

**ABSCHÄTZUNG DER AUFNAHME VON NITRAT UND
NITRIT ÜBER LEBENSMITTEL
(ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNGEN 2013-2017)**

Autoren

Dr. Daniela Mihats

DI Elke Rauscher-Gabernig, MScTox

Martin Forsthuber (Praktikant)

**Österreichische Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit
Integrative Risikobewertung, Daten und Statistik
Spargelfeldstraße 191, 1220 WIEN**

Mai 2018

Zusammenfassung

Nitrat kommt natürlicherweise im Boden vor, wird aber auch durch Düngung auf Ackerflächen ausgebracht. Durch Regenfälle kann es zur Auswaschung des Nitrats in das Grundwasser kommen und somit die Trinkwasserqualität beeinflussen. Als Lebensmittelzusatzstoffe werden Nitrat und Nitrit zur Konservierung von Fleisch, Fisch und bestimmten Käsen eingesetzt. Die Hauptaufnahmekquellen von Nitrat sind Gemüse und Trinkwasser. Durch Bakterien, die natürlich im Speichel vorkommen, wird ein Teil des zugeführten Nitrats zu Nitrit reduziert. Im sauren Milieu des Magens kann es zu einer Reaktion von Nitrit mit Aminen und/oder Amiden kommen, wobei N-Nitroso-Verbindungen (NOC) entstehen können, die sich im Tierversuch als krebserregend erwiesen.

In der Österreichischen Agentur für Gesundheit und Ernährungssicherheit (AGES) wurden von 2013 bis 2017 insgesamt 3473 Lebensmittelproben auf Nitrat untersucht. Die höchsten Nitratgehalte in Gemüse wurden in der Lebensmittelgruppe Blattgemüse in Rucola gefunden. Der durchschnittliche Gehalt in Rucola beträgt 5002 mg/kg, das Maximum liegt bei 7833 mg/kg. Niedrigere Gehalte von bis zu durchschnittlich 1466 mg/kg wurden in anderem Blattgemüse wie Kopfsalat, Schnittsalat, Eisbergsalat und Spinat gefunden. Der Nitratgehalt in Fleischerzeugnisse ist mit Konzentrationen von 35 mg/kg in Würsten, 16 mg/kg in Fleischkonserven und 31 mg/kg in Pökelfwaren bedeutend niedriger.

Insgesamt 2719 Lebensmittelproben wurden auf Nitrit untersucht. Für Brühwürste konnte ein durchschnittlicher Gehalt von 10 mg/kg berechnet werden. In allen anderen Fleischerzeugnissen wie Rohwürsten, Kochwürsten, Fleischkonserven und Pökelfwaren wurden geringere Gehalte von 2 mg/kg bis 6 mg/kg ermittelt.

Die durchschnittliche ernährungsbedingte Exposition gegenüber Nitrat beträgt für Kinder 0,75 mg/kg KG/d, für Jugendliche 0,34 mg/kg KG/d und für Erwachsene 0,39 mg/kg KG/d, entsprechend einer Auslastung des ADI-Werts von 3,7 mg/kg KG/d für Nitrat zu maximal 20 % bei Kindern. Die Hauptaufnahmekquellen für Nitrat stellen vor allem Blattgemüse und Kohlgemüse dar. Fleischerzeugnisse haben nur eine geringe Bedeutung. Für Vielverzehrer wurden Expositionen von 5,86 mg/kg KG/d für Kinder, 3,35 mg/kg KG/d für Jugendliche und 3,64 mg/kg KG/d für Erwachsene abgeschätzt. Die Aufnahmemengen liegen für Jugendliche und Erwachsene bei 91 % und 98 % des ADI-Wertes. Bei Kindern ist der ADI-Wert zu 158 % ausgeschöpft.

Für Nitrit wurde eine durchschnittliche Gesamtaufnahme für Kinder von 0,009 bis 0,011 mg/kg KG/d [Lower Bound (LB) – Upper Bound (UB)], für Jugendliche von 0,005 bis 0,006 mg/kg KG/d und für Erwachsene von 0,003 mg/kg KG/d berechnet. Nitrit wird hauptsächlich über Würste aufgenommen. Die Gesamtaufnahme für Vielverzehrer liegt bei Kindern zwischen 0,036 und 0,042 mg/kg KG/d, und bei Jugendlichen und Erwachsenen zwischen 0,018 und 0,025 mg/kg KG/d. Sowohl die durchschnittlichen als auch die hohen Aufnahmemengen liegen mit einer maximalen Auslastung von 56 % unter dem ADI-Wert von 0,07 mg/kg KG/d für Nitrit.

Die in diesem Bericht durchgeführten Berechnungen zur Nitrat- und Nitritexposition der österreichischen Bevölkerung zeigen, dass die durchschnittlichen Aufnahmemengen unter dem jeweiligen ADI-Wert liegen. Nur bei Berechnungen mit hohem Verzehr ist der ADI-Wert für Nitrat bei Kindern überschritten. Ein gelegentliches Überschreiten des ADI stellt noch keine Gefahr für die betroffene Bevölkerungsgruppe dar. Ausgehend vom derzeitigen Stand des Wissens überwiegen die positiven Wirkungen des Verzehrs von Gemüse gegenüber einem möglichen Risiko.

Nichtsdestotrotz sollten die Gehalte in Lebensmitteln so niedrig wie möglich gehalten werden, um eine etwaige Nitrat- und Nitritaufnahme der österreichischen Bevölkerung zu reduzieren.

Summary

Nitrate occurs naturally in the soil, but it is also applied as a fertiliser on agricultural land. Rain can leach out nitrate to the groundwater and thus affect the quality of drinking water. As food additives nitrates and nitrites are used to preserve meat, fish and certain cheeses. The main sources of nitrate exposure are vegetables and drinking water. Naturally occurring bacteria in the saliva reduce a proportion of the nitrate to nitrite. In the acidic environment of the stomach nitrite may react with amines and/or amides to form N-nitroso compounds (NOC), which were found to be carcinogenic in animal experiments.

From 2013 to 2017 the Austrian Agency for Health and Food Safety (AGES) analysed a total of 3473 food samples for the presence of nitrate. The highest nitrate contents in vegetables were found in leafy vegetables in rocket. The mean concentration in rocket was 5002 mg/kg, the maximum 7833 mg/kg. Lower contents of up to 1466 mg/kg were found in other leafy vegetables such as lettuce, leaf lettuce, iceberg lettuce and spinach. The nitrate content in meat products was significantly lower with concentrations of 35 mg/kg in sausages, 16 mg/kg in canned meat and 31 mg/kg in cured meat products.

A total of 2719 food samples were tested for nitrite. For sausages, an average content of 10 mg/kg was calculated. In other meat products such as raw sausages, cooked sausages, canned meat and cured meat products lower levels of 2 mg/kg to 6 mg/kg were determined.

The average dietary exposure to nitrate is 0.75 mg/kg bw/d for children, 0.34 mg/kg bw/d for adolescents and 0.39 mg/kg bw/d for adults, corresponding to a maximum of 20 % of the ADI of 3.7 mg/kg bw/d in children. The main contributors to total nitrate intake are leafy and brassica vegetables. Meat products are of only minor importance. For high consumers, dietary exposures of 5.86 mg/kg bw/d for children, 3.35 mg/kg bw/d for adolescents, and 3.64 mg/kg bw/d for adults were estimated. The dietary intakes of adolescents and adults are below the ADI (91 % and 98 %, respectively). For children, the ADI is exceeded (158 %).

For nitrite, an average total intake for children of 0.009 to 0.011 mg/kg bw/d [Lower Bound (LB) – Upper Bound (UB)], for adolescents of 0.005 to 0.006 mg/kg bw/d and for adults of 0.003 mg/kg bw/d was calculated. The exposure to nitrite occurs mainly through the ingestion of sausages. The exposure for high consumers ranged from 0.036 to 0.042 mg/kg bw/d for children and from 0.018 to 0.025 mg/kg bw/d for adolescents and adults. For average and high consumers, the ADI of 0.07 mg/kg bw/d is not exceeded with a maximum of 56 % of the ADI.

The calculations of nitrate and nitrite exposure of the Austrian population in this report show that the estimated exposures of mean consumers are below the respective ADI. At high consumption, the dietary intake estimates exceeded the ADI for nitrates in children. However, exceeding the ADI on occasion does not necessarily pose a health risk to the respective population group. Based on the current state of knowledge, the positive effects of vegetable consumption outweigh a potential risk. Nevertheless, the levels in food should be kept as low as possible in order to reduce possible nitrate and nitrite exposure of the Austrian population.

Inhaltsverzeichnis

1. EINLEITUNG	7
2. ALLGEMEINER TEIL	7
2.1 Gesetzliche Regelungen.....	7
2.2 EU-Programme, nationale Programme/Schwerpunktaktionen.....	8
3. SPEZIELLER TEIL.....	8
3.1 Toxikologie.....	8
3.2 Auftretensdaten.....	9
3.2.1 Nitrat.....	9
3.2.2 Nitrit.....	12
3.3 Expositionsabschätzung.....	13
3.3.1 Verzehrdaten	13
3.3.2 Berechnung der Nitrataufnahmemengen.....	14
3.3.3 Berechnung der Nitritaufnahmemengen.....	17
3.4 Risikocharakterisierung	18
3.5 Diskussion zu Nitrat und Nitrit.....	19
4. UNSICHERHEITEN	20
5. SCHLUSSFOLGERUNG	22
6. LITERATUR	23

1. EINLEITUNG

Nitrat kommt natürlicherweise im Boden vor, wird aber auch durch Düngung auf Ackerflächen ausgebracht. Nitrat wird über die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen und dient der Pflanze als Stickstoffquelle zum Aufbau von organischen Verbindungen, wie Proteinen und Nukleinsäuren. Nitrat ist somit ein wichtiger Wachstumsfaktor für Pflanzen. Durch Regenfälle kann es zur Auswaschung des Nitrats in das Grundwasser kommen und somit die Trinkwasserqualität beeinflussen. Die Gehalte an Nitrat und Nitrit in Pflanzen können mitunter stark variieren, da das Ausmaß der Nitrataufnahme und Speicherung von der Intensität der Sonneneinstrahlung und der Pflanzenart abhängig ist.

Die Gehalte an Nitrat und Nitrit in Gemüse können durch verschiedene Faktoren bei der Lagerung und Verarbeitung beeinflusst werden. Chung und Kollegen (2004) beobachteten, dass während der Lagerung von Spinat und Chinakohl bei Raumtemperatur die Nitratgehalte sanken und die Nitritgehalte stiegen. Eine gekühlte Lagerung (7 Tage bei 5°C) führte zu keiner Veränderung der Nitrat- und Nitritgehalte. Auch durch das Einfrieren wurden die Gehalte nicht verändert (Schuster und Lee, 1987).

Da Nitrat wasserlöslich ist, können die Gehalte beim Waschen und Kochen von Gemüse verringert werden (Tamme et al., 2009, Ekart et al., 2013). Bei Kartoffeln waren die Nitratgehalte nach verschiedenen Verarbeitungsschritten (Waschen, Schälen und Spülen) um 18 bis 40 %, die Nitritgehalte um 25 bis 75 % reduziert (Mozolewski et al., 2004).

Als Lebensmittelzusatzstoffe werden Nitrat und Nitrit zur Konservierung von Fleisch, Fisch und bestimmten Käsen eingesetzt.

Die Hauptaufnahmequellen von Nitrat sind Gemüse und Trinkwasser. Durch Bakterien, die natürlich im Speichel vorkommen, wird ein Teil des zugeführten Nitrats zu Nitrit reduziert. Im sauren Milieu des Magens kann es zu einer Reaktion von Nitrit mit Aminen und/oder Amiden kommen, wobei N-Nitroso-Verbindungen (NOC) entstehen können (IARC, 2010).

2. ALLGEMEINER TEIL

2.1 Gesetzliche Regelungen

Die Höchstgehalte für Nitrat als Agrarkontaminant in bestimmten Lebensmitteln sind in der Verordnung (EG) 1881/2006 geregelt. Mit der Verordnung (EU) Nr. 1258/2011 wurden Änderungen der Höchstgehalte vorgenommen und Höchstgehalte für Rucola eingeführt, da dieser sehr hohe Nitratgehalte aufweisen kann. Da die klimatischen Bedingungen und die Anbauform einen wesentlichen Einfluss auf den Nitratgehalt haben, wurden je nach Saison und Anbauform (unter Folie/Glas, Freiland) unterschiedliche Höchstgehalte festgelegt.

Die Verwendung von Nitrat und Nitrit als Lebensmittelzusatzstoffe ist in der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments geregelt.

Die für Trinkwasser und Mineralwasser geltenden Höchstgehalte sind in der Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TWV; BGBl. II Nr. 304/2001 idgF) bzw. der Verordnung der Bundesministerin für Frauenangelegenheiten und Verbraucherschutz über

natürliche Mineralwässer und Quellwässer (Mineralwasser- und Quellwasserverordnung, BGBl. II Nr. 309/1999 idgF) festgelegt.

2.2 EU-Programme, nationale Programme/Schwerpunktaktionen

Gemäß Verordnung (EU) Nr. 1258/2011 (Artikel 9, Absatz 1) sollen die Mitgliedstaaten den Nitratgehalt von Gemüse, das in erheblichem Maße nitrathaltig sein kann, insbesondere grünes Blattgemüse überwachen und die Ergebnisse regelmäßig an die europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA) übermitteln.

3. SPEZIELLER TEIL

3.1 Toxikologie

Nitrat wird hauptsächlich über Gemüse und Wasser aufgenommen. Es wird im begrenzten Umfang aber auch endogen gebildet (Lundberg et al., 2004 und 2008). Nitrat wird schnell über den Magen und den Dünndarm in das Plasma absorbiert. Bis zu 25% des Nitrats wird über die Speicheldrüsen aktiv aufgenommen und mit dem Speichel abgegeben. Ein Teil des Nitrats im Speichel wird von Bakterien in der Mundhöhle zu Nitrit reduziert, das mit nicht umgewandeltem Nitrat verschluckt wird. Bei gesunden Erwachsenen werden normalerweise etwa 5 – 7 % des aufgenommenen Nitrats im Speichel zu Nitrit umgewandelt. Säuglinge und Patienten mit Magen-Darmerkrankungen, die einen höheren pH-Wert im Magen haben, können eine erheblich größere Umwandlungsrate haben. Nitrat wird vorwiegend mit dem Harn ausgeschieden (IARC, 2010).

Die akute Toxizität von Nitrat wird im Allgemeinen niedrig eingestuft. Negative Effekte werden vor allem auf Stoffwechsel- und Reaktionsprodukte wie Nitrit, Stickstoffmonoxid und NOC zurückgeführt (EFSA, 2008).

Als Methämoglobinämie wird eine erhöhte Konzentration an Methämoglobin im Blut bezeichnet. Nitrit bewirkt, dass Hämoglobin zu Methämoglobin umgewandelt wird. Im Gegensatz zu Hämoglobin kann Methämoglobin keinen Sauerstoff binden und in die Gewebe transportieren. Durch die Sauerstoffunterversorgung kann es zu einer Blausucht (Zyanose) kommen (IARC, 2010). Bei Kindern ab dem sechsten Lebensmonat reduziert das Enzym Methämoglobin-Reduktase, Methämoglobin, damit der Sauerstoff wieder gebunden werden kann. Da bei kleinen Kindern das Enzymsystem noch nicht vollständig ausgebildet ist, kann es bei der Zubereitung von Fläschchen mit Trinkwasser, das mit Nitrat kontaminiert ist, zu einem Sauerstoffmangel kommen (EFSA, 2010).

Im sauren Milieu des Magens kann Nitrit zusammen mit Aminen Nitrosamine bilden. Diese wurden in Tierversuchsstudien als krebserregend eingestuft. In der menschlichen Ernährung kommen Nitrate meist in Kombination mit Stoffen wie Polyphenolen oder Vitamin C vor, wodurch die Oxidation zu NOC gehemmt wird. In Humanstudien konnte der kanzerogene Effekt nicht bestätigt werden. Manche Studien deuten allerdings auf Häufungen von Tumoren bei Menschen mit hoher Nitrataufnahme in Kombination mit Vitamin C-Mangel hin (IARC, 2010).

Bezüglich gesundheitsfördernder Aspekte werden vor allem Effekte auf das Herz-Kreislaufsystem wie eine gefäßerweiternde und somit blutdrucksenkende Wirkung diskutiert. Der Verzehr von nitratreichem Gemüse über sieben Tage führte zur Erhöhung der Nitrat- und Nitritkonzentration im Plasma und senkte den Blutdruck bei Frauen mit normalem Blutdruck (Ashworth et al., 2015).

Schon vor längerer Zeit wurde die antibakterielle Wirkung von Nitrit beschrieben. In Versuchen mit dem Bakterium *Helicobacter pylori*, das als Auslöser von Tumoren im Magen-Darm-Trakt gilt, zeigte sich Nitrit als wirkungsvolles Bakterizid. Im sauren Milieu (pH 2) des Magens konnte eine Konzentration von >500 Mikromol (μmol) Nitrit pro Liter Magensaft innerhalb von 30 min eine komplette Abtötung von *H. Pylori* bewirken (Dykhuisen et al., 1998).

Ableitung des ADI-Werts für Nitrat und Nitrit

Auf Basis eines NOEL (No Observed Effect Level) von 370 mg/kg Körpergewicht (KG) pro Tag für den toxikologischen Endpunkt Wachstumsdepression wurde aus Langzeitstudien mit Ratten und einer subchronischen Studie mit Hunden unter Berücksichtigung eines Sicherheitsfaktors von 100 eine akzeptierbare tägliche Aufnahmemenge (ADI-Wert) von 5 mg/kg KG/d für Natriumnitrat und von 3,7 mg/kg KG/d für das Nitrat-Ion abgeleitet (SCF, 1997, JECFA, 1996, 2002). Dieser ADI-Wert wurde auch nach Überprüfung neuerer Studien durch die EFSA beibehalten (EFSA, 2008). Obwohl der vom SCF (1997) festgelegte ADI-Wert mit Unsicherheiten verbunden ist, kam die EFSA zu dem Schluss, dass derzeit keine ausreichenden Beweise dafür vorliegen, diesen ADI-Wert zurückzuziehen (EFSA, 2017b).

Für Nitrit wurde auf Grundlage eines NOEL von 6,7 mg/kg KG/d für den Endpunkt Herz- und Lungentoxizität aus einer Langzeitstudie mit Ratten und eines Sicherheitsfaktors von 100 ein ADI-Wert von 0,07 mg/kg KG/d abgeleitet (JECFA, 2002). Im Jahr 2017 wurde von der EFSA auf Basis eines BMDL (Benchmark Dose Lower Limit) von 9,63 mg/kg KG/d unter Anwendung eines Standardsicherheitsfaktors von 100 ein ADI-Wert von 0,1 mg Natriumnitrit/kg KG/d, entsprechend 0,07 mg Nitrit/kg KG/d, berechnet. Da Methämoglobinämie in ähnlichen Konzentrationen auch der einzige beobachtbare Effekt in einer 2-jährigen chronischen Rattenstudie war, wurde kein zusätzlicher Faktor von 2 für die Extrapolation von der subchronischen zur chronischen Studie angewendet (EFSA, 2017a).

3.2 Auftretensdaten

Analytik

Für die Bestimmung von Nitrat und Nitrit wurde entweder eine Hochleistungsflüssigchromatographie-Methode (HPLC) mit photometrischer Detektion oder eine Ionenchromatographie mit Leitfähigkeitsdetektion (IC-LD) verwendet.

3.2.1 Nitrat

Für die Berechnung der ernährungsbedingten Nitrataufnahme wurden insgesamt 3473 Lebensmittelproben, die im Zeitraum 2013 bis 2017 untersucht wurden, herangezogen. In Tabelle 1 sind die durchschnittlichen Nitratgehalte, das 95. Perzentil sowie die maximal gemessenen Gehalte in verschiedenen pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln dargestellt. Für die Berechnung der Gehalte in den einzelnen Lebensmittelgruppen wurde das Lower-Bound (LB) – Upper-Bound (UB) – Konzept verwendet (WHO, 2009). Im LB-Ansatz entsprechen Gehalte unterhalb der NG oder BG gleich null. Beim UB wird für Werte unterhalb der NG bzw. BG der Wert der jeweiligen Grenze eingesetzt. Für die Berechnung des Medium-Bound (MB) wird die Hälfte der

NG bzw. BG verwendet. Daten unterhalb der NG bzw. BG werden als linkszensierte Daten bezeichnet.

Beikost

In Beikost wurde ein durchschnittlicher Gehalt von 66,4 mg/kg ermittelt. Der maximal gemessene Gehalt lag bei 215,7 mg/kg. Der für Getreidebeikost und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder festgelegte Höchstgehalt von 200 mg/kg wurde in einer Probe überschritten.

Gemüse

Insgesamt wurden 626 Blattgemüseproben auf ihren Nitratgehalt untersucht. Nitrat war dabei in allen Proben bestimmbar. In der Lebensmittelgruppe Blattgemüse wurden die höchsten Gehalte gefunden. Der durchschnittliche Gehalt in Rucola beträgt 5002,2 mg/kg, das Maximum liegt bei 7833,3 mg/kg. Der Höchstwert wurde bei 2 Proben überschritten.

Für Kopfsalat wurde ein durchschnittlicher Nitratgehalt von 1367,3 mg/kg berechnet. Der Maximalgehalt beträgt 4436,6 mg/kg. Die niedrigsten Gehalte wurden in Eisbergsalat gefunden. Hier liegt der durchschnittliche Gehalt bei 901,2 mg/kg, das Maximum bei 2303,7 mg/kg. Bei Kopf- und Eisbergsalat entsprachen insgesamt 5 Proben nicht den gesetzlichen Höchstgehalten. Für Spinat wurde ein durchschnittlicher Gehalt von 1465,9 mg/kg berechnet. Der maximal gemessene Gehalt beträgt 6718,2 mg/kg. Der Nitratgehalt von insgesamt 15 Spinatproben liegt über dem entsprechenden Höchstgehalt. Der durchschnittliche Gehalt in Kohlgemüse beträgt 816,0 mg/kg.

In der Lebensmittelgruppe Wurzelgemüse wurden hauptsächlich Karotten untersucht. In Karotten konnte ein durchschnittlicher Gehalt von 114,3 mg/kg und ein maximaler Gehalt von 451,7 mg/kg ermittelt werden. Konzentrationen von über 900 mg/kg wurden in Rettich und Roten Rüben gemessen.

In 25 der insgesamt 26 untersuchten Gemüsesäfte wurden Nitratgehalte über der BG gefunden. Der durchschnittliche Gehalt liegt bei 310,3 mg/kg.

Fleischerzeugnisse

Für die Lebensmittelgruppe Würste wurde ein durchschnittlicher Gehalt von 34,9 mg/kg berechnet. Der Maximalgehalt liegt bei 244,3 mg/kg. Innerhalb der Lebensmittelgruppe Brühwürste wurde der höchste Maximalgehalt von 126,6 mg/kg in Wiener gemessen. Die durchschnittliche Konzentration beträgt 30,6 mg/kg. Auch Jausenwurst und Polnische zeigen ähnliche durchschnittliche Gehalte von 32,5 mg/kg und 32,7 mg/kg. Geringere Konzentrationen wurden in Bratwürsten, Käsewurst, Krakauer/Schinkenwurst und Lyoner mit durchschnittlichen Gehalten von 19,7 bis 25,8 mg/kg festgestellt. Die maximal gemessenen Konzentrationen in Brühwürsten liegen in einem Bereich von 38,6 mg/kg (Krakauer/Schinkenwurst) bis 126,6 mg/kg (Wiener).

In der Lebensmittelgruppe Streichwürste/Pasteten liegt der durchschnittliche Nitratgehalt bei 37,1 mg/kg, das Maximum bei 108,9 mg/kg.

Rohwürste enthalten durchschnittlich 44,2 mg/kg Nitrat, das Maximum liegt bei 244,3 mg/kg (Chorizo). Die durchschnittlichen Nitratgehalte in Cabanossi und Kaminwürsten wurden mit 52,1

bzw. 48,9 mg/kg berechnet. Die Maximalwerte bei diesen Würsten betragen 127,3 bzw. 95,6 mg/kg. In mehr als der Hälfte aller Salamiprobe n war Nitrat bestimmbar. Der durchschnittliche Gehalt liegt bei 22,3 mg/kg, der maximale Gehalt bei 152,1 mg/kg.

In Fleischkonserven wurden Gehalte von durchschnittlich 16,0 mg/kg und maximal 32,6 mg/kg Nitrat gefunden.

In 664 der insgesamt 689 untersuchten Pökelfwaren war Nitrat bestimmbar. In Speckproben liegt der durchschnittliche Nitratgehalt bei 52,5 mg/kg und ist damit ungefähr doppelt so hoch wie in Geselchtem (25,9 mg/kg). Für Schinken konnte ein durchschnittlicher Gehalt von 19,9 mg/kg ermittelt werden. Die maximalen Gehalte für Geselchtes, Schinken und Speck betragen 178,8 mg/kg, 179,9 mg bzw. 179,7 mg/kg.

Tabelle 1: Nitratgehalte (in mg/kg) in verschiedenen pflanzlichen und tierischen Lebensmitteln (Daten aus 2013-2017)

Lebensmittelgruppe	N ¹	N>BG ²	Mittelwert (mg/kg)			95.Perzentil (mg/kg)			MAX ⁶
			LB ³	MB ⁴	UB ⁵	LB	MB	UB	
Beikost	107	107	66,4	66,4	66,4	126,1	126,1	126,1	215,7
Gemüse									
Blattgemüse	626	626	1435,5	1435,5	1435,5	3798,3	3798,3	3798,3	7833,3
Salate gesamt	381	381	1405,6	1405,6	1405,6	3801,2	3801,2	3801,2	7833,3
Eisbergsalat	118	118	901,2	901,2	901,2	1823,2	1823,2	1823,2	2303,7
Kopfsalat	180	180	1367,3	1367,3	1367,3	2801,4	2801,4	2801,4	4436,6
Rucola	21	21	5002,2	5002,2	5002,2	7168,8	7168,8	7168,8	7833,3
Spinat	240	240	1465,9	1465,9	1465,9	3733,4	3733,4	3733,4	6718,2
Kohlgemüse	20	20	816,0	816,0	816,0	2003,8	2003,8	2003,8	2303,1
Wurzelgemüse	27	26	239,7	239,8	239,9	876,0	876,0	876,0	995,6
Karotten	20	19	114,2	114,3	114,4	349,0	349,0	349,0	451,7
Gemüsesäfte	26	25	310,2	310,3	310,3	1266,1	1266,1	1266,1	1573,0
Fleischerzeugnisse									
Würste	1927	1832	34,7	34,9	35,1	67,7	67,7	67,8	244,3
Brühwürste	1546	1498	33,0	33,1	33,2	58,1	58,1	58,1	126,6
Bratwürste	138	112	21,8	22,4	23,1	49,1	49,1	49,1	63,7
Braunschweiger	31	31	37,2	37,2	37,2	50,2	50,2	50,2	103,8
Debreziner	41	41	38,0	38,0	38,0	66,9	66,9	66,9	81,1
Dürre	35	35	44,0	44,0	44,0	66,8	66,8	66,8	74,0
Extrawurst	151	151	34,5	34,5	34,5	49,7	49,7	49,7	62,9
Frankfurter/Sacherwürstel	168	163	41,1	41,2	41,3	61,8	61,8	61,8	82,1
Jausenwurst	38	38	32,5	32,5	32,5	46,8	46,8	46,8	64,4
Käsewurst	64	63	22,9	23,0	23,1	34,8	34,8	34,8	62,4
Knacker	91	91	43,3	43,3	43,3	67,3	67,3	67,3	79,6
Krainer	159	158	35,8	35,8	35,9	59,2	59,2	59,2	97,5
Krakauer/Schinkenwurst	60	58	19,6	19,7	19,8	30,6	30,6	30,6	38,6
Leberkäse	132	131	34,8	34,8	34,9	48,9	48,9	48,9	123,5
Lyoner	46	45	25,8	25,8	25,9	39,6	39,6	39,6	93,1
Polnische	117	117	32,7	32,7	32,7	52,7	52,7	52,7	86,2

Lebensmittelgruppe	N ¹	N>BG ²	Mittelwert (mg/kg)			95.Perzentil (mg/kg)			MAX ⁶
			LB ³	MB ⁴	UB ⁵	LB	MB	UB	
Wiener	147	147	30,6	30,6	30,6	51,6	51,6	51,6	126,6
Kochwürste									
Streichwürste/Pasteten	107	103	36,6	37,1	37,6	64,1	64,1	67,3	108,9
Rohwürste									
Cabanossi	34	34	52,1	52,1	52,1	100,7	100,7	100,7	127,3
Kaminwürzen	30	25	48,3	48,9	49,5	93,2	93,2	93,2	95,6
Salami	51	32	20,9	22,3	23,6	76,0	76,0	76,0	152,1
Fleischkonserven									
Pökelwaren									
Geselchtes	243	242	25,8	25,9	25,9	54,3	54,3	54,3	178,8
Schinken	192	179	19,6	19,9	20,2	46,1	46,1	46,1	179,9
Speck	176	169	52,3	52,5	52,6	148,5	148,5	148,5	179,7

¹ N = Anzahl der Proben, ² BG = Bestimmungsgrenze, ³ LB = Lower-Bound, ⁴ MB = Medium-Bound, ⁵ UB = Upper-Bound, ⁶ MAX = maximal gemessene Konzentration

3.2.2 Nitrit

Für die Berechnung der ernährungsbedingten Nitritaufnahme wurden insgesamt 2719 Lebensmittelproben aus dem Untersuchungszeitraum 2013 bis 2017 verwendet. Tabelle 2 zeigt die durchschnittlichen Nitritgehalte, das 95. Perzentil sowie die maximal gemessenen Gehalte in verschiedenen tierischen Lebensmitteln.

Für Brühwürste konnte ein durchschnittlicher Gehalt von 10,3 mg/kg berechnet werden. Der höchste Nitritgehalt wurde in einer Probe Frankfurter/Sacherwürstel mit 63,6 mg/kg, der niedrigste Maximalgehalt mit 11,3 mg/kg in Käsewurst bestimmt. Frankfurter/Sacherwürstel, Knacker und Extrawurst zeigen mit durchschnittlichen Konzentrationen in der Höhe von 16,9 bis 19,3 mg/kg ähnliche Gehalte. Käsewurst, Polnische und Wiener enthalten mit durchschnittlich 2,5 bis 5,5 mg/kg geringere Mengen an Nitrit. Für Streichwürste/Pasteten wurden ein durchschnittlicher Gehalt von 6,0 mg und ein maximaler Gehalt von 31,2 mg/kg ermittelt.

Bei Rohwürsten war Nitrit in 22,5% aller untersuchten Proben bestimmbar. Der durchschnittliche Gehalt in dieser Lebensmittelgruppe liegt bei 2,3 mg/kg. Der höchste Gehalt wurde in einer Cabanossi mit 25,9 mg/kg Nitrit nachgewiesen. Der Nitritgehalt in Fleischkonserven ist mit durchschnittlich 1,8 mg/kg und maximal 5,2 mg/kg geringer als in übrigen untersuchten Lebensmittelgruppen.

Pökelwaren weisen einen durchschnittlichen Gehalt von 5,8 mg/kg Nitrit auf, das Maximum liegt bei 72,4 mg/kg (Geselchtes). Die maximal gefundenen Gehalte in Schinken und Speck betragen 41,3 bzw. 26,7 mg/kg.

Tabelle 2: Nitritgehalte (in mg/kg) in verschiedenen tierischen Lebensmitteln (Daten aus 2013-2017)

Lebensmittelgruppe	N ¹	N>BG ²	Mittelwert (mg/kg)			95.Perzentil (mg/kg)			MAX ⁶
			LB	MB	UB	LB	MB	UB	
Würste	1944	1171	8,3	8,9	9,5	28,5	28,5	28,5	63,6
Brühwürste	1553	1060	9,8	10,3	10,8	30,0	30,0	30,0	63,6
Bratwürste	138	62	8,6	9,5	10,3	34,8	34,8	34,8	48,0
Braunschweiger	31	27	11,9	12,1	12,3	25,6	25,6	25,6	32,0
Debreziner	41	38	12,9	13,1	13,2	22,9	22,9	22,9	28,0
Dürre	35	25	8,7	9,1	9,5	21,2	21,2	21,2	27,5
Extrawurst	151	140	17,7	17,8	17,9	37,1	37,1	37,1	57,7
Frankfurter/Sacherwürstel	169	152	16,9	17,0	17,2	36,0	36,0	36,0	63,6
Jausenwurst	38	25	6,0	6,5	7,0	18,0	18,0	18,0	26,5
Käsewurst	65	13	1,3	2,5	3,7	7,8	7,8	7,8	11,3
Knacker	91	85	19,3	19,4	19,5	35,5	35,5	35,5	53,2
Krainer	160	102	6,4	6,9	7,5	18,1	18,1	18,1	31,1
Krakauer/Schinkenwurst	60	40	7,5	8,0	8,5	18,8	18,8	18,8	38,2
Leberkäse	132	119	11,3	11,5	11,6	27,5	27,5	27,5	38,7
Lyoner	46	33	5,8	6,2	6,7	15,2	15,2	15,2	30,0
Polnische	117	40	2,5	3,5	4,5	11,0	11,0	11,0	39,9
Wiener	151	77	4,7	5,5	6,2	17,5	17,5	17,5	36,2
Kochwürste									
Streichwürste/Pasteten	107	64	5,4	6,0	6,6	20,9	20,9	20,9	31,2
Rohwürste	284	47	1,1	2,3	3,6	6,8	6,8	6,8	25,9
Cabanossi	35	12	2,8	3,8	4,8	14,9	14,9	14,9	25,9
Kaminwürzen	30	3	0,5	1,8	3,1	3,4	3,4	3,4	6,7
Salami	54	11	1,5	2,7	3,8	9,1	9,1	9,1	20,1
Fleischkonserven	52	7	0,5	1,8	3,1	4,0	4,0	4,0	5,2
Pökelwaren	723	367	5,0	5,8	6,5	20,3	20,3	20,3	72,4
Geselchtes	253	138	5,6	6,3	7,0	22,0	22,0	22,0	72,4
Schinken	193	125	6,5	7,1	7,6	22,2	22,2	22,2	41,3
Speck	198	65	2,3	3,3	4,3	10,6	10,6	10,6	26,7

¹ N = Anzahl der Proben, ² BG = Bestimmungsgrenze, ³ LB = Lower-Bound, ⁴ MB = Medium-Bound, ⁵ UB = Upper-Bound, ⁶ MAX = maximal gemessene Konzentration

3.3 Expositionsabschätzung

3.3.1 Verzehrdaten

Für die Berechnung der Aufnahmemengen wurden Verzehrdaten der österreichischen Bevölkerung verwendet, die im Rahmen des Ernährungsberichts 2012 erhoben wurden (Elmadfa et al., 2012). Die statistischen Daten sind in der Umfassenden Europäischen Datenbank über den Lebensmittelverzehr (EFSA Comprehensive European Food Consumption Database; <http://www.efsa.europa.eu/de/datexfoodcdb/datexfooddb>) abrufbar.

Der Lebensmittelverzehr ist in Gramm pro Tag (g/d) und Gramm pro Tag pro Kilogramm Körpergewicht (g/kg KG/d) angegeben. Die Statistiken zum chronischen Lebensmittelverzehr

stehen für die Gesamtbevölkerung („All subjects“) sowie für Konsumenten der jeweiligen Lebensmittelkategorien („Consumers only“) zur Verfügung.

Die Aufnahmemengen für Nitrat und Nitrit wurden für drei verschiedene Bevölkerungsgruppen berechnet: Kinder im Alter von 6 bis 9 Jahren mit einem KG von 30,9 kg, Jugendliche im Alter von 10 bis 17 Jahren mit einem KG von 49,2 kg und Erwachsene (18 bis 64 Jahre) mit einem KG von 72,1 kg.

3.3.2 Berechnung der Nitrataufnahmemengen

Für die drei Bevölkerungsgruppen wurde die durchschnittliche Aufnahme von Nitrat durch Verknüpfung des durchschnittlichen Gehalts in Lebensmitteln mit dem durchschnittlichen Verzehr der jeweiligen Bevölkerungsgruppe abgeschätzt. Tabelle 3 zeigt die durchschnittlichen Aufnahmemengen von Nitrat über verschiedene Lebensmittelgruppen für Kinder, Jugendliche und Erwachsene. Aufgrund des hohen Anteils von Proben mit quantifizierbaren Gehalten unterscheiden sich die durchschnittlichen Nitratgehalte im LB, MB und UB nicht wesentlich (Tab. 1). Daraus ergeben sich auch für die Berechnung der Aufnahmemengen in allen drei Bereichen gleiche Werte. In Tabelle 3 und 4 ist daher nur ein Wert (MB) für die jeweilige Exposition dargestellt.

Die höchsten durchschnittlichen Aufnahmemengen wurden bei Kindern mit 0,43 mg/kg KG/d, bei Jugendlichen mit 0,20 mg/kg KG/d und bei Erwachsenen mit 0,22 mg/kg KG/d über Blattgemüse berechnet. Über Kohlgemüse nehmen Kinder 0,16 mg/kg KG/d, Jugendliche 0,08 mg/kg KG/d und Erwachsene 0,13 mg/kg KG/d auf.

Die Aufnahmemengen für Wurzelgemüse beträgt bei Kindern 0,11 mg/kg KG/d. Jugendliche und Erwachsene nehmen über Wurzelgemüse mit je 0,03 mg/kg KG/d gleich viel Nitrat auf.

Tierische Erzeugnisse spielen bei der Aufnahme von Nitrat eine untergeordnete Rolle. Die Aufnahmemengen über Würste betragen 0,01 mg/kg KG/d (Erwachsene) bis 0,03 mg/kg KG/d (Kinder). Geringere Aufnahmemengen von 0,005 bis 0,013 mg/kg KG/d wurden für Pökelwaren abgeschätzt. Die durchschnittliche Gesamtaufnahme über alle Lebensmittelgruppen beträgt für Kinder 0,75 mg/kg KG/d, für Jugendliche 0,34 mg/kg KG/d und für Erwachsene 0,39 mg/kg KG/d.

Tabelle 3: Durchschnittliche tägliche Aufnahme von Nitrat (in mg/kg KG/d) für Kinder, Jugendliche und Erwachsene

	Kinder			Jugendliche			Erwachsene		
	Verzehr g/kg KG/d	Aufnahme mg/kg KG/d	Anteil %	Verzehr g/kg KG/d	Aufnahme mg/kg KG/d	Anteil %	Verzehr g/kg KG/d	Aufnahme mg/kg KG/d	Anteil %
Blattgemüse	0,30	0,43	57,7%	0,14	0,20	60,0%	0,15	0,22	55,7%
Kohlgemüse	0,20	0,16	21,9%	0,09	0,08	22,4%	0,16	0,13	32,9%
Wurzelgemüse	0,45	0,11	14,6%	0,14	0,03	10,3%	0,13	0,03	8,1%
Würste	0,86	0,03	4,0%	0,53	0,02	5,5%	0,22	0,01	2,0%
Pökelwaren	0,43	0,013	1,8%	0,20	0,006	1,9%	0,18	0,005	1,4%
Summe	2,24	0,75		1,10	0,34		0,84	0,39	

Zur Berechnung der Aufnahmemengen für Vielverzehrer wird gemäß EFSA (2011) vorgegangen. Es wird angenommen, dass Personen für die beiden Lebensmittelgruppen, die am meisten zur durchschnittlichen Aufnahme beitragen, Hochverzehrer (95. Perzentil der Konsumenten) sind und die restlichen Lebensmittelgruppen in durchschnittlichen Mengen (Mittelwert der Gesamtbevölkerung) verzehren. Bei allen Bevölkerungsgruppen sind die beiden Lebensmittelgruppen, die am stärksten zur Gesamtaufnahme beitragen, Blattgemüse und Kohlgemüse.

Die tägliche Gesamtaufnahme von Nitrat für Vielverzehrer beträgt für Kinder 5,86 mg/kg KG/d, für Jugendliche 3,35 mg/kg KG/d und für Erwachsene 3,64 mg/kg KG/d (Tabelle 4).

Tabelle 4: Tägliche Aufnahmemengen von Nitrat (in mg/kg KG/d) für Vielverzehrer

	Kinder		Jugendliche		Erwachsene	
	Verzehr g/kg KG/d	Aufnahme mg/kg KG/d	Verzehr g/kg KG/d	Aufnahme mg/kg KG/d	Verzehr g/kg KG/d	Aufnahme mg/kg KG/d
Blattgemüse	2,94	4,22	1,51	2,16	1,92	2,76
Kohlgemüse	1,82	1,48	1,39	1,13	1,02	0,83
Wurzelgemüse	0,45	0,11	0,14	0,03	0,13	0,03
Würste	0,86	0,03	0,53	0,02	0,22	0,01
Pökelwaren	0,43	0,013	0,20	0,006	0,18	0,005
Summe	6,50	5,86	3,77	3,35	3,47	3,64

In Abbildung 1 ist der Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen an der durchschnittlichen Gesamtaufnahme von Nitrat dargestellt. Die Hauptaufnahmequellen stellen vor allem Blattgemüse und Kohlgemüse dar. Der Beitrag von Blattgemüse beträgt 56 - 60 %. Kohlgemüse liefert bei Kindern und Jugendlichen mit 22 % einen ähnlichen Beitrag. Bei Erwachsenen liegt dieser mit 33 % etwas höher. Die Lebensmittelgruppe Wurzelgemüse kann bei Kindern zu 15 %, bei Jugendlichen zu 10 %, und bei Erwachsenen zu 8 % zur Gesamtaufnahme beitragen.

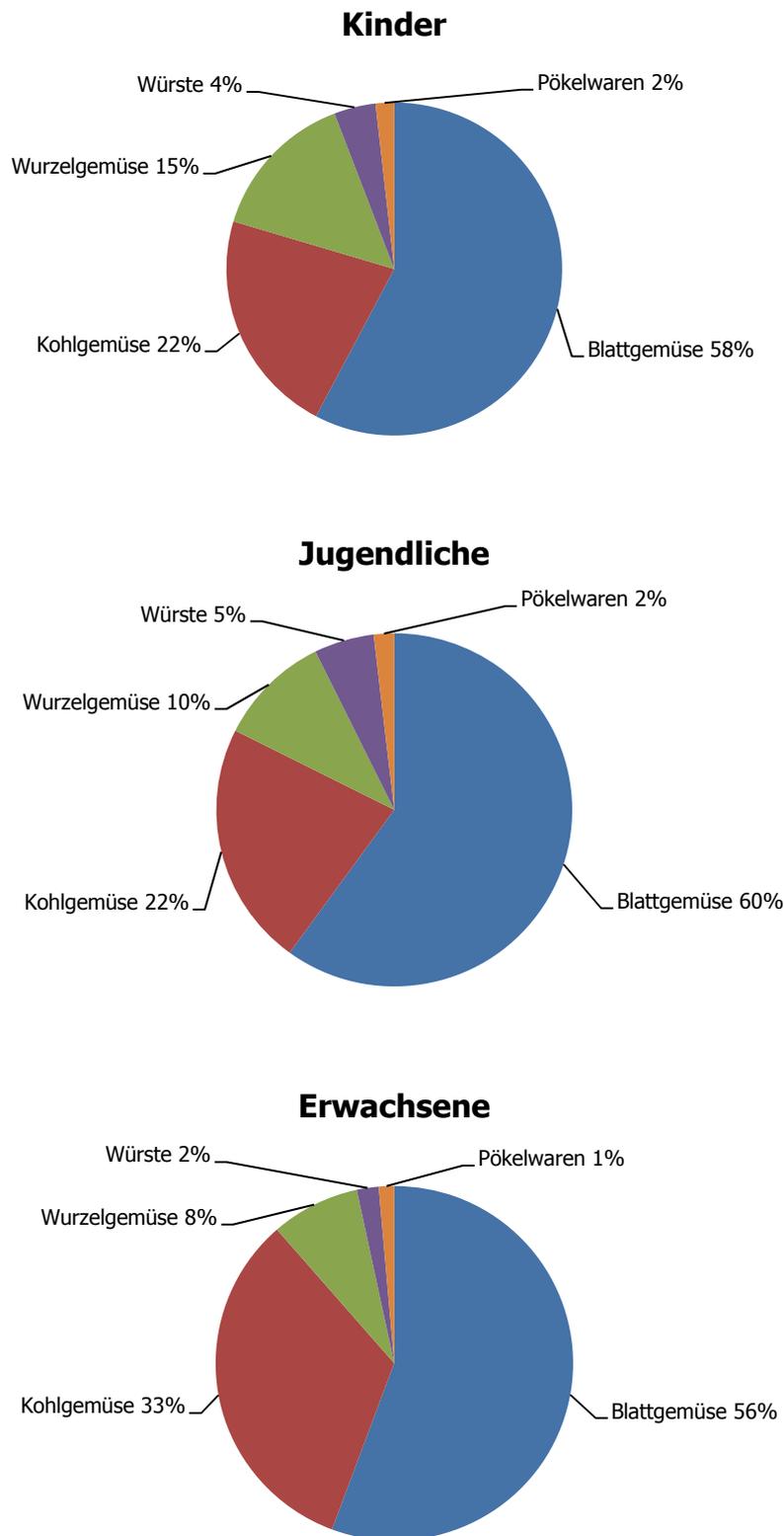
Tierische Lebensmittel wie Würste und Pökelwaren haben in Bezug auf die Gesamtaufnahme eine geringere Bedeutung als pflanzliche Nitratquellen. Den höchsten Beitrag von tierischen Lebensmitteln liefern Würste mit einem Anteil bei Kindern von 4 %, bei Jugendlichen von 5 % und bei Erwachsenen von 2 %. Der Beitrag von Pökelwaren beträgt 1 % (Erwachsene) bzw. 2 % (Kinder und Jugendliche).

Theoretische Berechnung der Nitrataufnahme über Trinkwasser

Für die Berechnung der Nitrataufnahme über Trinkwasser wurden theoretische Szenarien mit dem laut Trinkwasserverordnung geltenden Grenzwert von 50 mg/L und einem Verzehr von 2 Liter (Erwachsene) bzw. 1 Liter (Kinder) angenommen.

Erwachsene mit einem KG von 70 kg nehmen über den Verzehr von 2 Liter Trinkwasser 1,43 mg/kg KG Nitrat auf. Bei Kindern mit einem KG von 30 kg beträgt die Aufnahme von Nitrat über einen Verzehr von 1 Liter Trinkwasser 1,67 mg/kg KG/d.

Abbildung 1: Beitrag der einzelnen Lebensmittel zur durchschnittlichen Aufnahme von Nitrat bei verschiedenen Bevölkerungsgruppen



3.3.3 Berechnung der Nitritaufnahmemengen

Tabelle 5 zeigt die durchschnittlichen täglichen Aufnahmemengen von Nitrit über die verschiedenen Lebensmittelgruppen.

Kinder nehmen über Würste 0,007 bis 0,008 mg/kg KG/d (LB-UB), Jugendliche 0,004 bis 0,005 mg/kg KG/d und Erwachsene 0,002 mg/kg KG/d auf. Die Aufnahmemengen über Pökelwaren liegen in einem Bereich von 0,001 bis maximal 0,003 mg/kg KG/d.

Die durchschnittliche Gesamtaufnahme über alle Lebensmittelgruppen beträgt für Kinder 0,009 bis 0,011 mg/kg KG/d, für Jugendliche 0,005 bis 0,006 mg/kg KG/d und für Erwachsene 0,003 mg/kg KG/d.

Tabelle 5: Durchschnittliche tägliche Aufnahme von Nitrit (in mg/kg KG/d) für Kinder, Jugendliche und Erwachsene

Lebensmittelgruppe	Kinder			Jugendliche			Erwachsene		
	LB	MB	UB	LB	MB	UB	LB	MB	UB
Würste	0,007	0,008	0,008	0,004	0,005	0,005	0,002	0,002	0,002
Pökelwaren	0,002	0,002	0,003	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Summe	0,009	0,010	0,011	0,005	0,006	0,006	0,003	0,003	0,003

Der Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur Gesamtaufnahme bei durchschnittlichem Verzehr (MB) ist in Tabelle 6 dargestellt.

Die Hauptaufnahmekategorie für Nitrit stellen vor allem Würste mit einem Anteil von 76 % bei Kindern, von 80 % bei Jugendlichen und von 66 % bei Erwachsenen dar. Bei Erwachsenen tragen Pökelwaren mit 34 % zur Gesamtaufnahme bei. Bei Kindern und Jugendlichen wurde ein Anteil von 24 bzw. 20 % berechnet.

Tabelle 6: Beitrag der einzelnen Lebensmittelgruppen zur durchschnittlichen Gesamtaufnahme (MB) von Nitrit

Lebensmittelgruppe	Kinder		Jugendliche		Erwachsene	
	Aufnahme MB	Anteil (%)	Aufnahme MB	Anteil (%)	Aufnahme MB	Anteil (%)
Würste	0,008	76%	0,005	80%	0,002	66%
Pökelwaren	0,002	24%	0,001	20%	0,001	34%

In Tabelle 7 sind die täglichen Aufnahmemengen von Nitrit für Vielverzehrer dargestellt. Da insgesamt nur 2 Lebensmittelgruppen für die Berechnung zur Verfügung stehen, wurden im Sinne eines Worst-Case-Szenarios abweichend zur Vorgangsweise bei Nitrat (siehe Kapitel 3.3.2) hohe Verzehrsmengen für alle Lebensmittelgruppen (95. Perzentil der Konsumenten) für die Aufnahmeabschätzung von Vielverzellern verwendet.

Bei hohem Verzehr werden über Würste 0,012 bis 0,027 mg/kg KG/d Nitrit aufgenommen. Für Pökelwaren wurden Aufnahmemengen von 0,012 bis 0,016 mg/kg KG/d für Kinder, 0,005 bis 0,007 mg/kg KG/d für Jugendliche und 0,006 bis 0,008 mg/kg KG/d für Erwachsene abgeschätzt.

Die Gesamtaufnahme für Vielverzehrer liegt bei Kindern zwischen 0,036 und 0,042 mg/kg KG/d, und bei Jugendlichen und Erwachsenen zwischen 0,018 und 0,025 mg/kg KG/d.

Tabelle 7: Tägliche Aufnahmemengen von Nitrit (in mg/kg KG/d) für Vielverzehrer (95. Perz. der Konsumenten)

Lebensmittelgruppe	Kinder			Jugendliche			Erwachsene		
	LB	MB	UB	LB	MB	UB	LB	MB	UB
Würste	0,023	0,025	0,027	0,016	0,017	0,018	0,012	0,013	0,014
Pökelwaren	0,012	0,014	0,016	0,005	0,006	0,007	0,006	0,007	0,008
Summe	0,036	0,039	0,042	0,021	0,023	0,025	0,018	0,020	0,021

3.4 Risikocharakterisierung

Die durchschnittlichen und hohen Aufnahmemengen von Nitrat der verschiedenen Bevölkerungsgruppen sind in Tabelle 8 dem ADI-Wert von 3,7 mg/kg KG/d gegenübergestellt. Bei durchschnittlichen Aufnahmemengen in einem Bereich von 0,34 bis 0,75 mg/kg KG/d ist der ADI-Wert bei Kindern zu 20 %, bei Jugendlichen zu 9 % und bei Erwachsenen zu 11 % ausgeschöpft.

Auch bei hohem Verzehr liegen die Aufnahmemengen für Jugendliche und Erwachsene mit einer Auslastung von 91 % und 98 % unter dem ADI-Wert. Im Gegensatz dazu wird bei Kindern der ADI-Wert bei einer hohen Aufnahmemenge von Nitrat in der Höhe von 5,86 mg/kg KG/d zu 158 % ausgeschöpft.

Ein theoretischer Konsum von einem (Kinder) bzw. zwei Liter (Erwachsene) Trinkwasser mit einer Konzentration von 50 mg/L Nitrat führt zu einer Ausschöpfung des ADI-Werts von 45 % bei Kindern und von 39 % bei Erwachsenen.

Tabelle 8: Aufnahmemengen von Nitrat der verschiedenen Bevölkerungsgruppen im Vergleich zur akzeptierbaren täglichen Aufnahmemenge (ADI)

Bevölkerungsgruppe	Durchschnittliche Aufnahmemenge (mg/kg KG)	ADI-Auslastung	Hohe Aufnahmemenge (mg/kg KG)	ADI-Auslastung
Kinder	0,75	20%	5,86	158%
Jugendliche	0,34	9%	3,35	91%
Erwachsene	0,39	11%	3,64	98%

Tabelle 9 zeigt die Aufnahmemengen von Nitrit im Vergleich zum ADI-Wert von 0,07 mg/kg KG/d. Bei einer durchschnittlichen Aufnahme von 0,010 mg/kg KG/d ist der ADI bei Kindern zu 14 % ausgelastet. Jugendliche und Erwachsene nehmen durchschnittlich 0,006 mg/kg KG/d bzw. 0,003 mg/kg KG/d auf, der ADI-Wert ist zu maximal 8% ausgeschöpft. Auch bei hohem Verzehr liegen die Aufnahmemengen unter dem ADI-Wert. Die Auslastung beträgt bei Kindern 56 %, bei Jugendlichen 33 % und bei Erwachsenen 28 %. Aufgrund der niedrigen Auslastung des ADI-Werts ist selbst bei hohem Verzehr mit keinem gesundheitlichen Risiko für die österreichische Bevölkerung zu rechnen.

Tabelle 9: Aufnahmemengen von Nitrit (MB) im Vergleich zur akzeptierbaren täglichen Aufnahmemenge (ADI)

Bevölkerungsgruppe	Durchschnittliche Aufnahmemenge (mg/kg KG)	ADI-Auslastung	Hohe Aufnahmemenge (mg/kg KG)	ADI-Auslastung
Kinder	0,010	14%	0,039	56%
Jugendliche	0,006	8%	0,023	33%
Erwachsene	0,003	4%	0,020	28%

3.5 Diskussion zu Nitrat und Nitrit

Ein direkter Vergleich mit Studien anderer Länder wird durch Unterschiede in der Erhebung der Verzehrdaten und der Methodik der Expositionsabschätzung erschwert.

Die in diesem Bericht für die österreichische Bevölkerung berechneten durchschnittlichen **Nitrataufnahmen** bei Kindern von 0,75 mg/kg KG/d, bei Jugendlichen von 0,34 mg/kg KG/d, und bei Erwachsenen von 0,39 mg/kg KG/d sind verhältnismäßig gering. Höhere durchschnittliche Aufnahmemengen wurden unter anderem von Frankreich (Menard et al., 2008), Estland (Tamme et al., 2006), der Slowakei (Salgovicova & Krizova, 2006), Belgien (Temme et al., 2011) und Spanien, Valencia (Pardo-Marin et al., 2010) veröffentlicht.

Ähnliche Nitrataufnahmen wie in dieser Studie wurden von Thomson et. al (2007) für Neuseeland berichtet. Dort beträgt die durchschnittliche Exposition über Gemüse und Fleischerzeugnisse 0,7 mg/kg KG/d entsprechend 14 % des ADI. Auch in einer schwedischen Studie wurden vergleichbare Aufnahmemengen von 0,84, 0,68 und 0,45 mg/kg KG/d für 4, 8 bis 9, und 11 bis 12-jährige Kinder abgeschätzt (Larsson et al., 2011).

Bei hohem Verzehr wurden für die österreichische Bevölkerung Aufnahmemengen von 5,86 mg/kg KG/d für Kinder, 3,35 mg/kg KG/d für Jugendliche und 3,64 mg/kg KG/d für Erwachsene, entsprechend einer ADI-Auslastung von 158 %, 91 % und 98 % berechnet. Die Ergebnisse einer Studie in Frankreich zeigen bei Kindern auch eine Überschreitung des ADI-Werts von 130 bzw. 132 %, wenngleich die französische Studie die Aufnahmemengen von Kindern im Alter von 3 bis 14 Jahren einschließt (Menard et al., 2008). Für Erwachsene wurden Aufnahmemengen von 3,3 mg/kg KG/d, entsprechend 89 % des ADI-Werts bestimmt.

Die Hauptaufnahmequelle für Nitrat in dieser Studie stellt Blattgemüse wie Salat und Spinat mit über 50 % Anteil an der Gesamtaufnahme dar. Salat liefert auch in Studien aus Belgien und Spanien einen großen Beitrag (Temme et al., 2011; Pardo-Marin et al., 2010). In einer Studie in Estland wurden jedoch Kraut und Kartoffeln als Hauptquellen einer Nitratexposition genannt (Tamme et al., 2006). In Neuseeland tragen Kartoffeln zu 32 % zur Gesamtaufnahme bei (Thomson et al., 2007).

Die durchschnittliche Exposition gegenüber Nitraten aus ihrer Verwendung als Lebensmittelzusatzstoffe (E 251-E 252) wurde von der EFSA im nicht marktrealen Szenario mit 0,02 bis 0,08 mg/kg KG/d bei Kindern, 0,02 bis 0,07 mg/kg KG/d bei Jugendlichen und 0,02 bis 0,05 mg/kg KG/d bei Erwachsenen berechnet. Das 95. Perzentil der Exposition gegenüber Nitraten lag zwischen 0,06 mg/kg KG/d bei Erwachsenen und 0,23 mg/kg KG/d bei Kindern. Einen

wichtigen Beitrag zur Exposition der Gesamtbevölkerung liefern Fleischprodukte und Käse, während Fisch und Fischereierzeugnisse weniger beitragen. Die Exposition gegenüber Nitraten aus ihrer Verwendung als Lebensmittelzusatzstoffe im verfeinerten Expositionsszenario (nicht markentreu) unter dem ADI-Wert von 3,7 mg/kg KG/d. Die Aufnahmeabschätzungen für Verbraucher mit hoher Exposition liegen bei etwa 15 % oder weniger des ADI-Werts. Daher bestehen bei der derzeitigen Verwendung von Nitrat als Lebensmittelzusatzstoff keine Sicherheitsbedenken. Das Gremium stellte jedoch fest, dass die ernährungsbedingte Exposition gegenüber Nitrat aus allen Quellen den aktuellen ADI-Wert bei allen berücksichtigten Populationen übersteigt (EFSA, 2017b).

Die **Nitritaufnahme** von Kindern und Jugendlichen mit durchschnittlich 0,009 bis 0,011 mg/kg KG/d (LB-UB), und 0,005 bis 0,006 mg/kg KG/d (LB-UB) ist vergleichbar mit einer Studie aus Schweden, in der die Aufnahmemengen von 4, 8 bis 9, und 11 bis 12-Jährigen mit 0,013, 0,010 und 0,007 mg/kg KG/d berechnet wurden (Larsson et al., 2011). Ähnliche Aufnahmemengen von 0,006 bzw. 0,005 mg/kg KG/d wurden für dänische Kinder im Alter von 6 bis 14 Jahren berichtet (Leth et al., 2008).

Im Gegensatz dazu liegen die durchschnittlichen Aufnahmemengen französischer Kinder mit 0,04 bis 0,08 mg/kg KG/d und einer Auslastung des ADI-Werts von 67 bis 133 % ADI deutlich höher als die in dieser Studie abgeschätzten Aufnahmemengen (Menard et al., 2008). Selbst bei hohem Verzehr ist der ADI-Wert bei österreichischen Kindern und Jugendlichen bei Aufnahmemengen von 0,039 mg/kg KG/d (MB) und 0,023 mg/kg KG/d (MB) zu nur 56 % bzw. 33 % ausgeschöpft.

Die geschätzten Aufnahmemengen von Nitrit für Erwachsene (0,003 mg/kg KG/d) sind vergleichbar mit jenen anderer europäischer Länder wie Belgien (0,003 mg/kg KG/d; Temme et al., 2011) und Dänemark (Männer: 0,005 mg/kg KG/d, Frauen: 0,002 mg/kg KG/d; Leth et al., 2008). Wie schon für die Exposition der Kinder beschrieben, liegen auch die Aufnahmemengen von Erwachsenen in Frankreich (0,02 bis 0,04 mg/kg KG/d) über jenen der österreichischen Bevölkerung (Menard et al., 2008). Für Neuseeland wurden mit 0,01 mg/kg KG/d auch deutlich höhere Aufnahmemengen berichtet (Thomson et al., 2007).

Als Hauptaufnahmequelle für Nitrit wurden Würste identifiziert. Dies ist auf höhere Gehalte und Verzehrsmengen für diese Lebensmittelgruppe zurückzuführen. Auch in Studien aus Dänemark und Schweden wurde gezeigt, dass Würste einen großen Beitrag zur Gesamtaufnahme von Nitrit liefern (Leth et al., 2008, Larsson et al., 2011).

Die EFSA schätzte die durchschnittliche Exposition gegenüber Nitriten aus ihrer Verwendung als Lebensmittelzusatzstoffe (E 249, E 250) im nicht markentreuen Szenario auf <0,01 mg/kg KG/d (Kinder, Jugendliche) bis zu 0,02 mg/kg KG/d. Das 95. Perzentil der Exposition lag zwischen 0,01 und 0,08 mg/kg KG/d bei Kindern. Die für die Gesamtbevölkerung berechneten Aufnahmemengen liegen unter dem ADI-Wert (0,07 mg/kg KG/d). Nur bei Kindern wurde eine leichte Überschreitung bei hoher Exposition (nicht markentreues Szenario) festgestellt (EFSA, 2017a).

4. UNSICHERHEITEN

Im Zuge einer Risikobewertung treten Unsicherheiten bei den Auftretensdaten, Verzehrdaten und in der Folge bei der Expositionsabschätzung sowie Risikocharakterisierung auf (siehe Tabelle 10).

Die Berücksichtigung der Unsicherheiten kann zu einer Über- oder Unterschätzung des Risikos führen.

Tabelle 10: Qualitative Evaluierung des Einflusses der Unsicherheiten auf die vorliegende Risikobewertung

Quelle der Unsicherheit	Richtung
Auftretensdaten	
Probenziehung – Proben werden vorwiegend gezogen, um die Einhaltung der Höchstgehalte zu kontrollieren	+
Geringe Probenanzahl oder fehlende Auftretensdaten in einigen Lebensmittelgruppen	+/-
LB-UB-Konzept für die Berechnung der Gehalte verwendet	+/-
Mögliche Effekte auf Nitratgehalte bei der Verarbeitung und/oder beim Kochen	+
Einfluss der Lagerung auf Nitritgehalte	-
Verzehrdaten	
Verzehrdaten liegen oft nur zu Lebensmittelobergruppen und nicht zu spezifischen Lebensmitteln vor	+
Extrapolation von Verzehrsmengen weniger Tage auf eine langfristige bzw. lebenslange Exposition	+/-
Expositionsabschätzung/Risikocharakterisierung	
Die Nitratexposition der Bevölkerung über Trinkwasser wurde mit dem Grenzwert und theoretischen Verzehrsmengen berechnet	+/-
Keine Exposition für Schwangere, Stillende und Kleinkinder	-
Verwendung von Tierversuchsstudien zur Etablierung von ADI-Werten	+

+ = die Unsicherheit kann zu einer Überschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen

+/- = die Unsicherheit kann entweder zu einer Überschätzung oder zu einer Unterschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen

- = die Unsicherheit kann zu einer Unterschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen

Für die vorliegende Bewertung wurden hauptsächlich Untersuchungsdaten von Lebensmitteln verwendet, von denen bekannt ist, dass sie höhere Gehalte aufweisen. Die Proben wurden vorwiegend gezogen, um die Einhaltung der Höchstgehalte zu kontrollieren. Dies kann zu einer Überschätzung der Aufnahmemengen bzw. des Risikos führen. Eine geringe Probenzahl oder fehlende Auftretensdaten in einigen Lebensmittelgruppen sowie die Anwendung des LB-UB Konzepts können sowohl zu einer Überschätzung als auch zu einer Unterschätzung der Exposition bzw. des Risikos führen. So wurde u.a. in Polen und Neuseeland berichtet, dass ein Viertel bzw. ein Drittel der Nitratexposition über Kartoffeln erfolgt (Anyzewska & Wawrzyniak, 2014, Thompson et al., 2007), für die in Österreich keine Auftretensdaten zur Verfügung stehen.

Mögliche Effekte wie eine Reduktion des Nitratgehaltes bei der Verarbeitung und beim Kochen konnten nicht berücksichtigt werden. Dies kann zu einer Überschätzung des Risikos führen. Im Gegensatz dazu kann es bedingt durch die Lagerung zu höheren Nitritgehalten in Lebensmitteln kommen, wodurch die Exposition bzw. das Risiko unterschätzt werden.

Bei den Verzehrdaten liegen oft nur Informationen zum Verzehr von Lebensmittelgruppen und nicht zu spezifischen Lebensmitteln vor. Dies kann zu einer Überschätzung der Aufnahmemengen führen. Von Verzehrsmengen weniger Tage während des Erhebungszeitraumes wird auf eine langfristige bzw. lebenslange Aufnahme geschlossen. Durch diese Vorgangsweise kann die Exposition bzw. das Risiko sowohl überschätzt als auch unterschätzt werden.

Die Nitratexposition der österreichischen Bevölkerung über Trinkwasser wurde mit dem Grenzwert und theoretischen Verzehrsmengen berechnet. Dies kann sowohl zu einer Unter- als auch Überschätzung des Risikos führen. Eine mögliche Exposition von Schwangeren, Stillenden und Kleinkindern wurde aufgrund von fehlenden Auftretens- bzw. Verzehrdaten nicht berücksichtigt, was zu einer Unterschätzung der Aufnahmemengen bzw. des Risikos führen kann. Bei der Risikocharakterisierung werden die Aufnahmemengen gesundheitlichen Richtwerten wie dem ADI-Wert gegenübergestellt. Durch die Verwendung von Unsicherheitsfaktoren bei der Ableitung von gesundheitlichen Richtwerten aus Tierversuchsstudien kann es zu einer Überschätzung des Risikos kommen.

Unter Einbeziehung aller Aspekte führt die Summe aller Unsicherheiten bei der Bewertung von Nitrat und Nitrit eher zu einer Überschätzung der Aufnahmemengen bzw. des Risikos.

5. SCHLUSSFOLGERUNG

Die in diesem Bericht durchgeführten Berechnungen zur Nitrat- und Nitritexposition der österreichischen Bevölkerung zeigen, dass die durchschnittlichen Aufnahmemengen unter dem jeweiligen ADI-Wert liegen. Nur bei Berechnungen mit hohem Verzehr ist der ADI-Wert für Nitrat bei Kindern überschritten.

Da Nitratgehalte durch Waschen, Schälen und Kochen verringert werden, können die hier berechneten Aufnahmemengen mit Gehalten von nicht verarbeitetem Gemüse daher zu einer Überschätzung der Exposition führen.

Unsicherheiten in der Bewertung im Sinne einer Unterschätzung der Aufnahmemengen treten durch eine geringe Probenzahl oder fehlende Auftretensdaten in einigen Lebensmittelgruppen auf. Ein möglicher Beitrag zur Gesamtaufnahme über Kartoffeln oder Trinkwasser konnte somit nicht berücksichtigt werden. Die Nitratgehalte im Trinkwasser können je nach Region sehr unterschiedlich sein, da vor allem eine starke landwirtschaftliche Nutzung des Bodens zu höheren Nitratgehalten führt. In der Folge können Bewohner dieser intensiv agrarisch genutzten Gebiete höhere Mengen an Nitrat aufnehmen.

In der Lebensmittelgruppe Blattgemüse wurden in Rucola besonders hohe Nitratgehalte gemessen. Die EFSA hält dazu in ihrer Stellungnahme fest, dass bereits der Verzehr von mehr als 47 g Rucola pro Tag mit einem mittleren Nitratgehalt zu einer Überschreitung des ADI führt, auch wenn keine anderen Quellen einer Nitratexposition miteinbezogen werden (EFSA, 2008).

Ein gelegentliches Überschreiten des ADI stellt noch keine Gefahr für die betroffene Bevölkerungsgruppe dar. Ausgehend vom derzeitigen Stand des Wissens überwiegen die positiven Wirkungen des Verzehrs von Gemüse gegenüber einem möglichen Risiko. Nichtsdestotrotz sollten die Gehalte in Lebensmitteln so niedrig wie möglich gehalten werden, um eine etwaige Nitrat- und Nitritaufnahme soweit wie möglich zu reduzieren.

6. LITERATUR

- Anyzewska A, Wawrzyniak A, 2014: Evaluating adult dietary intakes of nitrate and nitrite in Polish households during 2006-2012. *Rocz Panstw Zakl Hig.* 65: 107-11.
- Ashworth A, Mitchell K, Blackwell JR, Vanhatalo A, Jones AM., 2015: High-nitrate vegetable diet increases plasma nitrate and nitrite concentrations and reduces blood pressure in healthy women. *Public Health Nutr* 18: 2669-78.
- Chung JC, Chou SS, Hwang DF, 2004: Changes in nitrate and nitrite content of four vegetables during storage at refrigerated and ambient temperatures. *Food Addit. Contam.* 21, 317–322.
- Dykhuizen R, Fraser A, McKenzie H, Golden M, Leifert C, Benjamin N, 1998: *Helicobacter pylori* is killed by nitrite under acidic conditions. *Gut* 42: 334–337.
- Elmadfa I et al., 2012: *Österreichischer Ernährungsbericht 2012*. 1. Auflage, Wien.
- Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA), 2008: Nitrate in vegetables. *The EFSA Journal* 689, 1-79.
- Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA), 2010: Statement on possible public health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables. *The EFSA Journal* 8: 1935.
- Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA), 2011: Use of the EFSA Comprehensive European Food Consumption Database in Exposure Assessment. *EFSA Journal* 9: 2097.
- Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA), 2017a: Re-evaluation of potassium nitrite (E 249) and sodium nitrite (E 250) as food additives. *EFSA Journal* 15: 4786.
- Europäische Lebensmittelsicherheitsbehörde (EFSA), 2017b: Re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. *EFSA Journal* 15: 4787.
- Ekarat K., Hmelak Gorenjak A., Madorran E., Lapajne S., Langerholc T., 2013: Study on the influence of food processing on nitrate levels in vegetables. *EFSA supporting publication 2013: EN-514*, 150pp.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 1996: Nitrate. Toxicological evaluation of certain food additives and contaminants in food. *WHO Food Additives Series* 35, 325-360.
- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 2002: Nitrate and nitrite. Evaluation of certain food additives. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. *WHO Technical Report Series* 913: 20-32.
- Larsson K, Darnerud PO, Ilbäck NG, Merino L, 2011: Estimated dietary intake of nitrite and nitrate in Swedish children. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 28: 659-66
- Leth T, Fagt S, Nielsen S, Andersen R, 2008: Nitrite and nitrate content in meat products and estimated intake in Denmark from 1998 to 2006. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 25: 1237-45.
- Lundberg JO, Weitzberg E, Cole JA, Benjamin N, 2004: Nitrate, bacteria and human health. *Nat.Rev.Microbiol.* 2, 593-602.
- Lundberg JO, Weitzberg E, Gladwin MT, 2008: The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. *Nature Reviews Drug Discovery* 7, 156-167.
- Menard C, Heraud F, Volatier JL, Leblanc JC, 2008: Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. *Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess* 25: 971-88.
- Mozolewski W, Smoczynski S, 2004: Effect of culinary processes on the content of nitrates and nitrites in potatoes. *Pakistan Journal of Nutrition* 3: 357-361.

Pardo-Marín O, Yusà-Pelechà V, Villalba-Martín P, Perez-Dasí JA., 2010: Monitoring programme on nitrates in vegetables and vegetable-based baby foods marketed in the Region of Valencia, Spain: levels and estimated daily intake. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess 27: 478-86.

Salgovicova D, Krizova S, 2006: Exposure of the population of the Slovak Republic to nitrates. Journal of Food and Nutrition Research 45: 89-95.

Scientific Committee for Food (SCF), 1997: Reports of the Scientific Committee for Food (38th series). Opinions of the Scientific Committee for Food on: nitrates and nitrite, draft Commission Directive laying down specific purity criteria on food additives other than colours and sweeteners, cyclamic acid and its sodium and calcium salts, the safety in use of 1,1,1,2-tetrafluoroethane as a solvent for flavour extraction and Bovine Spongiform Encephalopathy. Opinion on nitrates and nitrite.

Schuster, BE, Lee K, 1987: Nitrate and nitrite methods of analysis and levels in raw carrots, processed carrots and in selected vegetables and grain products. Journal of Food Science 52: 1632-1636.

Tamme T, Reinik M, Roasto M, Meremäe K, Kiis A, 2009: Impact of food processing and storage conditions on nitrate content in canned vegetable-based infant foods. J Food Prot. 72: 1764-8.

Temme EH, Vandevijvere S, Vinx C, Huybrechts I, Goeyens L, Van Oyen H, 2011: Average daily nitrate and nitrite intake in the Belgian population older than 15 years. Food Addit Contam Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. 28: 1193-204.

Thomson BM, Nokes CJ, Cressey PJ, 2007: Intake and risk assessment of nitrate and nitrite from New Zealand foods and drinking water. Food Addit Contam. 24: 113-21.

Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1333&qid=1431424211755&from=EN>

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32006R1881&qid=1431090116495&from=EN>

Verordnung (EU) Nr. 1129/2011 der Kommission vom 11. November 2011 zur Änderung des Anhangs II der Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates im Hinblick auf eine Liste der Lebensmittelzusatzstoffe der Europäischen Union. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1129&qid=1431423705074&from=EN>

Verordnung (EU) Nr. 1258/2011 der Kommission vom 2. Dezember 2011 zur Änderung der Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 bezüglich der Höchstgehalte für Nitrate in Lebensmitteln. <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32011R1258&qid=1431090188424&from=EN>

Verordnung des Bundesministers für soziale Sicherheit und Generationen über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung - TWV) BGBl. II Nr. 304/2001 und BGBl. II Nr. 309/1999 vom 22. November 2012. https://www.wko.at/Content.Node/branchen/b/Lebensmittelgewerbe--Bundesinnung/TrinkwasserV_-_30.10.2012.pdf

International Agency for Research on Cancer (IARC), 2010: IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Volume 94: Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins. <http://monographs.iarc.fr/ENG/Monographs/vol94/mono94.pdf>

Weltgesundheitsorganisation (WHO), 2009: Principles and Methods for the Risk Assessment of Chemicals in Food, International Programme on Chemical Safety, Environmental Health Criteria 240. Chapter 6: Dietary Exposure Assessment of Chemicals in Food: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/44065/9/WHO_EHC_240_9_eng_Chapter6.pdf