis, die in Tierstudien mit einem 10 %-igen Anstieg der Tumorraten gegenüber der unbehandelten Kontrollgruppe assoziiert ist. Für 1,2-ungesättigte PA liegt der BMDL₁₀ bei 237 µg/kg Körpergewicht (EFSA 2017; BfR 2018). Ein MOE von 10.000 oder höher wird mit Blick auf die öffentliche Gesundheit prinzipiell als wenig bedenklich angesehen und daher als niedrige Priorität für Maßnahmen des Risikomanagements erachtet. Aber auch bei einem MOE von 10.000 oder höher kann nicht mit Sicherheit davon ausgegangen werden, dass kein gesundheitliches Risiko besteht (EFSA 2005). Daher gilt in der EU die Empfehlung, die Exposition gegenüber genotoxisch-karzinogen wirkenden Substanzen so weit zu minimieren, wie dies vernünftigerweise erreichbar ist (*ALARA-Prinzip: As Low As Reasonably Achievable*), da selbst geringe Aufnahmemengen, insbesondere bei regelmäßigem Verzehr, prinzipiell mit einem erhöhten Risiko für das Eintreten unerwünschter gesundheitlicher Wirkungen verbunden sein können.

3.1.3 Exposition

3.1.3.1 Datengrundlagen

3.1.3.1.1 Gehaltsdaten

Dem BfR wurden vom Bundesamt für Verbraucherschutz und Lebensmittelsicherheit (BVL) am 13.09.2018 Einzeldaten zu Gehalten an 1,2-ungesättigten PA in Kräutern übermittelt. Die in die nachfolgenden Betrachtungen eingeschlossenen Daten (N=263) wurden im Zeitraum von 2015 bis 2018 erhoben. Messwerte, die unter der Bestimmungsgrenze und Nachweisgrenze (NWG) lagen, wurden für die Auswertung über den modifizierten *lower bound*-Ansatz berücksichtigt. Dabei wurden Messwerte unter der NWG auf null und jene unter der Bestimmungsgrenze auf die NWG gesetzt. Um eine sinnvolle Summenbildung zu ermöglichen, wurden bei der Auswertung nur Proben berücksichtigt, für die Daten zu mindestens 17 Ana-

lyten vorlagen. In **Tabelle 1** sind die Gehalte in Mikrogramm je Kilogramm für die Summe der gemessenen 1,2-ungesättigten PA in den verschiedenen Gewürzkräutern dargestellt. Für die Kräuter Basilikum, Bohnenkraut, Liebstöckel, Oregano, Petersilienblätter, Rosmarin, Schnittlauch und Thymian sowie für einige Mischungen lagen Proben von frischen und getrockneten Kräutern vor.

Tabelle 1. Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in µg/kg (BVL-Daten 2015-2018 vom 13.09.2018).

Gewürz und Kräuter*	N	N < NWG	MW	Median	P95	Maximum
Beifuß	15	3	76	22	462	462
Borretsch	8	0	50.562	14.546	248.061	248.061
Diverse**	19	16	7	0	126	126
Liebstöckelkraut	16	4	1.781	829	6.256	6.256
Oregano, Majoran	59	3	4.038	942	26.805	95.234
Petersilie Blattgewürz	42	22	433	0	2.462	10.893
Petersilienblätter, frisch	14	11	2	0	29	29
Rosmarin	27	24	6	0	20	122
Thymian	22	11	102	0	513	765
Mischungen	41	11	283	37	958	3.818
Gesamt	263	105	2.680	10	4.470	248.065
Gesamt ohne Borretsch, Liebstöckelkraut, Oregano	180	98	186	0	685	10.893

* Gruppe frische und getrocknete Gewürze und Kräuter (mindestens 17 Analyten, ohne "Pyrrolizidinalkaloide, Summe ausgedrückt als Retronecin-Äquivalent").

** Basilikum, Bohnenkraut, Dill, Fenchel, Kerbel, Koriander, Kümmel, Schnittlauch

Von den 15 Beifuß-Proben liegen die Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in drei Proben unter der NWG. Der Mittelwert (MW) beträgt 76 µg/kg und das 95. Perzentil (P95) liegt bei 462 µg/kg. Bei den acht untersuchten Borretsch-Proben zeigt sich ein MW von 50.562 µg/kg und ein P95 von 248.061 µg/kg. In der Kategorie „Diverse“ sind aufgrund der niedrigen Probenzahlen die Kräuter Basilikum, Bohnenkraut, Dill, Fenchel, Kerbel, Koriander, Kümmel und Schnittlauch zusammengefasst. Von den 19 Proben liegen die Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in 16 Proben unter der NWG. Der MW von 7 µg/kg und das P95 von 126 µg/kg ergeben sich aus den über der NWG liegenden Messwerten für Basilikum, Fenchel und Schnittlauch. Die mittleren Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in Liebstöckelkraut (N=16, 4 < NWG) betragen 1.781 µg/kg und das P95 6.256 µg/kg. In der Gruppe „Oregano, Majoran“ lagen von 59 Proben drei Proben unterhalb der NWG. Der MW beträgt 4.038 µg/kg und das P95 liegt bei 26.805 µg/kg. Bei Petersilie wurden das getrocknete Blattgewürz und frische Petersilienblätter unterschieden. Das Blattgewürz (N=42, 22 < NWG) wies mittlere Gehalte an 1,2-ungesättigten PA von 433 µg/kg und ein P95 von 2.462 µg/kg auf. Die frischen Petersilienblätter (N=14, 11 < NWG) haben einen mittleren Gehalt an 1,2-ungesättigten PA von 2 µg/kg und das P95 liegt bei 29 µg/kg. Von den 27 Rosmarin-Proben haben 24 Proben einen Gehalt an 1,2-ungesättigten PA unter der NWG, fünf davon entfallen auf frischen Rosmarin, dies führt eventuell zu einer geringen Unterschätzung der Gehaltsdaten. Der MW für Rosmarin liegt bei 6 µg/kg und das P95 bei 20 µg/kg. Von den 22 Thymian-Proben weisen 50 % der Proben einen Gehalt an 1,2-ungesättigten PA unterhalb der NWG auf. Der MW beträgt 102 µg/kg und das P95 liegt bei 513 µg/kg. In der Kategorie „Mischungen“ befinden sich Produkte, die als solche gekennzeichnet waren und so im Handel beprobt wurden. Eine Unterscheidung der Art der Mischungen und die Zusammensetzung dieser kann jedoch nicht vorgenommen bzw. näher beschrieben werden. In den 41 untersuchten Proben (9 < NWG)

wurden mittlere Gehalte an 1,2-ungesättigten PA von 283 µg/kg und ein P95 von 958 µg/kg ermittelt.

Insgesamt zeigt sich, dass von den 263 Proben 40 % einen Gehalt an 1,2-ungesättigten PA unterhalb der NWG aufweisen. Der MW liegt bei 2.680 µg/kg, das P95 liegt bei 4.470 µg/kg. Die Gehaltsdaten (N=180, 96 < NWG) ohne die Gehalte an 1,2-ungesättigten PA von Borretsch, Liebstöckelkraut und Oregano zeigen einen MW von 186 µg/kg und das P95 liegt bei 685 µg/kg. Diese Zeile ist in die Tabelle aufgenommen worden, um zu zeigen, wie hoch die Gehalte der Gruppe „Gewürze und Kräuter“ ohne die drei hoch belasteten Kräuter wären.

Für die Expositionsbeurteilung wurde davon ausgegangen, dass alle beprobten Kräuter (mit Ausnahme von Petersilie) vor der Untersuchung getrocknet wurden und sich die übermittelten Daten somit auf die getrocknete Angebotsform beziehen.

3.1.3.1.2 Verzehrdaten

Die Nationale Verzehrsstudie II (NVS II) ist die zurzeit aktuellste repräsentative Studie zum Verzehr der deutschen Bevölkerung. Die Studie, bei der etwa 20.000 Personen im Alter zwischen 14 und 80 Jahren mittels drei verschiedener Erhebungsmethoden (Dietary History, 24 h-Recall und Wiegeprotokoll) zu ihrem Ernährungsverhalten befragt wurden, fand zwischen 2005 und 2006 in ganz Deutschland statt (MRI 2008). Die hier vorliegenden Auswertungen basieren auf den Daten der beiden unabhängigen 24 h-Recalls der NVS II, die in einem computergestützten Interview mittels „EPIC-SOFT“ erhoben wurden (Krems *et al.* 2006; MRI 2008). Es wurden Daten von 13.926 Personen, von denen beide Interviews vorlagen, ausgewertet. Aufgrund des Vorliegens von Verzehrangaben zu einzelnen Tagen ist die Methode der 24 h-Recalls sowohl für Expositionsabschätzungen bei akuten als auch bei chronischen Risiken geeignet. Für die Aufnahmeschätzungen wurden die individuellen Körpergewichte der Befragten zugrunde gelegt (MRI 2008).

Eine weitere Differenzierung in die verschiedenen Kräuterarten wurde aufgrund der Unzuverlässigkeit der Datenerhebung für Kräuter und Gewürze bei der Auswertung der Verzehrdaten der 24 h-Recalls der NVS II nicht vorgenommen.

3.1.3.2 Expositionsschätzung

3.1.3.2.1 Langfristige (chronische) Exposition

Die Aufnahmeschätzung für die Langzeitaufnahme wird anhand des kumulierten Verzehrs für Kräuter aus den 24 h-Recalls betrachtet. Bei den Verzehrnern werden Durchschnitts- und Vielverzehrer unterschieden. Die Gehalte werden in die Kategorien (1) „unter der Nachweisgrenze“, (2) „geringe Gehalte“, (3) „mittlere Gehalte“ und (4) „hohe Gehalte“ gruppiert (**Tabelle 2**).

Tabelle 2. Ermittelte PA-Summengehalte in Kräutern über verschiedene Konzentrationsbereiche in µg/kg.

	Häufigkeit	Anteil in [%]
< NWG	105	39,9
Gering (NWG – 500)	88	33,5
Mittel (500 – 2000)	37	14,1
Hoch (> 2000)	33	12,5
Gesamt	263	100,0

Als Gehaltsdaten für die Expositionsschätzung werden gerundete Werte aus dem MW und dem Median der PA-Summen der in **Tabelle 2** dargestellten Konzentrationsbereiche herangezogen (**Tabelle 3**). Mit Ausnahme der Gruppe der hoch belasteten Kräuter sind damit die angesetzten ermittelten Gehalte für alle Gruppen konservativ im Vergleich zum MW und Median. In der Gruppe der hoch belasteten Kräuter liegt der MW deutlich höher, aber aufgrund der Probenzahlen und der größeren Robustheit des Median gegenüber Ausreißern, wurde sich hier nur am Median orientiert.

Die Aufnahmemenge für Erwachsene wird sowohl für Durchschnittsverzehrer als Produkt des Medians sowie dem Mittelwert des Verzehr und den herangezogenen Gehalten an 1,2-ungesättigten PA, als auch für Vielverzehrer als Produkt des 95. Perzentils des Verzehr und den Gehalten berechnet.

Tabelle 3. Langfristige Exposition für Erwachsene (14-80 Jahre) gegenüber 1,2-ungesättigte PA durch den Verzehr von Kräutern.

	Verzehrmenge von Kräutern (g/kg Körpergewicht /Tag)	Herangezogener PA-Gehalt (µg/kg)	MW PA-Gehalt (µg/kg)	Median PA-Gehalt (µg/kg)	Aufnahme (µg/kg Körpergewicht/Tag)
Erwachsene, Durchschnittsverzehrer (Median)	0,011	100 (gering)	88	38	0,001
	0,011	1.000 (mittel)	1.000	929	0,011
	0,011	4.000 (hoch)	20.000	3.642	0,043
Erwachsene, Durchschnittsverzehrer (Mittelwert)	0,024	100 (gering)	88	38	0,002
	0,024	1.000 (mittel)	1.000	929	0,024
	0,024	4.000 (hoch)	20.000	3.642	0,095
Erwachsene, Vielverzehrer (P95)	0,087	100 (gering)	88	38	0,009
	0,087	1.000 (mittel)	1.000	929	0,087
	0,087	4.000 (hoch)	20.000	3.642	0,348

Für erwachsene Durchschnittsverzehrer (Median) resultiert je nach zugrunde gelegtem Gehalt eine Aufnahme an 1,2-ungesättigten PA von 0,001 bis etwa 0,04 µg/kg Körpergewicht. Bei den erwachsenen Vielverzellern ist die Aufnahme je nach zugrunde gelegtem Gehalt mit 0,009 bis etwa 0,35 µg/kg Körpergewicht deutlich größer.

3.1.3.2 Kurzfristige (akute) Exposition

Im Gegensatz zur Abschätzung der langfristigen Exposition werden für die Abschätzung der kurzfristigen Exposition nicht die Verzehrsmengen aus den 24 h-Recalls der NVS II zugrunde gelegt, sondern Verzehrsmengen anhand von ausgewählten Rezepten definiert, in denen üblicherweise bestimmte Kräuter verwendet werden. Normalerweise wird für die Berechnung der akuten Exposition auf individueller Ebene das Maximum der beiden Verzehrstage aus den 24 h-Recalls gebildet und dann das 95. Perzentil der Verzehrsmengen der Verzehrer ermittelt. Die kumulierten Verzehrsmengen, die bspw. für die langfristige Exposition verwendet wurden, würden den Verzehr von Kräutern insgesamt widerspiegeln. Die Berücksichtigung einer ganzen Gruppe ist für die Abschätzung der akuten Exposition aber unüblich. Es würde dadurch ein Szenario entstehen, bei dem alle Kräuter, die an einem Tag verzehrt werden, als hochbelastet angenommen würden. Die beschriebene Annahme ist aber für die akute Exposition unrealistisch. Eine Abbildung von Einzelfällen könnte weiterhin nicht gewährleistet werden. Des Weiteren könnte selbst durch Aggregation der Verzehrsmengen für

Kräuter insgesamt nicht auf die verwendete Verzehrsmenge von Borretsch geschlossen werden, da Borretsch in den Verzehrserhebungen nicht explizit benannt bzw. ausgewiesen ist.

Vor dem Hintergrund des oben dargestellten Zusammenhangs werden für die Abschätzung der akuten Exposition Szenarien beschrieben, bei denen die Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA über Verzehr bestimmter Kräuter-haltiger Gerichte abgeschätzt wird. Dabei liegt der Fokus auf hochkontaminierten Kräutern (hohes 95. Perzentil). Die Wahl der Rezepte für die entsprechenden Gerichte erfolgte anhand einer durchgeführten Verbraucherbefragung zu den meistverwendeten Informationsquellen für Kochrezepte. Für die Auswahl der Rezepte wurden die Mengen für die eingesetzten Kräuter aus einschlägigen Kochbüchern sowie aus den Rezepten von „*chefkoch.de*“ verglichen und durch ausgebildete Köche plausibilisiert. Dabei wurde ein konservativer Ansatz verwendet und die höheren Mengen an empfohlener Kräuterbeigabe gewählt.

Szenario 1 „Borretsch“:

Herangezogenes Rezept „Frankfurter Grüne Soße“

(Quelle: <https://www.chefkoch.de/rezepte/1021661207383908/Frankfurter-Gruene-Sosse.html>, meiste Klicks, beste Bewertung):

Die Kräutermischung besteht oft aus 25 g Schnittlauch, 25 g Petersilie, 25 g Kerbel, 25 g Kresse, 25 g Sauerampfer, 25 g Borretsch, 10 g Estragon, 10 g Dill, 10 g Bohnenkraut. Für die Berechnung der kurzfristigen Exposition werden 25 g Borretsch zugrunde gelegt.

Szenario 2 „Oregano“:

Herangezogenes Rezept „Tomatensauce“

(Quelle: Schulkochbuch Jubiläumsausgabe, Dr. Oetker):

Zugefügt wurde 1 EL gehackter Oregano.

Für die Berechnung der kurzfristigen Exposition werden 2 g Oregano zugrunde gelegt.

Szenario 3 „Liebstöckel und Petersilie Blattgewürz“:

Herangezogenes Rezept „Pichelsteiner“-Eintopf

(Quelle: Schulkochbuch Jubiläumsausgabe, Dr. Oetker):

Zugefügt wurde Liebstöckel (gerebelt), 2 EL gehackte Petersilie.

Für die Berechnung der kurzfristigen Exposition werden 2 g Liebstöckel und 4 g getrocknete Petersilie zugrunde gelegt.

Die für die Berechnung der akuten Exposition herangezogene Verzehrsmenge ergibt sich aus den oben dargestellten Mengen bezogen auf ein Standard-Körpergewicht von 70 kg für einen Erwachsenen (EFSA 2012). Um dem Umstand Rechnung zu tragen, dass ein Gericht mit der oben dargestellten verwendeten Kräutermenge rund drei Portionen ergibt und nur ein Teil in einer Mahlzeit oder über mehrere Mahlzeiten verteilt verzehrt wird, erfolgte die Anwendung eines Faktors von 3. Somit wird bei der akuten Schätzung davon ausgegangen, dass eine Person 1/3 der Gesamtrezeptmenge, also eine Portion, verzehrt. Bei Verzehr von mehr als einer Portion würde die Exposition entsprechend steigen.

Die Gehalte an 1,2-ungesättigten PA im P95 der betrachteten Kräuter werden für die Expositionsschätzung eingesetzt (**Tabelle 1**). Für Petersilie wird das P95 des Petersilien-Blattgewürzes herangezogen. Aus den Einzeldaten des BVL kann nicht abgeleitet werden, ob Borretsch als Blattgewürz, also in getrocknetem, oder frischem Zustand beprobt wurde. Es wurde ein konservativer Ansatz gewählt und davon ausgegangen, dass die Gehaltsdaten auf getrockneten Borretsch zurückzuführen sind. Dies wiederum kann zu einer Überschätzung der Aufnahmemengen führen.

Tabelle 4. Kurzfristige Exposition gegenüber 1,2-ungesättigte PA durch den Verzehr von Gerichten mit Kräutern.

		Verzehrmenge (g/kg Körpergewicht/Tag)	P95 (PA-Gehalt) (µg/kg)	PA-Aufnahme (µg/kg Körpergewicht/Tag)
Szenario 1	Borretsch	0,12	248.061	29,53
Szenario 2	Oregano	0,01	26.805	0,26
Szenario 3	Liebstöckel + Petersilie Blattgewürz	0,01 + 0,02 = 0,03	6.256 + 2.462 = 8.718	0,06 + 0,05 = 0,11

Bei dem in Szenario 1 beschriebenen Verzehr von „Frankfurter Grüner Soße“ kommt es unter der Annahme, dass sich die vorliegenden Gehaltsdaten auf getrockneten Borretsch beziehen, zu einer PA-Aufnahme von etwa 30 µg/kg Körpergewicht und Tag. Unter der Annahme, dass es sich um Frischware handelte, ergäbe sich bei Berücksichtigung eines Trocknungsfaktors von 4 immer noch eine Aufnahmemenge von rund 8 µg/kg Körpergewicht und Tag.

Der Verzehr von einer mit Oregano gewürzten Tomatensauce in Szenario 2 führt zu einer PA-Aufnahme von 0,26 µg/kg Körpergewicht und Tag.

Der Verzehr von „Pichelsteiner“-Eintopf führt in Szenario 3 zu einer PA-Aufnahme von 0,11 µg/kg Körpergewicht und Tag.

3.1.3.3 Beurteilung der Qualität der zur Expositionsschätzung verwendeten Daten

Aufgrund des Vorliegens von mindestens zwei einzelnen Tagen aus den 24 h-Recalls sind die Daten der NVS II prinzipiell sowohl für Expositionsschätzungen bei akuten als auch bei chronischen Risiken geeignet. Die Verzehrdaten für Gewürzkräuter sind jedoch mit Unsicherheiten behaftet, die auf die Anwendung von Standardrezepturen zurückzuführen sind, sowie darauf, dass die Verzehrsmengen von den Befragten schwer quantifiziert werden können. Es kann davon ausgegangen werden, dass es bei Erfassung von Kräutern und Gewürzen zu *under-reporting* (*Untererfassung*) kommt und dadurch die für die Expositionsschätzung zugrunde gelegten Verzehrsmengen zu niedrig sind. Weiterhin ist zu beachten, dass die Erhebung der Daten im Zeitraum 2005/2006 stattgefunden hat und sich die Verzehrsgewohnheiten seitdem verändert haben können.

Kräuter werden über den Tag verteilt in kleinen Mengen verzehrt, grundsätzlich aber über längere Zeiträume und in relativ konstantem Maße.

In Anbetracht der Tatsache, dass die verwendeten Kräuter für ein Gericht herangezogen werden, muss für die akute Exposition beachtet werden, dass das Gericht ggf. nicht vollständig verzehrt wird. Andererseits können am selben Tag mehrere Gerichte mit PA-haltigen Kräutern zur PA-Aufnahme beitragen.

Grundsätzlich muss die Ausschöpfung der einzelnen Lebensmittel vor dem Hintergrund der Gesamtaufnahme aus allen Lebensmitteln betrachtet werden.

Für Basilikum und Schnittlauch lagen nur wenige Proben vor. Hier wäre eine weitere Beprobung erforderlich, um ein besseres Bild über die Gehalte und die sich daraus ergebende Expositionsschätzung zu gewinnen.

3.1.4 Risikocharakterisierung

Zum jetzigen Zeitpunkt fehlen belastbare Daten sowohl zum längerfristigen als auch zum kurzzeitigen Verzehr von verschiedenen Kräutern und damit auch zur Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA über diese Quelle. Eine abschließende Charakterisierung des möglichen Risikos, das sich aus dem Verzehr von mit 1,2-ungesättigten PA belasteten Kräutern ergibt, ist daher gegenwärtig nicht möglich. Die im Folgenden dargestellte vorläufige gesundheitliche Einschätzung der erhobenen Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in Kräutern basiert daher auf konservativen Expositionsszenarien. Sowohl die Expositionsschätzung für die langfristige Exposition als auch die über Modellgerichte abgeschätzte mögliche kurzfristige Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA über Kräuter ist daher mit Unsicherheiten behaftet.

3.1.4.1 Mögliche gesundheitliche Risiken bei langfristiger (chronischer) Exposition

Auf Basis des toxikologischen Referenzpunktes für 1,2-ungesättigte PA in Form des BMDL₁₀ von 237 µg/kg Körpergewicht und Tag sowie der im Kapitel 3.1.3.2.1 abgeschätzten langfristigen Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA wird der MOE berechnet.

Tabelle 5. MOE-Werte, die sich aus der langfristigen Exposition gegenüber PAs für Erwachsene (14-80 Jahre) durch den Verzehr von Kräutern ergeben.

	Verzehr (g/kg Körpergewicht/Tag)	Herangezogener PA-Gehalt (µg/kg)	MW PA-Gehalt (µg/kg)	Median PA-Gehalt (µg/kg)	PA-Aufnahme (µg/kg Körpergewicht/Tag)	MoE
Erwachsene, Durchschnittsverzehrer (Median)	0,011	100 (gering)	88	38	0,001	223.059
	0,011	1.000 (mittel)	1.000	929	0,011	22.306
	0,011	4.000 (hoch)	20.000	3.642	0,043	5.576
Erwachsene, Durchschnittsverzehrer (Mittelwert)	0,024	100 (gering)	88	38	0,002	100.188
	0,024	1.000 (mittel)	1.000	929	0,024	10.019
	0,024	4.000 (hoch)	20.000	3.642	0,095	2.505
Erwachsene, Vielverzehrer (P95)	0,087	100 (gering)	88	38	0,009	27.211
	0,087	1.000 (mittel)	1.000	929	0,087	2.721
	0,087	4.000 (hoch)	20.000	3.642	0,348	680

Für erwachsene Durchschnittsverzehrer (Median) ergibt sich bei Verzehr von Kräutern mit geringen und mittleren Gehalten (100 µg/kg und 1.000 µg/kg) jeweils ein MOE oberhalb von 10.000. Erst bei Verzehr von Kräutern mit hohen Gehalten (4.000 µg/kg) kommt es zu einer Unterschreitung des MOE von 10.000. Bei Vielverzehrern von Kräutern wird ein MOE von 10.000 hingegen bereits bei alleinigem Verzehr von Kräutern mit mittleren Gehalten (1.000 µg/kg) deutlich unterschritten.

Bei der Interpretation ist allerdings zu beachten, dass diese MOE-Werte aus der alleinigen Aufnahme von PA über Verzehr von Kräutern resultieren. Für eine Risikobewertung müssen

jedoch alle Aufnahmequellen für 1,2-ungesättigte PA berücksichtigt werden. Frühere Expositionsschätzungen des BfR, in denen Kräuter quantitativ nicht berücksichtigt werden konnten, zeigten, dass die hauptsächliche Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA primär durch Kräutertee und Tee sowie Honig getragen wird. Die abgeschätzte Exposition unter Berücksichtigung insbesondere von Kräutertee und Tee sowie Honig führt bereits zu MOE-Werten um oder unterhalb von 10.000 (BfR 2016, 2018). Der Verzehr von Kräutern führt somit zu einer weiteren Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA.

3.1.4.2 Mögliche gesundheitliche Risiken bei kurzfristiger Exposition

Für die gesundheitliche Einschätzung möglicher Wirkungen nach kurzfristigem Verzehr von mit 1,2-ungesättigten PA belasteten Kräutern werden die im Kapitel 3.1.3.2.2 über Modellgerichte abgeschätzten Expositionen mit dem für die Bewertung der nicht-neoplastischen Wirkungen hilfsweise herangezogenen HBGV-Wert von 0,1 µg/kg Körpergewicht und Tag verglichen.

Tabelle 6. Kurzfristige Exposition gegenüber PA durch den Verzehr von Gerichten mit Kräutern und Ausschöpfung des für die Bewertung der nicht-neoplastischen Wirkungen hilfsweise herangezogenen HBGV-Wertes von 0,1 µg/kg Körpergewicht und Tag.

		Verzehrmenge (g/kg Körpergewicht/Tag)	P95 PA-Gehalt (µg/kg)	Aufnahme (g/kg Körpergewicht/Tag)	UF*
Szenario 1	Borretsch	0,119	248.061	29,531	295
Szenario 2	Oregano	0,010	26.805	0,255	2,6
Szenario 3	Liebstöckel + Petersilie Blattgewürz	0,010 + 0,019 = 0,029	6.256 + 2.462 = 8.718	0,060 + 0,047 = 0,107	1,1

* UF: Überschreitungsfaktor. Er bezieht sich auf den hilfsweise abgeleiteten HBGV-Wert von 0,1 µg/kg Körpergewicht.

Bei Verwendung hochbelasteter Kräuter für die Zubereitung der drei Modellgerichte können bei Verzehr jedes der Gerichte Expositionen gegenüber 1,2-ungesättigten PA erreicht werden, die den für die Bewertung der nicht-neoplastischen Wirkungen hilfsweise herangezogenen HBGV-Wert von 0,1 µg/kg Körpergewicht und Tag übersteigen. Der abgeschätzte Wert für die Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA in Szenario 1 (Borretsch-haltiges Gericht) lässt erkennen, dass Kräuter, die selbst PA-Bildner sind, in besonderem Maße zur Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA beitragen können.

4 Handlungsrahmen/Maßnahmen

Die vorläufige Abschätzung verdeutlicht, dass der Verzehr von Kräutern – obwohl deren Verzehrsmenge gering ist – erheblich zur langfristigen wie auch kurzfristigen Exposition gegenüber 1,2-ungesättigten PA beitragen kann. Allerdings sind sowohl die Expositionsschätzung für die langfristige Exposition als auch die über Modellgerichte abgeschätzte mögliche kurzfristige Aufnahme von 1,2-ungesättigten PA über Kräuter mit Unsicherheiten behaftet. Zum jetzigen Zeitpunkt fehlen insbesondere belastbare Daten zum längerfristigen und zum kurzzeitigen Verzehr verschiedener Kräuter.

Es ist besonders hervorzuheben, dass die im Rahmen dieser Stellungnahme abgeschätzten Aufnahmemengen an 1,2-ungesättigten PA ausschließlich über Kräuter als Aufnahmequelle zustande kommen. Bei der Bewertung des möglichen gesundheitlichen Risikos für Verbraucherinnen und Verbraucher sind jedoch alle Quellen für 1,2-ungesättigte PA zu berücksichtigen.

gen. Die im Rahmen einer früheren Stellungnahme abgeschätzte Exposition unter Berücksichtigung insbesondere von Kräutertee und Tee sowie Honig ergab bereits ohne Berücksichtigung von Kräutern MOE-Werte von weniger als 10.000 (BfR 2016, 2018).

Da selbst geringe Aufnahmemengen genotoxisch-karzinogener Substanzen, insbesondere bei regelmäßigem Verzehr, mit einer Erhöhung des gesundheitlichen Risikos verbunden sein können, gilt die Empfehlung, die Aufnahme dieser Substanzen so weit zu minimieren, wie dies vernünftigerweise erreichbar ist (ALARA-Prinzip: as low as reasonably achievable). Aus toxikologischer Sicht sollte auch weiterhin eine hohe Priorität darin bestehen, Maßnahmen zu ergreifen, um die Gehalte an 1,2-ungesättigten PA in Lebensmitteln zu verringern.

Weitere Informationen auf der BfR-Website zum Thema Pyrrolizidinalkaloide

Fragen und Antworten zu Pyrrolizidinalkaloiden:

https://www.bfr.bund.de/de/fragen_und_antworten_zu_pyrrolizidinalkaloiden_in_lebensmitteln-187302.html

Aktualisierte Risikobewertung zu Gehalten an 1,2-ungesättigten Pyrrolizidinalkaloiden (PA) in Lebensmitteln:

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/aktualisierte-risikobewertung-zu-gehalten-an-1-2-ungesaettigten-pyrrolizidinalkaloiden-pa-in-lebensmitteln.pdf>



„Stellungnahmen-App“ des BfR

5 Referenzen

1. Allgaier C. and Franz S. (2015). Risk assessment on the use of herbal medicinal products containing pyrrolizidine alkaloids. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 73: 494-500.
2. BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, DE), (2016). Pyrrolizidinalkaloide: Gehalte in Lebensmitteln sollen nach wie vor so weit wie möglich gesenkt werden. Stellungnahme Nr. 030/2016 des BfR vom 28. September 2016.
3. BfR (Bundesinstitut für Risikobewertung, DE), (2018). Aktualisierte Risikobewertung zu Gehalten an 1,2-ungesättigten Pyrrolizidinalkaloiden (PA) in Lebensmitteln. Stellungnahme Nr. 020/2018 des BfR vom 14. Juni 2018.
4. Bode A. M. and Dong Z. (2015). Toxic phytochemicals and their potential risks for human cancer. *Cancer Prevention Research* 8: 1-8.
5. Bunchorntavakul C. and Reddy K. R. (2013). Review article: herbal and dietary supplement hepatotoxicity. *Alimentary Pharmacology & Therapeutics* 37: 3-17.

6. EFSA (European Food Safety Authority: Scientific Committee) (2005). Opinion of the Scientific Committee on a request from EFSA related to a harmonised approach for risk assessment of substances which are both genotoxic and carcinogenic. Request No EFSA-Q-2004-020, adopted on 18 October 2005. The EFSA Journal 282.
7. EFSA (European Food Safety Authority: Scientific Committee) (2012). Guidance on selected default values to be used by the EFSA Scientific Committee, Scientific Panels and Units in the absence of actual measured data. EFSA Journal 10(3): 2579.
8. EFSA (European Food Safety Authority: Scientific Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM)) (2017). Risks for human health related to the presence of pyrrolizidine alkaloids in honey, tea, herbal infusions and food supplements. EFSA Journal 15(7): 4908: 34.
9. IARC (World Health Organization: International Agency for Research on Cancer) (1976). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risk of chemicals to man. Vol. 10: Some naturally occurring substances.
10. IARC (World Health Organization: International Agency for Research on Cancer) (2002). IARC Monographs on the evaluation of carcinogenic risks to humans. Vol. 82: Some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene.
11. IPCS/INCHEM (World Health Organization: International Programme on Chemical Safety). (1988). Pyrrolizidine alkaloids. Environmental Health Criteria., Vol. 80
12. Krems C., Bauch A., Götz A., Heuer T., Hild A., Möseneder J., Brombach C. (2006). Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. Ernährungs Umschau 53: 44-50.
13. Mattocks A.R. (1986). Chemistry and toxicology of pyrrolizidine alkaloids, Academic Press Inc, London.
14. MRI (Max Rubner-Institut - Bundesforschungsinstitut für Ernährung und Lebensmittel) (2008). Nationale Verzehrsstudie II (NVS II). Ergebnisbericht Teil 1 und 2.
15. NTP (US National Toxicology Program) (2003). NTP Technical Report on the toxicology and carcinogenesis studies of Riddelliine (CAS No. 23246-96-0) in F344/N rats and B6C3F1 mice (Gavage studies). NTP Technical Report Series 508 (NIH Publication No. 034442).
16. Smith L. W. and Culvenor C. C. J. (1981). Plant sources of hepatotoxic pyrrolizidine alkaloids. Journal of Natural Products 44: 129-152.
17. T. Danninger, U. Hagemann, V. Schmidt, P.S. Schönhöfer (1983). Zur Toxizität pyrrolizidinalkaloidhaltiger Arzneipflanzen. Pharmazeutische Zeitung 128: 289-303.
18. Teuscher E. and Lindequist U. (2010). Biogene Gifte - Biologie-Chemie-Pharmakologie-Toxikologie. 3. Aufl., Stuttgart.
19. Wiedenfeld H., Roeder E., Bourauel T., Edgar J. (2008). Pyrrolizidine alkaloids - structure and toxicity, Bonn University Press at V&R Unipress, Göttingen.

Über das BfR

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Es berät die Bundesregierung und die Bundesländer zu Fragen der Lebensmittel-,

Chemikalien- und Produktsicherheit. Das BfR betreibt eigene Forschung zu Themen, die in engem Zusammenhang mit seinen Bewertungsaufgaben stehen.