



# CYANOGENE GLYKOSIDE IN LEINSAMEN

## RISIKOBEWERTUNG

**HERZOG Katja, HOFSTÄDTER Daniela**

Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit  
Fachbereich Daten, Statistik und Risikobewertung  
Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN  
Tel: +43 (0) 505 55 - 25723  
Email: [katja.herzog@ages.at](mailto:katja.herzog@ages.at)

## ZUSAMMENFASSUNG

---

Cyanogene Glycoside sind chemische Verbindungen, welche natürlicherweise in einigen Pflanzen vorkommen und aus denen, unter bestimmten Umständen, Blausäure freigesetzt werden kann. In diesem Zusammenhang ist insbesondere das Amygdalin aus Bittermandeln und Aprikosenkernen bekannt; diese können bei übermäßigem Verzehr auch zu einer Blausäurevergiftung führen. In Leinsamen kommen v.a. die cyanogenen Glykoside Linustatin, Neolinustatin und Linamarin vor. In einer Humanstudie wurde gezeigt, dass äquivalente Mengen an Cyanid in Form unterschiedlicher Lebensmittel nicht zu einem gleichwertigen Anstieg der Blutcyanidkonzentration führen. Dieser Umstand ist auf die unterschiedlichen Gehalte an endogenen  $\beta$ -Glucosidasen, in den jeweiligen Lebensmitteln zurückzuführen. Diese Enzyme setzen Cyanid aus cyanogenen Glykosiden frei. Da Leinsamen im Gegensatz zu bitteren Aprikosenkernen oder Cassava, nur geringe Mengen an  $\beta$ -Glucosidase enthält, steigt auch der Blutcyanidgehalt nach dem Verzehr geschroteter Leinsamen nur vergleichsweise gering an. Bei verzehrsüblichen Mengen von bis zu 30 g geschrotetem Leinsamen pro Mahlzeit kann eine Gefährdung der Gesundheit bei Jugendlichen ab 13 Jahren und Erwachsenen weitestgehend ausgeschlossen werden. Bei Kindern kann durch den Verzehr von bis zu 30 g Leinsamen eine gesundheitliche Beeinträchtigung nach heutigem Wissensstand nicht ausgeschlossen werden. Eine gesundheitliche Beeinträchtigung durch den Verzehr von ganzen, nicht geschroteten Leinsamen oder von Leinöl gilt als ausgeschlossen.

# INHALTSVERZEICHNIS

---

<b>ZUSAMMENFASSUNG.....</b>	<b>II</b>
<b>INHALTSVERZEICHNIS.....</b>	<b>III</b>
<b>TABELLENVERZEICHNIS.....</b>	<b>IV</b>
<b>ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS.....</b>	<b>IV</b>
<b>1 EINLEITUNG.....</b>	<b>5</b>
<b>2 RISIKOBEWERTUNG .....</b>	<b>6</b>
<b>2.1 Gefahrenidentifizierung.....</b>	<b>6</b>
<b>2.2 Gefahrencharakterisierung.....</b>	<b>6</b>
<b>2.3 Expositionsabschätzung.....</b>	<b>9</b>
<b>2.4 Risikocharakterisierung.....</b>	<b>10</b>
<b>3 LITERATURVERZEICHNIS .....</b>	<b>12</b>

## TABELLENVERZEICHNIS

---

- Tabelle 1: Toxikologische Kennzahlen unterschiedlicher Altersgruppen bei akuter Aufnahme von **3,3 mg Cyanid** aus **15 g geschroteten Leinsamen** mit einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg, ausgehend von einer **ARfD von 0,075 mg/kg Körpergewicht** ..... 10
- Tabelle 2: Toxikologische Kennzahlen unterschiedlicher Altersgruppen bei akuter Aufnahme von **6,6 mg Cyanid** aus **30 g geschroteten Leinsamen** mit einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg, ausgehend von einer **ARfD von 0,075 mg/kg Körpergewicht** ..... 10

## ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

---

ARfD	Akute Referenzdosis
BfR	Bundesinstitut für Risikobewertung
CNGs	<i>Cyanogenic glycosides</i> , cyanogene Glykoside
EFSA	<i>European Food Safety Authority</i> , Europäische Behörde für Lebensmittelsicherheit
JECFA	Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives

## 1 EINLEITUNG

Im November 2016 kursierten im Internet sowie in Druckmedien Berichte über mögliche gesundheitsgefährdende Auswirkungen durch den Verzehr von geschroteten Leinsamen. Demnach würde das schwedische Lebensmittelamt aufgrund neuer Untersuchungen vor dem Verzehr von geschroteten Leinsamen abraten, da diese *giftig* seien. Grund für deren Giftigkeit sei die in ihnen enthaltene Blausäure, welche beim Verzehr von geschrotetem, nicht aber ganzem Leinsamen vom Körper aufgenommen werde. Um das tatsächliche Risiko für die Verbrauchergesundheit abschätzen zu können, wurde seitens der Abteilung für Risikobewertung die folgende Risikobewertung angefertigt.

## 2 RISIKOBEWERTUNG

### 2.1 Gefahrenidentifizierung

Cyanogene Glykoside sind chemische Verbindungen, welche natürlicherweise in einigen Pflanzen, etwa der Gattung der Rosengewächse, Wolfsmilchgewächse, Leingewächse etc. vorkommen. Die eigentlich toxische Substanz ist Cyanid (Salz der Blausäure), welches durch enzymatische Hydrolyse aus cyanogenen Glykosiden abgespalten werden kann. Bekannt für ihren hohen Gehalt an cyanogenen Glykosiden und der damit einhergehenden Toxizität sind vorwiegend Bittermandeln, bittere Aprikosenkerne, aber auch Cassava (Maniok) und Sorghum-Hirse (v.a. in der Viehzucht). Die Gruppe der cyanogenen Glykoside fasst verschiedene Substanzen zusammen, welchen die Anwesenheit einer  $\alpha$ -Hydroxynitril-Komponente sowie einer Glucose- oder Gentiobiose-Einheit gemein ist. Amygdalin ist das dominante cyanogene Glykosid in Bittermandeln und bitteren Aprikosenkernen, Linustatin und Neolinustatin kommen vorwiegend in Leinsamen vor. Linamarin kommt in geringen Mengen ebenfalls in Leinsamen vor, vorwiegend jedoch in Cassava (Abraham et al. 2016; Russo et al. 2014).

Verschiedene Untersuchungen an unterschiedlichen Proben handelsüblicher Leinsamen haben gezeigt dass die Cyanidgehalte in einem Bereich von 70-300 mg/kg, im Durchschnitt bei 127-165 mg/kg liegen (CVUA Sigmaringen 2009; CVUA Sigmaringen 2012; Cressey et al. 2013; Abraham et al. 2015;).

### 2.2 Gefahrencharakterisierung

Die letale Dosis von HCN (Cyanwasserstoff, Blausäure) beim Menschen liegt bei 0,5-3,5 mg/kg Körpergewicht. Der primäre Wirkmechanismus, welcher für die akute Toxizität verantwortlich ist, beruht auf der Hemmung der oxidativen Phosphorylierung, genaugenommen der Cytochromoxidase  $a_3$  im Mitochondrium. Zu den typischen Symptomen einer Cyanidvergiftung zählen Atemnot, Schwindel, Krämpfe, Bewusstlosigkeit, wobei letale Dosen schließlich durch innere Erstickung zum Tod führen.

Cyanidgehalte, die gemeinhin in analysierten Lebensmitteln festgestellt werden, beziehen sich auf das sog. „Gesamtcyanid“. Das Gesamtcyanid entspricht der Summe an freiem Cyanid und jenem, das nach vollständiger Hydrolyse der cyanogenen Glykoside freigesetzt wird. In vivo kann allerdings davon ausgegangen werden, dass nicht die vollständige Menge Cyanid aus cyanogenen Glykosiden freigesetzt wird (Abraham et al. 2016).

Nach oraler Aufnahme von intakten cyanogenen Glykosiden, wird ein Teil dieser resorbiert und teilweise wieder als solche über den Urin ausgeschieden. Die nicht-resorbierte Fraktion kann von Darmbakterien, welche über  $\beta$ -Glucosidase-Aktivität verfügen, enzymatisch hydrolysiert werden, wodurch Cyanid freigesetzt wird (JECFA 2011). Das mikrobiell freigesetzte Cyanid im Darm trägt allerdings nur geringfügig zur oralen Aufnahme von Cyanid aus Lebensmitteln bei (Abraham et al. 2016). Cyanid als solches wird nach oraler Aufnahme schnell resorbiert und über die Blutbahnen im Körper verteilt. Im Blut ist es vorwiegend in den Erythrozyten nachzu-

weisen (JECFA 2011). Die Detoxifikation erfolgt vorwiegend über die Leber, durch Konvertierung zum etwa 100-fach weniger toxischen Thiocyanat, welches über den Harn ausgeschieden wird. Darüber hinaus stellen die direkte chemische Bindung an schwefelhaltige Aminosäuren, sowie die Konjugation an Hydroxocobalamin weitere Möglichkeiten der Detoxifikation dar. Die Entgiftung erfolgt bei einer Rate von ca. 1 µg/kg Körpergewicht pro Minute, weshalb es durch Cyanidaufnahmen darüber zur kurzfristigen Akkumulation und somit zum Anstieg der Blutcyanidkonzentration kommt. Ab einer gewissen Blutkonzentration (ca. 40 µM) können Symptome einer akuten Vergiftung auftreten. Sofern eine Aufnahme im subklinischen Bereich erfolgt, sinkt die Blutcyanidkonzentration im Regelfall innerhalb von rund drei Stunden (Extremfälle ca. fünf Stunden) wieder auf ihren Ausgangszustand ab, was den täglich mehrmaligen Verzehr cyanidhaltiger Lebensmittel grundsätzlich ermöglicht (Abraham 2016; EFSA CONTAM 2016; JECFA 2011).

Gemeinhin wird beim Menschen eine Blutcyanidkonzentration von 20 µM als toxikologischer Schwellenwert angesehen, bis zu dem negative Auswirkungen auf die Gesundheit auszuschließen sind. Dieser Schwellenwert wurde auch für die Ableitung einer ARfD durch das BfR, sowie durch die EFSA, in Bezugnahme auf eine Humanstudie aus 2016 (Abraham et al.), herangezogen. Aufgrund der Anwendung unterschiedlicher Sicherheitsfaktoren kamen die beiden Institute zu unterschiedlichen Werten; EFSA: 0,020 mg/kg Körpergewicht und BfR: 0,075 mg/kg Körpergewicht. Die EFSA erachtet einen zusätzlichen Sicherheitsfaktor für Unterschiede in der Toxikokinetik für notwendig, während sich das BfR auf im Schwellenwert von 20 µM Blutcyanidkonzentration bereits vorhandene Sicherheitsfaktoren bezieht und zusätzliche Sicherheitsfaktoren als nicht notwendig erachtet. Für die Ableitung dieses toxikologischen Schwellenwertes (20 µM) wurden bereits Unterschiede in der interpersonellen Toxikokinetik berücksichtigt und tatsächliche Symptome einer akuten Vergiftung wurden erst bei Konzentrationen ab 40 µM beobachtet (EFSA CONTAM Panel 2016; Abraham et al 2016; BIOCONTAM 2016). Hierbei sollte allerdings berücksichtigt werden, dass sich die verwendeten Humandaten auf den Verzehr von bitteren Aprikosenkernen beziehen.

In derselben Studie wurde darüber hinaus die Bioverfügbarkeit von Cyanid aus verschiedenen Lebensmitteln eruiert, mit dem Ergebnis, dass Cyanid aus bitteren Aprikosenkernen und Cassava eine deutlich höhere Bioverfügbarkeit hat als aus geschrotetem Leinsamen oder aus dem verarbeiteten Produkt Persipan (ähnlich Marzipan, hergestellt aus Aprikosenkernen). Es wurden jeweils 6,8 mg Cyanid in Form verschiedener Nahrungsmittel verzehrt. Dies entsprach bei einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg einer Menge von 30,9 g geschrotetem Leinsamen. Die Autoren folgern, dass Unterschiede in der Bioverfügbarkeit auf die An- bzw. Abwesenheit der pflanzeigenen β-Glucosidase zurückzuführen sind, welche Cyanid aus cyanogenen Glykosiden freisetzt. Dementsprechend führte auch die Gabe reinen Amygdalins (ohne β-Glucosidase) nur zu einem sehr geringen Anstieg der Blutcyanidkonzentration verglichen mit der Gabe äquivalenter Cyanidmengen in Form von bitteren Aprikosenkernen oder Cassava. Das BfR weist bezüglich seiner Ableitung eines ARfD-Wertes darauf hin, dass dieser Ansatz für Cyanide und Lebensmittel mit einem hohen Gehalt intakter β-Glucosidase adäquat ist, jedoch für Lebensmittel, die natürli-



cherweise (z.B. Leinsamen) oder produktionsbedingt (z.B. Persipan) geringe Mengen  $\beta$ -Glucosidase aufweisen, überaus konservativ ist. Die EFSA hat ihren ARfD-Wert grundsätzlich im Kontext des Verzehrs von bitteren Aprikosenkernen publiziert und schreibt diesbezüglich „[...] an ARfD for cyanide of 0,02 mg/kg bw was established for use in assessing the risk associated with the presence of CNGs (Anm. *cyanogenic glycosides*) in apricot kernels.“ (EFSA CONTAM Panel 2016)

Ergänzend sei erwähnt, dass JECFA im Jahr 2011 ebenfalls eine ARfD ableitete und diese bei 0,090 mg/kg Körpergewicht lag. Da für die Ableitung allerdings eine Tierstudie mit Effekten auf Ebene der Reproduktionstoxizität herangezogen wurde, wird diese ARfD im Folgenden keine weitere Beachtung finden.

Bezugnehmend auf **geschroteten Leinsamen**, wurde in der Studie von Abraham et al. ein weiteres Experiment durchgeführt, in welchem eine Testperson an unterschiedlichen Tagen verschiedene Mengen (7,5-100 g) frisch geschroteten Leinsamen mit einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg erhielt. Durch aufgenommene Mengen von bis zu 60 g Leinsamen (bis zu 13,2 mg Cyanid) wurde die Blutcyanidkonzentration von 20  $\mu$ M nicht überschritten. Lediglich die Menge von 100 g Leinsamen (22 mg Cyanid) führte zu einem Anstieg von knapp über 40  $\mu$ M. Dieser Versuch darf aufgrund der Tatsache, dass nur eine Person untersucht wurde, keinesfalls als repräsentativ für die Gesamtpopulation erachtet werden, wenngleich er andere Untersuchungen in ihren Aussagen über die geringe Toxizität von Leinsamen im Zusammenhang mit den in ihnen enthaltenen cyanogenen Glykosiden unterstützt (Schulz et al. 1983; Chadha et al. 1995; Abraham et al. 2015;).

In diesem Zusammenhang ist es ebenfalls wichtig darauf hinzuweisen, dass bislang noch keinerlei Vergiftungserscheinungen im Zusammenhang mit dem Verzehr von Leinsamen gemeldet wurden.

Aufgrund ihrer Wasserlöslichkeit bleiben cyanogene Glykoside bei der Ölpressung im Presskuchen zurück, wodurch **Leinöl** weitestgehend frei von cyanogenen Glykosiden und Cyanid ist. Dies wurde auch durch eine Studie in Australien und Neuseeland bestätigt (Cunnane et al. 1993; Food Standard Australia and New Zealand 2014;).

**Ganzer, nicht geschroteter Leinsamen** passiert, mit Ausnahme jener Körner, die beim Kauen tatsächlich mechanisch aufgebrochen werden, zu einem großen Teil unverändert den Magen-Darm-Trakt und wird Großteils unverdaut mit den Faeces ausgeschieden. Deshalb kann davon ausgegangen werden, dass die Mengen an Cyanid, die aus nicht geschrotetem Leinsamen freigesetzt werden, im Vergleich zu geschrotetem Leinsamen äußerst gering sind. Die Annahme, dass ganzer Leinsamen unverdaut den Magen-Darm-Trakt passiert, wird auch durch Studien gestützt, in denen gezeigt wurde, dass sich positive Effekte auf die Blutlipide durch die im geschroteten Leinsamen und Leinöl enthaltene  $\alpha$ -Linolensäure, nicht aber durch ganzen Leinsamen einstellten (EMA 2015).

### 2.3 Expositionsabschätzung

Die Europäische Arzneimittel-Agentur (EMA) hat in ihrer Bewertung von Leinsamen als pflanzliches Arzneimittel, die **allgemeine Empfehlung von 10-15 g Leinsamen 2-3 Mal pro Tag als Laxativ** für Erwachsene, ältere Menschen und Jugendliche als effektiv und sicher eingestuft (EMA 2015). Wie bereits erläutert, erwies sich in der Humanstudie aus 2016 selbst der Verzehr von 30 g geschrotetem Leinsamen (220 mg/kg) als sicher, da es bei keiner der Testpersonen zu einer Erreichung des toxikologischen Schwellenwertes von 20 µM Cyanid im Blut kam. Bei weiteren Untersuchungen an einer einzelnen Testperson kam es selbst bei 60 g Leinsamen nicht zur Überschreitung dieses Schwellenwertes.

Spezifische **Verzehrdaten zu Leinsamen** liegen für Europa bzw. EU-Mitgliedsländer nur unvollständig vor und sind demnach nicht repräsentativ (Stand Januar 2017). An Tagen an denen Leinsamen konsumiert wurde, lagen die Aufnahmen, je nach EU-Land und Erhebung bei Erwachsenen im Durchschnitt zwischen 3 und 30 g, mit Maximalwerten von bis zu 156 g. Bei Kindern und Jugendlichen lagen die Aufnahmen im Durchschnitt bei 0,4 – 21,6 g (ebenfalls Max=21,6), wobei hier ein dem Alter direkt proportionaler Trend zu beobachten ist. Für Österreich liegen Verzehrdaten nur für Erwachsene (inkl. ältere Menschen) vor; und betragen im Durchschnitt 10 – 30 g, mit Maximalwerten von 40 g (EFSA 2008).

Für die nachfolgende Expositionsabschätzung wurde die ARfD (BfR) von 0,075 mg/kg Körpergewicht herangezogen, und nicht die ARfD (EFSA) von 0,020 mg/kg Körpergewicht, da letztere aufgrund zusätzlicher, nicht notwendiger Sicherheitsfaktoren als zu konservativ erachtet wird. Die akute Aufnahme pro kg Körpergewicht sowie die daraus resultierende prozentuelle Auslastung der ARfD nach dem Verzehr unterschiedlicher Mengen Leinsamen mit einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg ist gegliedert nach Altersgruppen in **Tabellen 1 und 2** dargestellt.

Aus Tabellen 1 und 2 geht hervor, dass sowohl der Verzehr von 30 g als auch von 15 g Leinsamen für Kinder bis 13 Jahren zu einer mindestens 2-fachen bis zu einer über 6-fachen Überschreitung der ARfD von 0,075 mg/kg Körpergewicht führt. Für Jugendliche ab 13 Jahren und Erwachsene kommt es bei der Verzehrsempfehlung von 15 g Leinsamen nicht zur Auslastung der ARfD. Beim Verzehr der doppelten Menge (30 g) kommt es bei Jugendlichen ab 13 Jahren und Erwachsenen zu einer Auslastung der ARfD von unter 200 %. Den Berechnungen liegt ein Cyanidgehalt von 220 mg/kg Leinsamen zugrunde, welcher überdurchschnittlich hoch ist, jedoch zugleich keinen Extremwert darstellt (vgl. Durchschnitt 127 – 165 mg/kg; Max 300 mg/kg).

**Tabelle 1:** Toxikologische Kennzahlen unterschiedlicher Altersgruppen bei akuter Aufnahme von **3,3 mg Cyanid** aus **15 g geschroteten Leinsamen** mit einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg, ausgehend von einer **ARfD von 0,075 mg/kg Körpergewicht**

<b>Altersgruppe</b> [Jahre]	<b>Körpergewicht</b> [kg] <sup>1</sup>	<b>Tolerierbare akute Gesamtaufnahme</b> [mg]	<b>Akute Aufnahme pro kg Körpergewicht</b> [mg/kg KG]	<b>Auslastung der ARfD</b> [%]
<b>1 – 4</b>	13	0,975	0,250	<b>333</b>
<b>4 – 7</b>	19	1,425	0,174	<b>232</b>
<b>7 – 10</b>	27	1,95	0,122	163
<b>10 – 13</b>	38	2,85	0,087	116
<b>13 – 15</b>	50	3,75	0,066	88
<b>Erwachsene</b>	60	4,5	0,055	73

<sup>1</sup> DACH 2001

**Tabelle 2:** Toxikologische Kennzahlen unterschiedlicher Altersgruppen bei akuter Aufnahme von **6,6 mg Cyanid** aus **30 g geschroteten Leinsamen** mit einem Cyanidgehalt von 220 mg/kg, ausgehend von einer **ARfD von 0,075 mg/kg Körpergewicht**

<b>Altersgruppe</b> [Jahre]	<b>Körpergewicht</b> [kg] <sup>1</sup>	<b>Tolerierbare akute Gesamtaufnahme</b> [mg]	<b>Akute Aufnahme pro kg Körpergewicht</b> [mg/kg KG]	<b>Auslastung der ARfD</b> [%]
<b>1 – 4</b>	13	0,975	0,508	<b>677</b>
<b>4 – 7</b>	19	1,425	0,347	<b>463</b>
<b>7 – 10</b>	27	1,95	0,244	<b>325</b>
<b>10 – 13</b>	38	2,85	0,174	<b>232</b>
<b>13 – 15</b>	50	3,75	0,132	176
<b>Erwachsene</b>	60	4,5	0,110	147

<sup>1</sup> DACH 2001

## 2.4 Risikocharakterisierung

Aufgrund der ausgeführten Erwägungen ist der ARfD-Wert von 0,075 mg/kg für Lebensmittel mit einem hohen Gehalt an endogener  $\beta$ -Glucosidase bei gleichzeitigem Vorhandensein von cyanogenen Glykosiden ausgerichtet. Für Lebensmittel mit niedriger oder fehlender  $\beta$ -Glucosidase-Aktivität ist diese ARfD als hochkonservativ und übermäßig protektiv anzusehen.

Dementsprechend gilt es eine Überschreitung dieser ARfD um das Doppelte beim Verzehr von geschrotetem Leinsamen noch zu tolerieren.

Für **Erwachsene und Jugendliche ab 13 Jahren** ist eine täglich mehrmalige (2-3x) Aufnahme von 15 g geschrotetem Leinsamen als toxikologisch unbedenklich einzustufen. Des Weiteren ist davon auszugehen, dass selbst eine akute Aufnahme von bis zu 30 g geschrotetem Leinsamen für diese Personengruppen, aufgrund des hochkonservativen Ansatzes bei der Ableitung der ARfD, kein Gesundheitsrisiko darstellt. Im Sinne eines präventiven Gesundheitsschutzes sollte allerdings von einer akuten Aufnahme von über 30 g geschrotetem Leinsamen abgesehen werden.

Bei **Kindern und Jugendlichen unter 13 Jahren** kommt es bei der akuten Aufnahme von 15 g geschrotetem Leinsamen bereits zu einer Überschreitung der ARfD, wobei für Kinder ab 7 Jahren ein Gesundheitsrisiko weitgehend ausgeschlossen werden kann, da die Auslastung der ARfD unter 200 % liegt. Bei Kindern unter 7 Jahren kann nach heutigem Wissensstand ein gesundheitliches Risiko durch den Verzehr von 15 g geschrotetem Leinsamen nicht ausgeschlossen werden. Bei einer akuten Aufnahme von 30 g geschrotetem Leinsamen kann ein gesundheitliches Risiko für Kinder bis 13 Jahre grundsätzlich nicht ausgeschlossen werden.

Zusammenfassend besteht für moderate Verzehrer von geschrotetem Leinsamen ab einem Alter von 13 Jahren kein Gesundheitsrisiko. Zugleich kann ein gesundheitliches Risiko durch den Verzehr von geschrotetem Leinsamen für Kinder bis 13 Jahre sowie für Erwachsene und Jugendliche mit überhöhtem Konsum (über 30 g pro Mahlzeit) nach heutigem Wissensstand nicht ausgeschlossen werden.

**Ganzer, nicht geschroteter Leinsamen** stellt aufgrund der zu vernachlässigenden Bioverfügbarkeit der in ihm enthaltenen Stoffe kein Gesundheitsrisiko für alle Altersgruppen in Bezug auf Cyanid dar.

Ebenfalls ist eine Gefährdung der Gesundheit durch Cyanid durch den Verzehr von **Leinöl** in allen Altersgruppen auszuschließen.

### 3 LITERATURVERZEICHNIS

Abraham K, Buhrke T, Lampen A (2016) Bioavailability of cyanide after consumption of a single meal of foods containing high levels of cyanogenic glycosides: a crossover study in humans; Arch Toxicol 90:559-574;

BIOCONTAM (Unit on Biological Hazards and Contaminants, 2016) Acute health risks related to consumption of raw apricot kernels and products thereof. Joint EFSA-EFET-BfR document. <https://www.efsa.europa.eu/sites/default/files/4424ax1.pdf> [Zugriff Januar 2017]

Chadha RK, Lawrence JF, Ratnayake WM (1995) Ion chromatographic determination of cyanide released from flaxseed under autohydrolysis conditions. Food Addit Contam 12:527-533

Cressey P, Saunders D, Goodman J (2013) Cyanogenic glycosides in plant-based foods available in New Zealand. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess 30:1946-1953

Cunnane SC et al. (1993) High  $\alpha$ -linolenic acid flaxseed (*Linum usitatissimum*): some nutritional properties in humans. Br J Nutr, 69, 443-453

CVUA Sigmaringen, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Sigmaringen (2009) Jahresbericht 2009. <http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuasig/JB2009.pdf> [Zugriff Januar 2017]

CVUA Sigmaringen, Chemisches und Veterinäruntersuchungsamt Sigmaringen (2012) Jahresbericht 2012. <http://www.ua-bw.de/uploaddoc/cvuasig/JB%202012.pdf> [Zugriff Januar 2017]

DACH (2001) Referenzwerte für Nährstoffzufuhr. Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) Teil 1: Nutritive Aspekte von Nährstoffen: Energie.

EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain, 2016) Scientific opinion on the acute health risks related to the presence of cyanogenic glycosides in raw apricot kernels and products derived from raw apricot kernels. EFSA Journal 2016; 14(4):4424, 47 pp. doi:10.2903/j.efsa.2016.4424

EFSA (2008) The EFSA Comprehensive European Food Consumption Database. Acute food consumption statistics, consuming days only, grams per day. <https://www.efsa.europa.eu/de/node/949501> [Zugriff Januar 2017]

EMA (European Medicine Agency, 2015) Assessment report on *Linum usitatissimum* L., semen. EMA/HMPC/377674/2014. Committee on Herbal Medicinal Products (HMPC) [http://www.ema.europa.eu/docs/en\\_GB/document\\_library/Herbal\\_-\\_HMPC\\_assessment\\_report/2015/07/WC500189484.pdf](http://www.ema.europa.eu/docs/en_GB/document_library/Herbal_-_HMPC_assessment_report/2015/07/WC500189484.pdf) [Zugriff Januar 2017]

Food Standards Australia and New Zealand (2014) SURVEY OF CYANOGENIC GLYCOSIDES IN PLANT-BASED FOODS IN AUSTRALIA AND NEW ZEALAND 2010-13 <http://www.foodstandards.gov.au/science/surveillance/Documents/FINAL%20report%20on%20>

survey%20of%20cyanogenic%20glycosides%20in%20plant-based%20foods.pdf [Zugriff Januar 2017]

JECFA (Joint WHO/FAO Expert Committee on Food Additives , 2011) Cyanogenic glycosides. In: Evaluation of certain food additives and contaminants. 74<sup>th</sup> report. [http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44788/1/WHO\\_TRS\\_966\\_eng.pdf](http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44788/1/WHO_TRS_966_eng.pdf) [Access January 2017]

Schulz V, Löffler A, Gheorghiu T (1983) Resorption von Blausäure aus Leinsamen. Leber Magen Darm 13:10-14

Russo R, Reggiani R (2014) Variation in the Content of Cyanogenic Glycosides in Flaxseed Meal from Twenty-One Varieties. J Nutr Food Sci, 5:1456-1462

# GESUNDHEIT FÜR MENSCH, TIER UND PFLANZE



## **Impressum**

Herausgeber:

AGES – Österreichische Agentur für  
Gesundheit und Ernährungssicherheit GmbH  
Spargelfeldstraße 191 | 1220 Wien

Tel.: +43 (0)5 0555-0

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