

Stellungnahme 061/2026

12. Oktober 2026

Nitrat in Lebensmitteln:

Auf Basis der Gehaltsdaten aus der BfR-MEAL-Studie sind für die meisten Menschen gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die Aufnahme von Nitrat nicht zu erwarten

In Kürze

- **Nitrat in der Nahrungskette.** Nitrat ist eine anorganische Verbindung, die Stickstoff enthält. Es kann in Lebensmitteln sowohl als natürlicher Inhaltsstoff als auch als Zusatzstoff oder als Kontaminante enthalten sein.
- **Nitrat im menschlichen Körper.** Nitrat kann in Lebensmitteln oder während der Verdauung durch die Einwirkung von Bakterien in Nitrit umgewandelt werden. Nitrit ist im Vergleich zu Nitrat ein gesundheitlich problematischerer Stoff. Es kann unter anderem den Sauerstofftransport im Blut vermindern und dadurch zu einer Unterversorgung mit Sauerstoff in Körpergeweben führen. Als frühe Symptome zeigen sich Müdigkeit oder Kopfschmerzen. Hohe Nitritkonzentrationen im Körper können zu einem lebensbedrohlichen Sauerstoffmangel unter bläulicher Verfärbung der Haut führen. Zudem können aus Nitrit im Körper potenziell krebserregende Verbindungen entstehen.
- **BfR-MEAL-Studie.** Im Rahmen der Total-Diet-Studie MEAL (Mahlzeiten für die Expositionsschätzung und Analytik von Lebensmitteln) wurde in Deutschland großflächig untersucht, in welchen Konzentrationen Stoffe durchschnittlich in Lebensmitteln enthalten sind. Dazu wurden Lebensmittel eingekauft, jeweils so zubereitet wie sie als fertige Gerichte typischerweise verzehrt werden und auf ihre Inhaltsstoffe hin analysiert – darunter auch auf Nitrat. So können Gehaltsänderungen, die gegebenenfalls im Zuge der Zubereitung der Mahlzeiten erfolgen, berücksichtigt werden. Die Studie berücksichtigt mehr als 90 Prozent der durchschnittlichen Lebensmittelzufuhr in Deutschland. Damit stehen repräsentative Daten hinsichtlich der durchschnittlichen Gehalte eines breiten Spektrums an Lebensmitteln zur

Verfügung. Sie bieten eine sehr gute Basis für die Ermittlung der durchschnittlichen Exposition.

- **Auswertung der MEAL-Studienergebnisse für Nitrat.** Um für diese Stellungnahme die durchschnittliche nahrungsbedingte Nitrataufnahme der Bevölkerung in Deutschland schätzen zu können, wurden die Analyseergebnisse zu Nitratgehalten in Lebensmitteln aus der BfR-MEAL-Studie mit Verzehrdaten aus verschiedenen Verzehrstudien für Kinder (KiESEL-Studie, EsKiMo II), Jugendliche und Erwachsene (NVS II) kombiniert.
- **Lebensmittel mit den höchsten Nitratgehalten.** In der BfR-MEAL-Studie gehörten Blattsalat, Radieschen, frische Küchenkräuter, Spinat und Kohlrabi zu den Lebensmitteln mit den höchsten Nitratgehalten.
- **Lebensmittelgruppen mit dem höchsten Beitrag zur Nitrataufnahme in der Bevölkerung.** In der MEAL-Studie wurde für die Expositionsschätzung die Gesamtbevölkerung ab einem Alter von sechs Monaten berücksichtigt. Am meisten trägt in allen Altersgruppen der Verzehr von Gemüse und Gemüseprodukten, Getreide und Getreideprodukten und zusammengesetzten Speisen zur Nitrataufnahme bei.
- **Fazit.** Die akzeptable tägliche Aufnahmemenge (ADI) liegt für Nitrat bei 3,7 mg/kg Körpergewicht (KG) . Für alle Altersgruppen in Deutschland liegt nach den Ergebnissen der BfR-MEAL-Studie der Mittelwert der Nitrataufnahme über Lebensmittel unterhalb des ADI (0,70 bis 1,92 mg/kg KG und Tag) und ist somit bei durchschnittlichem Verzehr so gering, dass von einer niedrigen Wahrscheinlichkeit für das Auftreten gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch das Vorkommen von Nitrat in Lebensmitteln ausgegangen werden kann. Bei einer hohen Nitrataufnahme (1,83 bis 3,89 mg/kg KG und Tag) liegt die geschätzte Exposition für einige Altersgruppen im Bereich des ADI oder überschreitet diesen etwas. Dies betrifft besonders Kinder und Kleinkinder. Erwachsene, die sich vegetarisch ernähren, nehmen mehr Nitrat über Lebensmittel auf als Mischköstler. Für Kinder, die sich vegetarisch ernähren sind aufgrund zu geringer Fallzahlen keine validen Aussagen möglich. Die Umwandlung von Nitrat in Nitrit und mögliche resultierende gesundheitliche Risiken wurden hier nicht betrachtet.

1 Gegenstand der Bewertung

Gegenstand dieser Stellungnahme ist die Bewertung gesundheitlicher Risiken für Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland durch die Exposition gegenüber Nitrat in Lebensmitteln.

Die Bewertung basiert auf Gehaltsdaten, die im Rahmen der BfR-MEAL-Studie erhoben wurden. MEAL steht für „Mahlzeiten für die Expositionsschätzung und Analytik von Lebensmitteln“ und ist die erste deutsche Total-Diet-Studie (TDS). Die Studie wurde im Auftrag des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) durchgeführt und berücksichtigt mehr als 90 Prozent des gesamten Lebensmittelverzehrs in Deutschland. Zusätzlich wurden auch selten verzehrte Lebensmittel mit bekanntermaßen hohen Gehalten an unerwünschten Stoffen berücksichtigt. Die Erhebung der Gehaltsdaten erfolgte wie in einer TDS üblich in verzehrfertigen Lebensmitteln bzw. zubereiteten Gerichten, so wie sie

typischerweise in Deutschland gegessen werden. Damit bietet die Studie eine repräsentative Zusammenstellung über Daten zu Gehalten von Stoffen in Lebensmitteln entsprechend der Verzehrgewohnheiten in der Bevölkerung in Deutschland (Sarvan et al. 2017).

2 Ergebnis

Nitrat ist eine anorganische Stickstoffverbindung, die in Lebensmitteln sowohl als natürlicher Inhaltsstoff als auch aufgrund der Verwendung als Zusatzstoff oder als Kontaminante enthalten sein kann.

Im Rahmen der BfR-MEAL-Studie wurden Gehalte an Nitrat in 90 % der am häufigsten in Deutschland verzehrten Lebensmittel untersucht. Zusätzlich wurden Lebensmittel untersucht, die seltener verzehrt werden, aber besonders hohe Gehalte an Nitrat aufweisen können. Einbezogen wurden auch Trinkwasser und Getränke auf der Basis von Trinkwasser. Die Erhebung der Gehaltsdaten erfolgte anhand von verzehrfertigen Lebensmitteln und teilweise differenziert nach Erzeugungsart, Region und Saison. Die höchsten Nitratgehalte wurden in Blattsalat, Radieschen, frischen Küchenkräutern, Spinat und Kohlrabi gemessen.

Schätzung der Exposition

Die Expositionsschätzung berücksichtigt die Gesamtbevölkerung ab einem Alter von sechs Monaten. Im Ergebnis trägt in allen Altersgruppen der Verzehr von Gemüse und Gemüseprodukten, Getreide und Getreideprodukten und zusammengesetzten Speisen am meisten zur Nitrataufnahme bei.

Bewertung möglicher gesundheitlicher Risiken

Für die gesundheitliche Risikobewertung des Vorkommens von Nitrat in Lebensmitteln legt das BfR die akzeptable tägliche Aufnahmemenge (ADI) von 3,7 mg/kg Körpergewicht (KG) und Tag zugrunde.

Der im Rahmen dieser Stellungnahme berechnete Mittelwert der ernährungsbedingten Nitrataufnahme liegt für alle Altersgruppen unterhalb des ADI von 3,7 mg/kg KG und Tag (0,70– 1,92 mg/kg KG und Tag, Upper Bound (Upper Bound (UB)). Für alle Altersgruppen der Bevölkerung in Deutschland wird bei mittlerer Exposition auf Basis der in MEAL erhobenen Daten daher eine niedrige Wahrscheinlichkeit für das Auftreten gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch das Vorkommen von Nitrat in Lebensmitteln angenommen.

Bei Annahme einer hohen Nitrataufnahme (95. Perzentil: 1,83 - 3,89 mg/kg KG und Tag, UB) liegt die geschätzte Exposition für einige Altersgruppen im Bereich des ADI oder überschreitet ihn geringfügig. Die höchsten Aufnahmen ergeben sich dabei für die jüngsten Altersgruppen, Kinder im Alter von 0,5 – 1 Jahr und 1 – < 3 Jahren.

Auch bei Betrachtung bestimmter Verzehrsmuster ergeben sich Überschreitungen des ADI bei hochexponierten (P95) älteren Kindern (6 - < 12 Jahre), die bestimmte Gemüsesorten mit vergleichsweise hohen Nitratgehalten verzehren.

Bei vegetarischer Ernährung besteht der vorliegenden Expositionsschätzung zufolge eine höhere Nitratexposition als bei Mischkost. Jedoch liegt auch die Exposition von Erwachsenen mit vegetarischer Ernährung im 95. Perzentil (2,91 mg/kg KG und Tag) unterhalb des ADI. Für Kinder sind hier aufgrund zu geringer Fallzahlen keine validen Aussagen möglich.

Die Umwandlung von Nitrat in Nitrit und mögliche resultierende gesundheitliche Risiken wurden im Rahmen dieser Stellungnahme nicht betrachtet.

Risiko-Nutzen-Betrachtungen im Zusammenhang mit der Aufnahme von Nitrat über Gemüse

Während Gemüse als eine der Hauptquellen für die ernährungsbedingte Exposition gegenüber Nitrat anzusehen ist, stellt Gemüse in der menschlichen Ernährung gleichzeitig eine bedeutende Quelle für die Aufnahme ernährungsphysiologisch wichtiger Vitamine, Mineralstoffe, Ballaststoffe und sekundärer Pflanzeninhaltsstoffen mit positiven Effekten dar. Außerdem weist Gemüse eine vergleichsweise geringe Energiedichte auf. Auch die Aufnahme von Nitrat selbst kann, insbesondere, wenn es über Gemüse aufgenommen wird, einen möglichen gesundheitlichen Nutzen besitzen. Maßnahmen mit dem Ziel der Reduktion möglicher gesundheitlicher Risiken im Zusammenhang mit der Aufnahme von Nitrat über Lebensmittel sollten daher auch den Aspekt des gesundheitlichen Nutzens berücksichtigen. Eine Einschränkung des Verzehrs von frischen Lebensmitteln wie Obst und Gemüse wird nicht empfohlen, da der gesundheitliche Nutzen eines hohen Anteils von Gemüse in der Nahrung das potenzielle Risiko durch die Aufnahme von Nitrat bei der betrachteten Expositionshöhe überwiegt.

3 Begründung

3.1 Risikobewertung

3.1.1 Gefahrenidentifizierung

Anorganisches Nitrat (NO_3^-) tritt als Teil des Stickstoffkreislaufs der Erde natürlicherweise auf und ist damit sowohl in Böden als auch in Gewässern ubiquitär vorhanden. In der Natur wird Nitrat auch in magmatischen und vulkanischen Gesteinen gefunden (ATSDR 2017). In der Umwelt liegen Nitrat und Nitrit typischerweise als leicht wasserlösliche anorganische Salzverbindungen mit Metallkationen, häufig mit Natrium- oder Kaliumkationen, vor. In Nitrat liegt der Stickstoff in seiner höchsten in der Umwelt vorkommenden Oxidationsstufe vor (Oxidationsstufe des Stickstoffs +5).

Stickstoff aus organischen Quellen kann im Boden bakteriell über Nitrit zu Nitrat umgesetzt werden (Nitrifikation). Als essentieller Nährstoff für alle Lebewesen wird Stickstoff von Pflanzen hauptsächlich in Form von Nitrat aufgenommen und steht der Pflanze in erster Linie zum Aufbau von Aminosäuren zur Verfügung. Entsprechend ist Nitrat in geringer Konzentration in den meisten Lebensmitteln enthalten, wobei Gemüse, insbesondere z. B. grünes Blattgemüse und Rote Bete, typischerweise höhere Konzentrationen aufweist.

Verschiedene anthropogenen Aktivitäten können zu einer Nitratkontamination von Böden, Oberflächen- und Grundwasser sowie Luft führen, vor allem der Eintrag von chemisch synthetisiertem Nitrat durch die Anwendung mineralischer Düngemittel in der Landwirtschaft, sowie die industrielle Verwendung von Nitrat bei der Herstellung von Sprengstoffen, Kunststoff, Metall, Glas und Keramik (ECHA 2020a, b). Der Eintrag von Nitrat in Umweltkompartimente kann auch zu einem Nitrat-Eintrag in Lebensmittel und Trinkwasser führen. Dieses wird in Deutschland größtenteils aus Grundwasser gewonnen, welches durch diffuse Einträge aus intensiver landwirtschaftlicher Flächennutzung regional eine hohe Nitratbelastung aufweist (BMUV/UBA 2022). In Europa ist die

Nitratkontamination von Trinkwasser und speziell Brunnenwasser oberhalb des Grenzwertes (50 mg/l, RL (EU) 2020/2184¹) nicht selten (EEA 2024).

Eine weitere Expositionsquelle stellen Natrium- und Kaliumnitrat aus der Verwendung als Lebensmittelzusatzstoffe (E 251 und E 252) dar, die zur Konservierung von bestimmten Fleisch- und Fischereiprodukten sowie von Käse, Käseerzeugnissen und Käseanalogen zugelassen sind (VO EU Nr. 1333/2008²). Ausschlaggebend für diese Zulassung waren die antibakterielle Wirkung der Stickoxide (NO), die nach der Umwandlung von Nitrat zu Nitrit entstehen, und/oder technologische Funktionen, wie die Bewahrung von Farbe und Geschmack bei gepökeltem Fleisch (EFSA 2003; Honikel 2008).

Schließlich wird Nitrat als Nahrungsergänzungsmittel in Form von Tabletten und Säften zur Verbesserung der sportlichen Leistungsfähigkeit und zur Prävention von Stoffwechsel- und Herz-Kreislauferkrankungen angeboten (Wikoff et al. 2018).

Die Exposition gegenüber Nitrat resultiert sowohl aus den genannten exogenen Quellen als auch aus endogenen Quellen: endogen ist Nitrat Teil des Nitrat-Nitrit-Stickstoffmonoxid (NO)-Pfades und steht in Zusammenhang mit lebenswichtigen physiologischen Funktionen. Exogen wird Nitrat hauptsächlich über Lebensmittel und Trinkwasser aufgenommen (ATSDR 2017).

3.1.2 Gefahrencharakterisierung

3.1.2.1 Toxikokinetik

Beim Menschen wird Nitrat nach der Aufnahme sehr effektiv aus dem Dünndarm resorbiert, wahrscheinlich über den Natrium-Iodid-Symporter, was in einer Bioverfügbarkeit von nahezu 100 % resultiert (van Velzen 2008).

Resorbiertes Nitrat wird im Blut transportiert und selektiv von den Speicheldrüsen und wahrscheinlich auch von anderen exokrinen Drüsen ausgeschieden, was zu hohen Nitratwerten im Speichel führt. So wird etwa 25 % des Plasmanitrates in den Speicheldrüsen konzentriert und wieder in die Mundhöhle sezerniert (EFSA 2008).

Vor allem in der Mundhöhle, aber auch im Magen-Darm-Trakt, wird Nitrat durch bakterielle Reduktasen zu Nitrit reduziert. Die Rezyklierung von Nitrat wie auch die Reduktionsrate sowohl im Mund als auch im Magen ist individuell hoch variabel (EFSA 2017) und von vielen Faktoren wie unter anderem der Art der Mikroflora und dem pH-Wert abhängig. Ein niedriger pH-Wert im Nüchternmagen (pH 1-2) gilt als zu niedrig für mikrobielles Wachstum und folglich für die bakterielle Nitratreduktion. Bei Säuglingen unter sechs Monaten und zusätzlich bei bestimmten gastrointestinalen Infekten (Gastroenteritis) ist der pH-Wert erhöht, was die Nitratreduktion begünstigt (Bouchard et al. 1992).

Nitrit wird im Magen unter den sauren Bedingungen rasch in salpetrige Säure umgewandelt, die wiederum spontan zu Stickoxiden, einschließlich Stickstoffmonoxid (NO), zerfällt, das wichtige physiologische Funktionen reguliert (Lundberg et al. 2008, EFSA 2008). Im Magen-Darm-Trakt kann Nitrit außerdem resorbiert werden und gelangt anschließend in den

¹ Richtlinie (EU) 2020/2184 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2020 über die Qualität von Wasser für den menschlichen Gebrauch (Neufassung)

² Verordnung (EG) Nr. 1333/2008 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 16. Dezember 2008 über Lebensmittelzusatzstoffe

Blutkreislauf, wo es in Gegenwart von (Oxy)hämoglobin unter Bildung von Methämoglobin zu Nitrat oxidiert werden kann (EFSA 2017).

Insgesamt ist die Biotransformation von Nitrat komplex. Die zuvor beschriebene Nitratreduktion, die Bildung von Nitrit, aber auch die Reoxidation von Nitrit zu Nitrat und die Bildung von NO oder Methämoglobin stehen dabei in einem dynamischen Gleichgewicht (EFSA 2008, 2017).

Der größte Teil des aufgenommenen Nitrats wird schließlich mit dem Urin ausgeschieden, zu einem kleinen Teil metabolisiert als Ammonium oder Harnstoff (Gangolli et al. 1994), doch findet zuvor eine beträchtliche Rückgewinnung durch selektive Rückresorption aus der Niere sowie durch Rezirkulation über Gallenflüssigkeit und Speichel statt (EFSA 2008). In geringem Umfang wird Nitrat auch über Muttermilch und Perspiration eliminiert, während die Ausscheidung über den Stuhl vernachlässigbar ist (ATSDR 2017).

Neben der Aufnahme von Nitrat über Lebensmittel ist zu beachten, dass die endogene Bildung von NO aus Arginin wesentlich zur internen Exposition des Menschen gegenüber NO, Nitrit, Nitrat und verschiedenen Nitrosylzwischenprodukten beiträgt (Habermeyer et al. 2015). Dabei ist der L-Arginin-NO-Synthase-Pfad die Hauptquelle für endogenes Nitrat in Säugetieren. Dieser ist in einer Vielzahl von Zelltypen im ganzen Körper aktiv (EFSA 2008).

3.1.2.2 Toxikologie

Die Toxizität von Nitrat ist gering und adverse Effekte nach oraler Aufnahme von Nitrat sind auf die metabolische Umwandlung zu Nitrit zurückzuführen (EFSA 2008). Im Folgenden werden die relevantesten toxikologischen Endpunkte im Zusammenhang mit der oralen Nitrataufnahme zusammengefasst. Ausführliche Informationen zum Gefährdungspotential von Nitrat sind in Stellungnahmen internationaler Gremien zu finden (z. B. ATSDR 2017, EFSA 2008, EFSA 2017).

Hämatologische Effekte

Nitrit kann im Blut mit dem Sauerstoff transportierenden (Fe^{2+}) Hämoglobin reagieren und im Zuge dessen zu NO reduziert oder zu Nitrat oxidiert werden. Hämoglobin selbst wird dabei zu (Fe^{3+}) Hämoglobin (Methämoglobin) oxidiert. Da Methämoglobin eine geringere Kapazität zur Bindung von Sauerstoff im Vergleich zu Hämoglobin hat, führt ein erhöhter Anteil an Methämoglobin (als Anteil des Gesamthämoglobins) zu klinischen Symptomen (Methämoglobinämie), die umso schwerer ausfallen, je höher der Anteil an Methämoglobin ist. Bei gesunden Individuen beträgt der Methämoglobingehalt $< 1\%$ des Gesamthämoglobins. Eine Verfärbung der Haut (Cyanose) wird häufig bei Methämoglobingehalten von 3-15 % beobachtet. Tachykardie, Schwäche und andere Anzeichen für Gewebshypoxie treten bei 10-20 % Methämoglobin auf. Symptome, die das zentrale Nervensystem betreffen (Kopfschmerzen, Schwindel, Erschöpfung) sowie Atemnot und Übelkeit treten bei einem Anteil von $> 20\%$ auf. Ein hohes Sterblichkeitsrisiko besteht bei Gehalten von $> 70\%$. Bei Vorerkrankungen, bei denen der Sauerstofftransport im Blut beeinträchtigt ist, können schwere Symptome bereits bei viel niedrigeren Methämoglobingehalten auftreten (ATSDR 2017). Kinder unter drei Monaten sind anfälliger für eine Methämoglobinämie als Erwachsene und ältere Kinder. Dies beruht unter anderem auf einer niedrigeren Aktivität der NADH-Cytochrom b5-Methämoglobinreduktase, die Methämoglobin wieder zu Hämoglobin umwandelt, und auf ihrem erhöhten Risiko für gastrointestinale Infektionen (EFSA 2008).

Endokrine Effekte

Nitrat fungiert als dosis-abhängiger kompetitiver Inhibitor des Natrium-Jodid-Symporters (NIS), der die Aufnahme von Jod durch die Schilddrüse vermittelt. Die verfügbaren Humandaten deuten darauf hin, dass erhöhte Nitratgehalte im Trinkwasser und/oder eine nitratreiche Ernährung mit Anzeichen einer Schilddrüsendysfunktion assoziiert sein könnten (ATSDR 2017). Darüber hinaus wurde in mehreren epidemiologischen Studien eine vergrößerte Schilddrüse oder sogar ein Kropf beobachtet, wenn die Nitrataufnahme über das Trinkwasser hoch war. Andere Studien hingegen zeigten keine Auswirkungen. Die Expositionshöhe, bei der ein Zusammenhang zwischen der Exposition gegenüber Nitrat und den Schilddrüseneffekten beobachtet wurde, entspricht der Expositionshöhe, bei der auch Methämoglobinämie auftrat. EFSA sieht jedoch die Humanstudien zur Kropfbildung und die einzige Studie zur Unterfunktion der Schilddrüse als nicht ausreichend für die Ableitung eines gesundheitsbasierten Richtwerts an (EFSA 2017).

Ein möglicher Zusammenhang zwischen der Aufnahme von Nitrat über das Trinkwasser und/oder Lebensmittel und dem Risiko für eine Entstehung von Typ-1-Diabetes bei Kindern wurde in verschiedenen Fall-Kontroll-Studien untersucht. Ein signifikant erhöhtes Risiko für Typ-1-Diabetes wurde nur in einzelnen Studien ermittelt (ATSDR 2017). Laut ATSDR (2017) bestehen aufgrund der inkonsistenten Datenlage daher substantielle Unsicherheiten hinsichtlich eines möglichen Zusammenhanges der Nitratexposition mit dem Risiko für das Auftreten von Typ-1-Diabetes, und es ist keine belastbare Schlussfolgerung ableitbar.

Kardiovaskuläre Effekte

Kardiovaskuläre Effekte sind ein relevanter Endpunkt der Nitrattoxizität, weil Nitrat im Körper zum Teil zu Nitrit reduziert wird. Nitrit kann als Relaxans für die glatte Muskulatur Hypotonie verursachen und Plasmanitrit ist an der Oxidation von Hämoglobin zu Methämoglobin beteiligt, was bei entsprechend hoher Konzentration mit Hypotonie, Pulsanstieg und Anstieg der Atemfrequenz assoziiert ist. Bei Erwachsenen und Kindern ist schwere Methämoglobinämie in Zusammenhang mit der Aufnahme von Nitrit beobachtet worden, mit Symptomen wie Hypotonie und Tachykardie, zum Teil mit Todesfolge (ATSDR 2017). Aufgrund der Umwandlung von Nitrat zu vasoaktiven Stickoxiden (NO) tritt als physiologischer Effekt eine Abnahme des Blutdrucks auf (EFSA 2017). Bezüglich möglicher gesundheitlicher Vorteile einer langfristigen Nitratsupplementierung bei der Behandlung von Herz-Kreislauf-Krankheiten bestehen allerdings Unsicherheiten (Machha und Schechter 2012; Siervo et al. 2013).

Genotoxizität

Die Genotoxizität von Nitrat wurde in verschiedenen *in vitro*- und *in vivo*-Testsystemen untersucht. Nitrate, insbesondere Natrium- und Kaliumnitrat, die als Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen sind und somit bestimmten Lebensmitteln zugesetzt werden können, wurden hinsichtlich ihres genotoxischen Potentials untersucht. Sowohl *in vitro* als auch *in vivo* Genotoxizitätstests zeigen, dass Nitrat kein genotoxisches Potential aufweist (EFSA 2017).

Kanzerogenität

Die orale Verabreichung von Nitrat in Kanzerogenitätsstudien (meist als Natriumsalz im Trinkwasser) führt bei Mäusen und Ratten nicht zu erhöhten Tumorraten (EFSA 2017). Auch Ergebnisse epidemiologischer Studien zeigen in der Gesamtschau keine oder unzureichende Evidenzen für einen Zusammenhang zwischen der oralen Nitrataufnahme mit der Nahrung und erhöhten Tumorraten (EFSA 2017, IARC 2010).

Stoffwechselprodukte von Nitrat, wie Nitrit, können zur Bildung von *N*-Nitrosoverbindungen (*N*-Nitrosamine, *N*-Nitrosamide (NOC)) beitragen, wenn nitrosierbare Substrate, so wie Amine und Amide, im Verdauungstrakt vorhanden sind (SCF, 1997, ATSDR 2017, EFSA 2023,). Die Rate der Bildung von NOC ist abhängig von verschiedenen Faktoren wie der Art und Konzentration der Reaktanten, dem Reaktionsmedium, dem pH-Wert und der Anwesenheit von Katalysatoren oder Inhibitoren der *N*-Nitrosierung, wie Vitamin C (EFSA 2017, EFSA 2023, IARC 2010). Eine Vielzahl der untersuchten NOC haben sich als genotoxisch erwiesen und wirken karzinogen im Tierversuch (EFSA 2023, EFSA 2017). Daten aus den vorhandenen epidemiologischen Studien sind laut EFSA 2023 nicht geeignet, um Zielorgane der Kanzerogenese beim Menschen oder Referenzwerte für die gesundheitliche Bewertung zu ermitteln.

3.1.2.3 Ableitung eines gesundheitsbasierten Richtwertes

Natrium- und Kaliumnitrat sind in der EU gemäß Anhang II der VO (EU) Nr. 1333/2008 als Lebensmittelzusatzstoffe zugelassen und wurden durch den ehemaligen wissenschaftlichen Lebensmittelausschuss der Europäischen Kommission (SCF, 1990 und 1997), den gemeinsamen FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA, 1996 und 2002) sowie die EFSA (EFSA 2017) bewertet. Bei der Bewertung dieser Salze als Lebensmittelzusatzstoff wurde davon ausgegangen, dass die Natrium- und Kaliumionen in homöostatische Prozesse einfließen und die Toxizität der Salze durch das Nitrat-Ion bestimmt wird (EFSA 2017).

Da verfügbare Daten keine Hinweise auf ein genotoxisches Potenzial der beiden Salze Natrium- und Kaliumnitrat bzw. der Nitrationen ergaben, entschieden die Gremien übereinstimmend, dass eine akzeptable tägliche Aufnahmemenge (Acceptable Daily Intake, ADI) ableitbar ist. Das BfR bezieht sich in der Risikocharakterisierung auf den durch die EFSA (2017) beschriebenen ADI von 3,7 mg/kg KG und Tag, der in früheren Stellungnahmen anderer Gremien abgeleitet wurde, wie im Folgenden dargestellt wird.

SCF legte für die Ableitung des ADI eine Kanzerogenitätsstudie an Ratten zugrunde (Maekawa et al. 1982). In dieser Studie wurden in keiner Dosisgruppe Effekte durch die orale Aufnahme von Natriumnitrat beobachtet, sodass der *no observed effect level* (NOEL) der höchsten getesteten Dosis von 1820 mg/kg KG und Tag Nitrationen (2500 mg/kg KG und Tag Natriumnitrat) entsprach. Aufgrund der Speziesunterschiede (Ratte / Mensch) in Hinblick auf die fehlende Sezernierung von Nitrat in den Speichel der Ratte wurde für die Berechnung des ADI ein Sicherheitsfaktor von 500 angewendet. Folglich wurde für Natriumnitrat ein ADI von 5 mg/kg KG und Tag, entsprechend 3,7 mg/kg KG und Tag für Nitrat, abgeleitet (SCF 1990). In einer darauffolgenden Stellungnahme kam SCF zu dem Schluss, dass der ADI von 0-3,7 mg/kg KG und Tag für Nitrat (entspricht 0-5 mg/kg KG und Tag für Natriumnitrat) beibehalten werden sollte (SCF 1997).

JECFA (1996) legte für die Ableitung eines gesundheitsbasierten Richtwertes dieselbe Studie zugrunde wie SCF (1990, 1997) (Maekawa et al 1982), zog jedoch zusätzlich eine weitere Kanzerogenitätsstudie heran (Lehman 1958), da in der Studie von Maekawa et al. (1982) keine vollständigen histopathologischen Untersuchungen durchgeführt wurden. Auf Grundlage des NOEL von 370 mg/kg KG und Tag in dieser Studie (ausgedrückt als Nitrat-Ionen, Lehman 1958) und unter Anwendung eines Sicherheitsfaktors von 100 leitete JECFA ebenfalls einen ADI-Wert von 0-3,7 mg/kg KG und Tag für Nitrat ab. Einen ähnlichen ADI (0-3,2 mg/kg KG und Tag) leitete JECFA auch unter Berücksichtigung der Umwandlung von Nitrat zu Nitrit ab. JECFA hat daher den zuvor abgeleiteten ADI für Nitrat von 0-3,7 mg/kg KG und Tag beibehalten. JECFA vertrat ferner die Auffassung, dass Nitrat in beträchtlichen Mengen in Nitrit umgewandelt werden kann und Säuglinge unter drei Monaten für die

Toxizität von Nitrit empfindlicher sind als Erwachsene (JECFA 1996). Dementsprechend wurde darauf hingewiesen, dass der ADI nicht für die Bewertung gesundheitlicher Risiken für die Altersgruppe der Säuglinge unter 3 Monaten geeignet ist. In der nachfolgenden Bewertung behielt JECFA den ADI für Nitrat bei (JECFA 2002).

EFSA betrachtet Methämoglobinämie als Folge der Reduktion von Nitrat zu Nitrit als relevantesten Endpunkt für die Bewertung der Toxizität von Nitrat und erwog, diesen Effekt der Ableitung eines ADI für Nitrat zugrunde zu legen (EFSA 2017). Die Umwandlung von Nitrat in Nitrit im Speichel des Menschen ist jedoch individuell hoch variabel, sodass es nicht möglich sei, auf Basis der verfügbaren Daten einen ADI-Wert abzuleiten.

EFSA stellte fest, dass unter der Annahme der Aufnahme von Nitrat in Höhe des ADI von 3,7 mg/kg KG und Tag selbst bei Verwendung des höchsten für den Menschen geschätzten Nitrat-zu-Nitrit-Umwandlungsfaktors die durch Nitrit erzeugten Methämoglobinwerte klinisch nicht signifikant wären und zu einer theoretisch geschätzten Bildung von endogenen N-Nitrosoverbindungen führen würden, die wenig bedenklich wäre. Daher kam das Gremium trotz der Unsicherheit, die mit dem festgelegten ADI verbunden ist, zu dem Schluss, dass es derzeit keine ausreichend belastbaren Daten gibt, die eine Änderung des ADI von 0-3,7 mg/kg KG und Tag für Nitrat rechtfertigen würden (EFSA 2017).

EFSA stellte in ihrer Stellungnahme zu möglichen Gesundheitsrisiken für Säuglinge und Kleinkinder durch das Vorkommen von Nitrat in Blattgemüse außerdem fest, dass eine gelegentliche Überschreitung des ADI für sich genommen kein gesundheitliches Risiko darstellt (EFSA 2010). Die verfügbaren Daten zeigten, dass die Methämoglobinbildung bei Kindern, die älter als drei Monate sind, bei Nitrataufnahmen unter 15 mg/kg KG und Tag nicht erhöht sei.

ATSDR (2017) leitete gesundheitsbasierte Richtwerte (*minimal risk level*, MRL) für die kurz- und langfristige orale Exposition des Menschen gegenüber Nitrat von 4 mg/kg KG und Tag ab. Die Ableitung beruht auf der Beobachtung der Methämoglobinbildung bei Säuglingen, die mit Säuglingsnahrung gefüttert wurden, das mit Trinkwasser mit Nitratgehalten über 44 mg/L zubereitet wurde (Walton 1951).

3.1.3 Expositionsschätzung und -bewertung

Die Exposition gegenüber Nitrat erfolgt vorwiegend oral über Lebensmittel inklusive Trinkwasser (IARC 2010; ATSDR 2017). In der vorliegenden Stellungnahme wird die Exposition gegenüber Nitrat durch verzehrfertige Lebensmittel und somit die orale Aufnahme betrachtet. Dies schließt Nitrat als Lebensmittelzusatzstoff ein sowie Nitrat aus Trinkwasser, das als Getränk oder zur Lebensmittelzubereitung verwendet wurde. Eine Differenzierung des Beitrags verschiedener Eintragsquellen zu der Gesamtexposition findet im Rahmen der vorliegenden Auswertung nicht statt. Nach Expositionsschätzungen der EFSA trägt die Verwendung von Nitrat als Lebensmittelzusatzstoff weniger als 5 % zur Gesamtexposition gegenüber Nitrat bei (EFSA 2017).

3.1.3.1 Verzehrdaten

Als Datengrundlage für Verzehrsmengen für die Altersgruppe **Säuglinge, Kleinkinder und Kinder (0,5 bis < 6 Jahre)** diente die deutschlandweite repräsentative Kinder-Ernährungsstudie zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs (KiESEL). An KiESEL nahmen insgesamt 1.104 Kinder im Alter von 6 Monaten bis einschließlich 5 Jahren teil. Die Studie wurde zwischen 2014 und 2017 durchgeführt. Anhand eines Interviews füllten die Erziehungsberechtigten einen Fragebogen zur allgemeinen Ernährung, Ernährung im 1.

Lebensjahr sowie einen Fragebogen (*Food Propensity Questionnaire*) zu selten verzehrten Lebensmitteln aus. Davon haben 1.008 Kinder bzw. deren Eltern auch an der Ernährungserhebung mittels Wiege-/Schätzprotokoll teilgenommen. Der Lebensmittelverzehr der Kinder wurde in einem Wiegeprotokoll für drei aufeinanderfolgende Tage und in einem 1-Tages-Wiegeprotokoll an einem unabhängigen Tag dokumentiert. Ergänzend wurde der Verzehr (in Betreuungseinrichtungen) mit Hilfe eines reduzierten Schätzprotokolls erfasst (Nowak et al. 2022a, 2022b). Für die Expositionsschätzung wurden die nicht mehr gestillten Kinder (N = 952) ausgewählt.

Als Datengrundlage hinsichtlich des Verzehrs bei **Kindern zwischen 6 und < 12 Jahren** diente die zweite Ernährungsstudie als KiGGS-Modul (EsKiMo II) (Mensink et al., 2017). In EsKiMo II wurde die Lebensmittelaufnahme von 2.644 Kindern und Jugendlichen im Alter von 6 bis 17 Jahren untersucht. Dabei wurde der Lebensmittelverzehr der 6- bis 11-jährigen Kinder mit Hilfe der Eltern durch Wiegeprotokolle über vier Tage ermittelt. Bei den Jugendlichen im Alter von 12 bis 17 Jahren wurde eine modifizierte Dietary-History-Methode eingesetzt, um die übliche Ernährung der vergangenen vier Wochen zu erfassen. Das persönliche Interview erfolgte anhand der Software DISHES (*Dietary Interview Software for Health Examination Studies*). Neben der Erfassung des üblichen Lebensmittelverzehrs mittels Wiegeprotokollen, wurden für 6- bis 11-jährige Kinder weitere Informationen zum Ernährungsverhalten, wie gemeinsame Familienmahlzeiten, das Angebot und die Inanspruchnahme der Schulverpflegung, besondere Ernährungsweisen und die Durchführung von Gewichtsreduktionsdiäten, erhoben. Für die Expositionsschätzung wurden die 6- bis 11-jährigen Kinder, von denen die Wiegeprotokolle vorlagen (N = 1.190), berücksichtigt. Der Verzehr ab 14 Jahren wird von der NVS II abgedeckt.

Als Datengrundlage für Verzehrsmengen für die Altersgruppen **Jugendliche und Erwachsene (14 bis 80 Jahre)** diente die Nationale Verzehrsstudie II (NVS II) des Max Rubner-Instituts (MRI). Die NVS II ist die aktuelle repräsentative Studie zum Verzehr der Bevölkerung Deutschlands. 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 (Krems et al., 2006; MRI, 2008). Die Verzehrsauswertungen beruhen auf den Daten der beiden unabhängigen 24 h-Recalls der NVS II, die in einem computergestützten Interview mittels „EPIC-SOFT“ erhoben wurden. Es wurden die Daten von 13.926 Personen, von denen beide Interviews vorlagen, ausgewertet.

3.1.3.2 Gehaltsdaten

3.1.3.2.1 Methodik der Erhebung der Nitrat-Gehaltsdaten in der BfR-MEAL-Studie

Nitrat wurde im Basismodul der BfR-MEAL-Studie in 355 Lebensmitteln der MEAL-Foodlist (Lebensmittelliste) untersucht. Basierend auf den 24 h-Recalls der NVS II für Erwachsene und den VELS-Daten (Verzehrsstudie zur Ermittlung der Lebensmittelaufnahme von Säuglingen und Kleinkindern für die Abschätzung eines akuten Toxizitätsrisikos durch Rückstände von Pflanzenschutzmitteln) für Kinder deckt die MEAL-Foodlist für jede Lebensmittelhauptgruppe mindestens 90 % der durchschnittlichen Lebensmittelzufuhr verschiedener Altersgruppen der Bevölkerung Deutschlands ab und berücksichtigt zudem selten verzehrte Lebensmittel mit bekanntermaßen hohen Gehalten an unerwünschten Stoffen. Die MEAL-Lebensmittel für die Nitrat-Analytik wurden zwischen Dezember 2016 und Mai 2019 deutschlandweit in vier verschiedenen Regionen eingekauft, wobei die Produktauswahl die unterschiedlichen Einkaufsgewohnheiten der Bevölkerung in

Deutschland sowie sowohl regionale als auch saisonale Besonderheiten berücksichtigt. Die der repräsentativen Zusammenstellung der Proben zugrundeliegenden Informationen wurden über Verbraucherstudien erhoben sowie aus Marktdaten generiert. Die Lebensmittel wurden in der MEAL-Studienküche unter Nachbildung des typischen Verbraucherverhaltens zubereitet. Anschließend wurden die Lebensmittel und Gerichte gepoolt (gruppiert) und homogenisiert (Sarvan et al., 2017).

Zur Bestimmung der Nitratgehalte wurden so insgesamt 839 Pools aus jeweils 15 - 20 Einzel Lebensmitteln (Subsamples) gebildet. Die Pools repräsentieren die Kombinationen verschiedener Einkaufsregionen (national, Ost, Süd, West, Nord), Einkaufszeitpunkte (nicht saisonal, Saison 1, Saison 2³) und Erzeugungsarten (unspezifisch, biologisch, konventionell). Die Lebensmittel wurden zum Teil unspezifisch beprobt (national, nicht saisonal, unspezifisch für Erzeugungsart), und zum Teil spezifisch (Regionen, Saisons, biologische bzw. konventionelle Erzeugung), je nachdem, ob Unterschiede in den Gehalten, beispielsweise bedingt durch die Erzeugungsart, zu erwarten waren oder nicht. Bei der Interpretation der Ergebnisse ist daher zu beachten, dass spezifische und unspezifische Kategorien unterschiedliche Lebensmittel enthalten.

In Vorbereitung der Auswertung der Gehaltsdaten mussten Anpassungen einzelner Ergebnisse durchgeführt werden. Dies betraf 15 Lebensmittelpools, deren Nitratgehalte im Rahmen der Prüfung der Messwerte nicht plausibilisiert werden konnten. Die unplausiblen Messwerte wurden durch die durchschnittlichen Nitratgehalte weiterer Pools des gleichen Lebensmittels ausgetauscht. Eine Übersicht dieser Anpassungen befindet sich im Anhang (Tab. A1). Die 355 MEAL-Lebensmittel können 19 Lebensmittelhauptgruppen zugeordnet werden (Tabelle 1).

Tabelle 1: Sampling Nitrat - Übersicht

Lebensmittelhauptgruppe	Anzahl	
	Lebensmittel	Pools (Subsamples)
01 Getreide und Getreideprodukte	40	97 (1.540)
02 Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	33	151 (2.286)
03 Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	8	26 (410)
04 Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	20	24 (440)

³ Saison 1: Saison mit erwartungsgemäß vornehmlich Importware. Saison 2: Saison mit erwartungsgemäß vornehmlich deutscher Ware. Für tierische Produkte: vornehmlich Weidegang.

05 Obst und Obstprodukte	22	64	(1.010)
06 Fleisch und Fleischprodukte	35	101	(1.578)
07 Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	30	39	(720)
08 Milch und Milchprodukte	23	37	(640)
09 Eier und Eierprodukte	2	10	(150)
10 Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	15	18	(330)
11 Tierische und pflanzliche Fette und Öle	8	13	(210)
12 Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	10	12	(220)
13 Wasser und Getränke auf Wasserbasis	6	12	(144)
14 Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	9	12	(210)
15 Alkoholische Getränke	8	11	(190)
16 Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	11	15	(260)
17 Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	7	8	(150)
18 Speisen und Gerichte	52	170	(2.670)
19 Würzmittel und Soßen	16	19	(350)
Summe:	355	839	(13.508)

Im Rahmen der Qualitätssicherung der BfR-MEAL-Studie wurden die gemessenen Gehalte durch einen Abgleich mit Literaturwerten einer Plausibilisierung unterzogen. Diese sieht vor,

die BfR-MEAL-Daten mit Daten aus dem Monitoring nach §§ 50-52 LFGB zu vergleichen (sofern anwendbar). Standardmäßig werden außerdem 10 % der Pools mit dem höchsten Verzehr je Lebensmittelhauptgruppe zur Plausibilisierung ausgewählt, 10 % der Pools mit dem höchsten Gehalt, 10 % der Pools mit dem geringsten Gehalt sowie die zehn Lebensmittel mit den höchsten Anteilen an der durchschnittlichen Gesamtaufnahme. So wird sichergestellt, dass mindestens 20 bis 30 % der gemessenen Daten einer zusätzlichen Qualitätsprüfung unterzogen werden. Darüber hinaus werden für stratifizierte Pools (d. h. beispielsweise Apfelproben aus verschiedenen Regionen) auffällige Unterschiede in den Gehalten begutachtet. Neben dem Abgleich mit Daten aus der Literatur werden für eine finale Abstimmung Experten aus den jeweiligen Fachbereichen zurate gezogen. Auffällige Werte werden durch Nachanalysen und/oder Einbeziehung weiterer externer Experten geprüft.

Im Rahmen des Gehaltsdatenabgleichs für Nitrat wurden 29 % der Analysen mit verfügbaren Gehaltsdaten abgeglichen. Dabei wurden 12 % mit Daten aus dem Monitoring abgeglichen. 22 % der ausgewählten Gehalte wurden mit Daten aus der *GEMS Food Contamination Database* der WHO verglichen. Weiterhin wurde die Souci-Fachmann-Kraut-Datenbank (SFK), verschiedene TDS sowie weitere Fachpublikationen zur Plausibilisierung der Nitrat-Daten herangezogen. In manchen Fällen wurden mehrere Quellen zur Plausibilisierung eines Pools genutzt.

3.1.3.2.2 Gehalte nach Lebensmittelhauptgruppen

Die für jeden der 839 Pools vorliegenden Einzelergebnisse wurden standardmäßig nach modifiziertem Lower Bound (mLB)-⁴ und Upper Bound (UB)-Ansatz⁵ berechnet und anschließend auf Poolebene gemittelt (Mittelwert der analytischen Mehrfachbestimmung eines Pools).

Insgesamt 13 % (111 von 839 Pools) der Poolproben wiesen nicht quantifizierbare Nitratgehalte auf (*Non-detects*). *Non-detects* traten in allen Lebensmittelhauptgruppen abgesehen von „Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze“ und „Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und –nektare“ auf. Die höchsten Anteile an *Non-detects* gab es in den Lebensmittelhauptgruppen „Eier und Eierprodukte“ (90 %) und „Tierische und pflanzliche Fette und Öle“ (54 %).

In Tabelle 2 sind die Lebensmittelhauptgruppen, die Probenstruktur innerhalb der Lebensmittelhauptgruppen und die statistischen Kennzahlen der Nitratgehalte ohne Berücksichtigung der Stratifizierungen dargestellt. Die Kennzahlen wurden dabei aus den Mittelwerten der Pools jedes Lebensmittels berechnet.

Die höchsten Nitratgehalte wiesen die Lebensmittelhauptgruppen „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“ und „Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus“ auf (122,83 mg/kg und 65,69 mg/kg; P50, UB) (Tabelle 2). Die im Median niedrigsten Nitratgehalte wurden für die Lebensmittelhauptgruppen „Eier und Eierprodukte“ (0,21 mg/kg) „Wasser und Getränke auf Wasserbasis“ (0,37 mg/kg) und „Tierische und pflanzliche Fette und Öle“ (0,64 mg/kg) ermittelt. Der Median der Nitratgehalte der übrigen Lebensmittelhauptgruppen liegt zwischen 1,41 mg/kg und 38,56 mg/kg.

⁴ modifizierter Lower Bound (mLB)-Ansatz: wenn Ergebnis $\geq$ LOD und $<$ LOQ, dann Wert = LOD; wenn Ergebnis $<$ LOD, dann Wert = 0

⁵ Upper Bound (UB)-Ansatz: wenn Ergebnis $\geq$ LOD und $<$ LOQ, dann Wert = LOQ; wenn Ergebnis $<$ LOD, dann Wert = LOD

Tabelle 2: Nitratgehalte in der BfR-MEAL-Studie nach Lebensmittelhauptgruppen in mg/kg ohne Berücksichtigung der Stratifizierungen (Probeneinkauf: Dezember 2016 bis Mai 2019).

Lebensmittelhauptgruppe	Anzahl Lebensmittel	Anzahl Pools	Nitratgehalt (mg/kg)								Lebensmittel mit höchstem Gehalt (Maximum)
			mLB				UB				
			MW	P50	Min	Max	MW	P50	Min	Max	
01 Getreide und Getreideprodukte	40	97	18,61	14,55	0	74,09	18,64	14,55	0,12	74,09	Vollkornbrot, Vollkornbrötchen
02 Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	33	151	340,28	122,83	0	2.054,4	340,28	122,83	0,12	2.054,4	Radieschen
03 Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	8	26	75,56	65,69	0,23	145,53	75,62	65,69	0,70	145,53	Bratkartoffeln
04 Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	20	24	48,34	13,23	3,54	605,74	48,34	13,23	3,54	605,74	Gewürze
05 Obst und Obstprodukte	22	64	28,77	2,21	0	359,98	28,81	2,26	0,12	359,98	Avocado
06 Fleisch und Fleischprodukte	35	101	12,04	6,03	0,45	41,69	12,06	6,03	0,60	41,69	Leberwurst (Schwein, Rind)
07 Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	30	39	6,35	3,19	0	46,36	6,38	3,19	0,12	46,36	Aal
08 Milch und Milchprodukte	23	37	4,68	1,63	0	47,56	4,77	1,71	0,12	47,56	Buttermilch
09 Eier und Eierprodukte	2	10	0,07	0,07	0,02	0,13	0,21	0,21	0,17	0,25	Hühnerei ¹
10 Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	15	18	7,92	3,19	0,12	30,14	7,97	3,21	0,37	30,14	Lakritze
11 Tierische und pflanzliche Fette und Öle	8	13	2,31	0,49	0,12	7,44	2,44	0,64	0,37	7,44	Fettreduzierte/ Halbfettmargarine, Streichfett
12 Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	10	12	6,72	7,01	1,43	15,73	6,72	7,01	1,43	15,73	Fruchtnektar, divers
13 Wasser und Getränke auf Wasserbasis	6	12	0,97	0,12	0,12	3,42	1,13	0,37	0,37	3,42	Trinkwasser

14 Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	9	12	3,34	4,27	0,12	7,94	3,42	4,27	0,37	7,94	Kaffee-Ersatz (Getränk)
15 Alkoholische Getränke	8	11	2,70	2,27	0,12	5,55	2,74	2,27	0,37	5,55	Weißwein, Schaumwein
16 Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	11	15	21,11	15,91	0,12	72,72	21,13	15,91	0,37	72,72	Beikost: Getreidebrei mit Säuglingsmilch-nahrung (Pulver)
17 Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	7	8	3,10	1,41	0,12	8,86	3,21	1,41	0,37	8,86	Reisdrink
18 Speisen und Gerichte	52	170	76,86	38,56	0,58	556,83	76,86	38,56	0,58	556,83	Rahmspinat
19 Würzmittel und Soßen	16	19	45,95	20,40	0	229,36	45,97	20,40	0,12	229,36	Pesto

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; Min: Minimum; Max: Maximum

¹ 8 von 10 Messungen < LOD (0,12 mg/kg) bzw. < LOQ (0,37 mg/kg)

3.1.3.2.3 Gehalte einzelner MEAL-Lebensmittel

Tabelle 3 zeigt die fünf MEAL-Lebensmittel mit den höchsten Nitratgehalten in absteigender Reihenfolge. Angegeben ist jeweils die Stratifizierung mit dem Maximalgehalt.

Die Nitratgehalte dieser Lebensmittel reichen von 1.133,29 mg/kg („Kohlrabi“) bis 3.872,70 mg/kg („Blattsalat“). Die Lebensmittel mit den höchsten Nitratgehalten gehören ausschließlich der Lebensmittelhauptgruppe „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“ an, diese wurde bereits als Hauptgruppe mit dem höchsten Nitratgehalt beschrieben (siehe Kapitel 3.1.3.2.2). Auch die Lebensmittel mit den nächsthöheren Nitratgehalten (Fenchel [Knolle], Rahmspinat, Zucchini, Prinzessbohnen, Brechbohnen, Gewürze) gehören überwiegend zu dieser Lebensmittelhauptgruppe.

Tabelle 3: Lebensmittelpools mit den höchsten Nitratgehalten (mg/kg) aus der BfR-MEAL-Studie (Probeneinkauf von Dezember 2016 bis Mai 2019, UB).

No.	MEAL-Lebensmittel	Pool-Stratifizierung*	Nitratgehalt (mg/kg)
1	Blattsalat	Nord, Saison 2, konventionell	3.872,70
2	Radieschen	national, Saison 1, unspezifisch	2.272,72
3	Küchenkräuter, frisch	national, nicht saisonal, biologisch	2.055,36
4	Spinat	national, Saison 2, konventionell	1.284,15
5	Kohlrabi	West, Saison 2, unspezifisch	1.133,29

* Saison 1: Saison mit erwartungsgemäß vornehmlich Importware; Saison 2: Saison mit erwartungsgemäß vornehmlich deutscher Ware; Unspezifisch: Einkauf nach Marktdaten, keine Vorgaben für biologische oder konventionelle Produkte

3.1.3.3 Expositionsschätzung

3.1.3.3.1 Methodik

Für die Teilnehmenden der Verzehrsstudien wurde die langfristige Verzehrmenge bestimmt, indem für jedes Lebensmittel der MEAL-Foodlist der mittlere Verzehr über alle Verzehrstage bestimmt wurde. Zur Expositionsschätzung wurde jedem dieser Verzehrereignisse ein MEAL-Lebensmittel zugeordnet. Diese Zuordnung erlaubt es, für jeden Pool die passenden individuellen Verzehrereignisse zu identifizieren.

Basierend auf dieser Zuordnung wurde für jedes Verzehrereignis die Exposition berechnet, indem die individuelle Verzehrmenge bezogen auf das Körpergewicht mit dem Gehalt aus jedem Pool aus den MEAL-Ergebnissen multipliziert wurde. Falls in einem Pool mehr als ein analytisches Ergebnis vorlag (z. B. Doppelbestimmung), wurde der Mittelwert aller Ergebnisse berücksichtigt. Für Werte unterhalb der Nachweis- bzw. Bestimmungsgrenze wurde jeweils ein mLb- und UB-Szenario berechnet.

Die Bestimmung der Gesamtexposition erfolgte dabei auf Basis aller Befragten, die an der Ernährungserhebung teilgenommen haben (siehe Kapitel 3.1.3.1).

Da Nicht-Verzehrende einer bestimmten Lebensmittelgruppe dabei als Null-Verzehr einberechnet werden, kann es dadurch zur Unterschätzung der Verzehrmenen für die Verzehrenden der jeweiligen Lebensmittelgruppen kommen. Daher wurden zusätzliche

Auswertungen für Verzehrende der jeweiligen Lebensmittelhauptgruppen vorgenommen. Für die Berechnung der Aufnahme über Lebensmittelhauptgruppen (Kapitel 3.1.3.3.3) wurden dementsprechend die Verzehrenden der jeweiligen Hauptgruppe und nur Lebensmittel aus dieser Hauptgruppe ausgewählt. Für die Aggregation auf Lebensmittelhauptgruppenebene wurde bei Vorliegen mehrerer stratifizierter Pools gemittelt.

Die Expositionsschätzung erfolgte standardmäßig nach den Merkmalen biologische bzw. konventionelle Erzeugung. Für den Vergleich der Aufnahme nach Erzeugungsart wurden die nicht nach dem jeweiligen Merkmal stratifizierten Lebensmittel nach einem festgelegten Verfahren substituiert. Auf Verzehrebene kann nicht zwischen biologischer und konventioneller Erzeugung differenziert werden. Aus diesem Grund wurde in beiden Expositionsszenarien davon ausgegangen, dass alle Personen entweder ausschließlich konventionell hergestellte Produkte verzehrt haben oder ausschließlich biologisch hergestellte, sofern eine Differenzierung vorlag.

Um Verzehrsmuster zu identifizieren, die ein besonderes Risiko hinsichtlich der Nitratexposition darstellen, wurde zusätzlich die Exposition für Verzehrende der Lebensmittel berechnet, die am meisten zur Exposition beitragen (Kapitel 3.1.3.3.4). Um die Lebensmittel mit dem höchsten Beitrag zur Exposition zu identifizieren, wurden in einem ersten Schritt alle Individuen nach der Höhe ihrer Gesamtexposition sortiert und danach die obersten 5 % (NVS II) bzw. obersten 10 % (KiESEL und EsKiMo II) ausgewählt. Dieser Schritt soll sicherstellen, dass die ausgewählten Lebensmittel auch zu einer hohen Gesamtexposition bei den sie verzehrenden Individuen beitragen. Die Auswahl von 10 % für KiESEL und EsKiMo II begründet sich aus der geringeren Stichprobenzahl des Gesamtkollektivs und der daraus resultierenden Notwendigkeit, höhere Stichprobenzahlen am oberen Rand der Verteilung zu generieren. Alle Lebensmittel, die von mindestens einer dieser Personen verzehrt werden, wurden anschließend nach ihrer medianen Exposition (P50) (Basis: Verzehrende unter den Top-5 % bzw. Top-10 %) sortiert. Die zehn Lebensmittel, die hier den höchsten Beitrag hatten, wurden als die zehn Lebensmittel mit der höchsten Exposition selektiert. Die Basis wurde hier so ausgewählt, um auch Lebensmittel mit wenigen Verzehrenden aber hoher Exposition bei Verzehr zu identifizieren. Im letzten Schritt wurden für die zehn selektierten Lebensmittel die üblichen Kenngrößen der Expositionsverteilung für alle Verzehrenden (also nicht nur für die Top-5 %/10 %) dargestellt. Die Berechnung berücksichtigte dabei die Aufnahme der ausgewählten Individuen über alle verzehrten Lebensmittel.

Die Exposition wurde jeweils für verschiedene Subgruppen der Bevölkerung Deutschlands berechnet. Dabei wurde nach Geschlecht und verschiedenen Altersgruppen unterteilt. Für Kinder wurde in die Altersgruppen 0,5 - < 1 Jahr, 1 - < 3 Jahre, 3 - < 6 Jahre und 6 - < 10 Jahre, 10 - < 12 Jahre unterschieden. Für Jugendliche und Erwachsene wurde in die Altersgruppen 14 - < 18 Jahre, 18 - < 65 Jahre und ≥ 65 Jahre unterschieden. Zusätzlich wurde die Exposition separat für Teilnehmende berechnet, die angaben sich vegetarisch zu ernähren und Teilnehmende, die dies nicht taten. Die Angabe der Exposition erfolgt in mg/kg Körpergewicht (KG) und Tag als Mittelwert (MW), Median (P50) sowie als 95. Perzentil für Hochexponierte⁶.

Sämtliche Angaben zur Nitratexposition beruhen auf gewichteten Daten und sind gerundet. Dadurch sind Abweichungen zwischen Einzeldaten und der Gesamtsumme nicht ausgeschlossen.

⁶ Es werden ausschließlich Angaben zum 95. Perzentil gemacht bei $N \geq 20$.

Die Expositionsschätzung wurde mittels der Software R durchgeführt.

3.1.3.3.2 Langfristige Nitrataufnahme in der Bevölkerung Deutschlands über alle Lebensmittel

Im Folgenden wird die Aufnahme von Nitrat über Lebensmittel in der Bevölkerung Deutschlands für Kinder, Jugendliche und Erwachsene dargestellt. Die Schätzung erfolgt über alle Befragte und alle Lebensmittel. Aufgrund der äußerst geringen Unterschiede zwischen dem mLB- und dem UB-Szenario werden ausschließlich die Ergebnisse im UB dargestellt. Die Darstellung der Anteile einzelner Lebensmittelhauptgruppen bezieht sich ebenfalls auf die Ergebnisse im UB.

Auf Grundlage der MEAL-Gehaltsdaten nehmen Verbraucher mit vornehmlich konventioneller Lebensmittelauswahl ca. 1,1-fach höhere Nitratmengen auf als Verbraucher mit vornehmlich biologischer Lebensmittelauswahl. Ursächlich waren ausschließlich Unterschiede in den Gehaltsdaten, da dieselben Verzehrdaten angewendet wurden. Dabei gab es keine systematische Tendenz zu höheren Gehalten bei konventionell erzeugten Lebensmitteln.

Als konservativeres Szenario wird daher im Folgenden nur das konventionelle beschrieben. Aufnahmeschätzungen für das biologische Szenario sind im Anhang dargestellt (Tab. A2-A4).

Kinder (0,5 - < 6 Jahre)

Tabelle 4 gibt die Nitratexposition von Kindern (0,5 - < 6 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands wieder.

Kinder dieser Altersgruppe nehmen 1,41 mg/kg KG und Tag (P50) bzw. 3,35 mg/kg KG und Tag (P95) auf. Zwischen den Geschlechtern liegen nur sehr geringe Unterschiede vor. Hingegen schwankt die Nitrataufnahme verschiedener Altersgruppen zwischen 1,23 und 1,76 mg/kg KG und Tag. Die Nitratexposition von Personen mit vegetarischer Ernährung ist tendenziell höher als bei Mischkost, wobei die Fallzahlen nicht ausreichen, um abschließende Schlussfolgerungen zu treffen.

Tabelle 4: Nitrataufnahme in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) für Kinder (0,5 - < 6 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: KiESEL; alle Befragte; UB).

	N*	Exposition (mg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95**
Gesamt	952	1,62	1,41	3,35
Jungen	481	1,62	1,42	3,21
Mädchen	471	1,61	1,39	3,51
Mischkost	943	1,61	1,40	3,37
Vegetarisch	9	2,01	2,34	-
0,5 - < 1 Jahr	57	1,92	1,67	3,89
1 - < 3 Jahre	308	1,89	1,76	3,47
3 - < 6 Jahre	588	1,44	1,23	3,10

N: Anzahl

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

* Aufgrund der verwendeten Stichprobengewichte und den folgenden Rundungen stimmt die Gesamtsumme nicht notwendigerweise mit den Summen der einzelnen Untergruppen überein ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht

Abbildung 1 zeigt die prozentualen Anteile der Lebensmittelhauptgruppen an der Nitrataufnahme. „Speisen und Gerichte“ leisten mit 24 % den höchsten Beitrag zur Nitrataufnahme von Kindern im Alter von 0,5 - < 6 Jahren. Die Lebensmittelhauptgruppe „Speisen und Gerichte“ ist sehr heterogen zusammengesetzt und umfasst Gerichte, deren Zutaten ebenfalls in den anderen Lebensmittelhauptgruppen wiederzufinden sind. Es folgen „Getreide und Getreideprodukte“ und „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“ mit ähnlich hohen Anteilen (16 % bzw. 15 %).

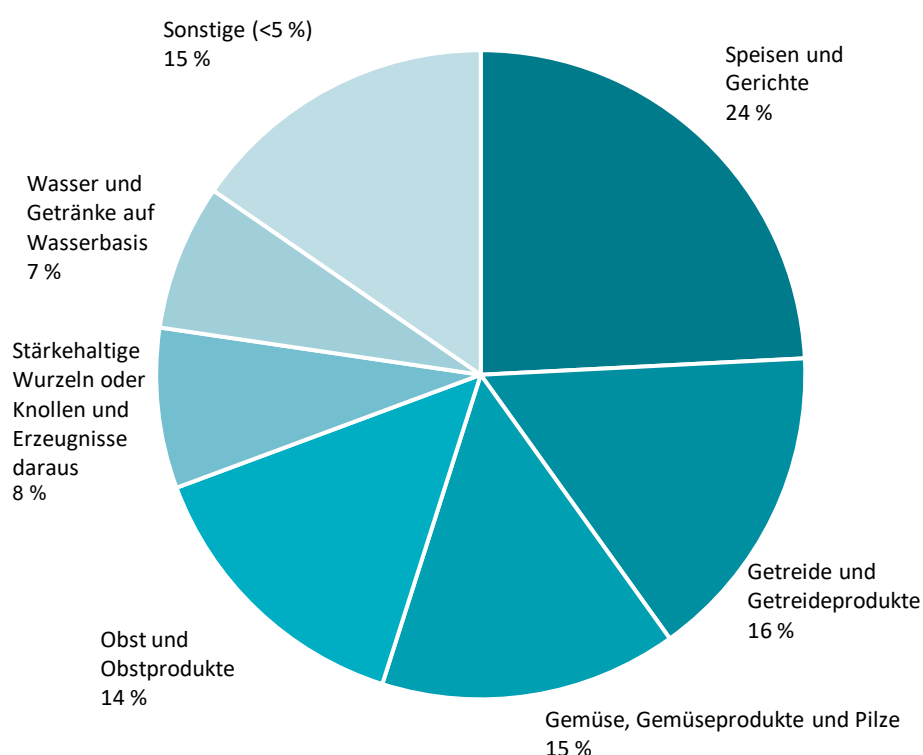


Abbildung 1: Anteil der Lebensmittelhauptgruppen an der durchschnittlichen Nitrataufnahme für Kinder (0,5 - < 6 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: KiESEL; alle Befragten; durchschnittlicher Verzehr (MW); UB).

Kinder (6 - < 12 Jahre)

Tabelle 5 zeigt die Nitratexposition von Kindern (6 - < 12 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands.

Die Aufnahme in dieser Altersgruppe liegt bei 0,94 mg/kg KG und Tag (P50) bzw. 2,63 mg/kg KG und Tag (P95) und ist damit niedriger als bei den jüngeren Kindern. Unterschiede zwischen den Geschlechtern sind sehr gering. Bei Betrachtung der Altersgruppen 6 - < 10 Jahre und 10 - < 12 Jahre weisen wiederum die älteren Kinder eine niedrigere Exposition auf.

Die Nitratexposition bei vegetarischer Ernährung ist tendenziell höher als bei Mischkost, wobei die Fallzahlen nicht ausreichen, um abschließende Schlussfolgerungen zu treffen.

Tabelle 5: Nitrataufnahme in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) für Kinder (6 - < 12 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: EsKiMo II; alle Befragte; UB).

	N	Exposition (mg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95*
Gesamt	1.190	1,19	0,94	2,63
Jungen	612	1,21	0,93	2,59
Mädchen	578	1,17	0,97	2,68
Mischkost	1.156**	1,19	0,94	2,63
Vegetarisch	17**	1,46	1,25	-
6 - < 10 Jahre	789	1,29	1,01	2,92
10 - < 12 Jahre	401	0,99	0,83	2,16

N: Anzahl

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

* Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht ** Keine Angabe zur Ernährungsform (N = 17)

Wie auch bei den jüngeren Kindern haben „Speisen und Gerichte“ mit hier 26 % den höchsten Anteil an der Nitrataufnahme, gefolgt von „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“ und „Getreide und Getreideprodukte“ (Abbildung 2).

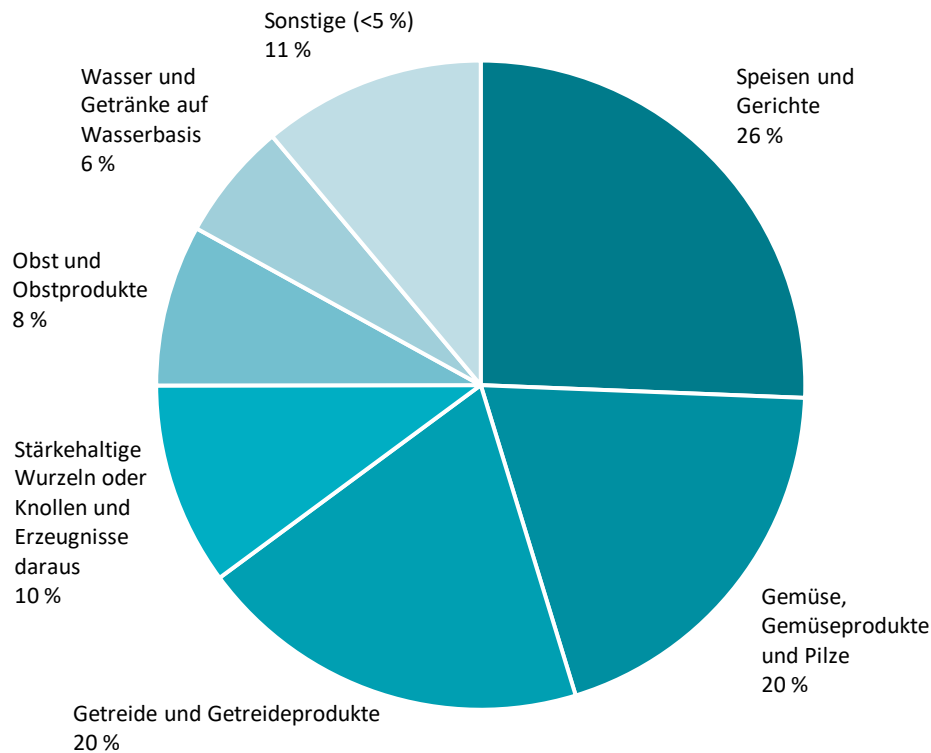


Abbildung 2: Anteil der Lebensmittelhauptgruppen an der durchschnittlichen Nitrataufnahme für Kinder (6 - < 12 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehr vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: EsKiMo II; alle Befragten; durchschnittlicher Verzehr (MW); UB).

Jugendliche und Erwachsene

Die mittlere (P50) Nitrataufnahme von Jugendlichen und Erwachsenen (14 - ≥ 65 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands liegt bei 0,65 mg/kg KG und Tag (Tabelle 6). Bei Vielverzehrenden (P95) liegt die Nitrataufnahme bei 1,90 mg/kg KG und Tag. Frauen nehmen im Mittel etwas mehr Nitrat auf als Männer. Generell nimmt die Nitratexposition mit dem Alter leicht zu. Die Nitratexposition bei vegetarischer Ernährung liegt über der bei Mischkost. Mit 29 % haben „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“ den größten Anteil an der Nitrataufnahme von Jugendlichen und Erwachsenen, gefolgt von „Getreide und Getreideprodukte“ und „Speisen und Gerichte“ (Abbildung 3).

Tabelle 6: Nitrataufnahme in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) für Jugendliche und Erwachsene in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehr vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: NVS II; alle Befragte; UB).

	N	Exposition (mg/kg KG und Tag)
--	---	-------------------------------

		MW	P50	P95
Gesamt	13.926	0,80	0,65	1,90
Männlich	6.897	0,74	0,59	1,76
Weiblich	7.029	0,86	0,70	2,02
Mischkost	13.714	0,80	0,64	1,89
Vegetarisch	212	1,13	0,90	2,91
14 - < 18 Jahre	744	0,70	0,53	1,83
18 - < 65 Jahre	10.525	0,80	0,64	1,88
≥ 65 Jahre	2.657	0,85	0,70	1,95

N: Anzahl

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

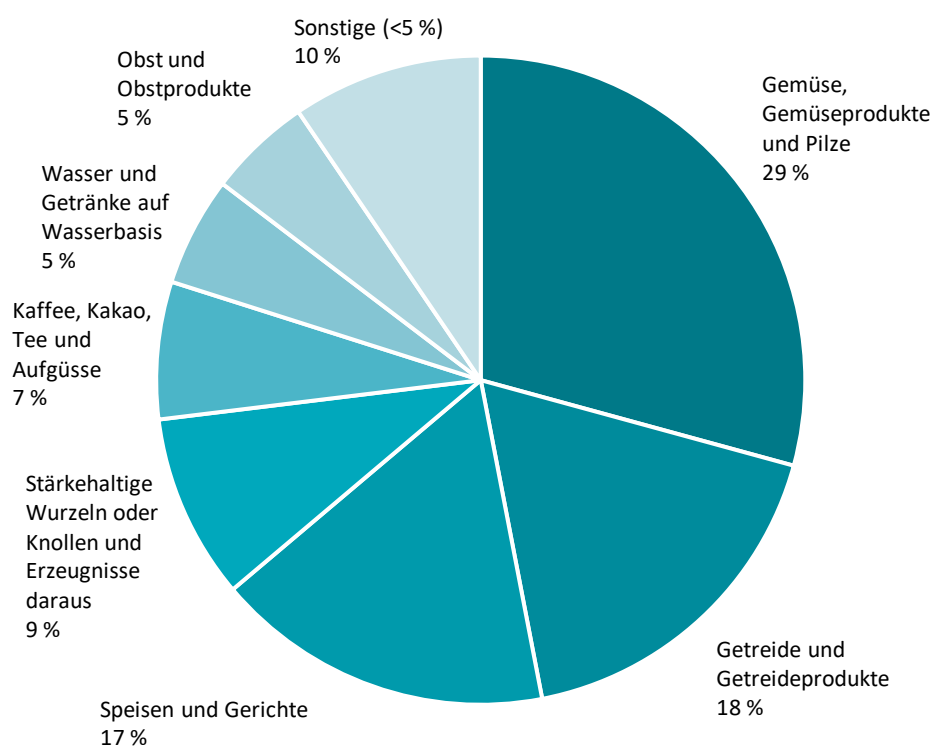


Abbildung 3: Anteil der Lebensmittelhauptgruppen an der durchschnittlichen Nitrataufnahme für Jugendliche und Erwachsene in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: NVS II; alle Befragten; durchschnittlicher Verzehr (MW); UB).

3.1.3.3.3 Aufnahme über Lebensmittelhauptgruppen

Eine Übersicht über die Nitrataufnahme über die einzelnen Lebensmittelhauptgruppen, aufgeschlüsselt nach Altersgruppen sowie für konventionelle bzw. biologische

Lebensmittelauswahl, befindet sich im Anhang (Tab. A5-A10). Für diese Auswertung wurden nur die Individuen berücksichtigt, die mindestens ein Produkt aus der jeweiligen Hauptgruppe verzehrt haben und nur der Verzehr von Lebensmitteln der jeweiligen Hauptgruppe.

Bei Kindern aller Altersgruppen zeigen im Median „Speisen und Gerichte“ die höchste Nitratexposition für ihre Verzehrenden, gefolgt von „Getreide und Getreideprodukte“ und „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“.

Im Unterschied zu den jüngeren Altersgruppen liegt die Nitrataufnahme von jugendlichen bzw. erwachsenen Verzehrenden der Lebensmittelhauptgruppe „Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze“ über der Nitrataufnahme von Verzehrenden von „Speisen und Gerichte“. Auch Verzehrende von Lebensmitteln der Hauptgruppen „Getreide und Getreideprodukte“ und „Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus“ weisen eine hohe Nitrataufnahme durch Lebensmittel dieser Hauptgruppen auf.

Der Beitrag über Trinkwasser und trinkwasserbasierte Getränke ist mit 5 – 7 % je nach Altersgruppe vergleichsweise gering. Bei einer Betrachtung unter Berücksichtigung regional differenzierter Nitratgehalte im Trinkwasser ergeben sich ebenfalls nur geringfügige Auswirkungen auf die Gesamtexposition.

3.1.3.3.4 Lebensmittel mit hohen Beiträgen zur Exposition bei Hochexponierten

Um Lebensmittel zu identifizieren, die alleine hohe Beiträge zur Exposition leisten, wurden für jede der betrachteten Verzehrstudien die 5 % bzw. 10 %⁷ der Teilnehmenden mit der höchsten Exposition identifiziert. Anschließend wurden die jeweils zehn Lebensmittel bestimmt, die im Mittel für diese Individuen die höchsten Beiträge zur Gesamtexposition hatten.

Lebensmittel mit N < 20 Verzehrenden werden dargestellt, es können jedoch keine validen Schlussfolgerungen gezogen werden. In den folgenden Tabellen ist jeweils nur das UB-Szenario dargestellt, da sich auf Grund der geringen Anzahl an Non-detects nur marginale Unterschiede in der Exposition zum mLb-Szenario ergeben. Weiterhin sind die identifizierten Lebensmittel im mLb-Szenario und UB-Szenario identisch.

Bei allen identifizierten Lebensmitteln handelt es sich um Gemüse oder gemüsehaltige zusammengesetzte Speisen. Bei den jüngeren Kindern sind dies Lebensmittel oder Gerichte wie vegetarischer Nudelauflauf/Lasagne, Spinat, Blattsalate und Kartoffelsuppe. Bei den älteren Kindern weisen insbesondere auch Verzehrende von Radieschen und Kohlrabi eine hohe Exposition auf, bei Jugendlichen und Erwachsenen zusätzlich auch z. B. Verzehrende von Fenchel und Gemüseauflauf (Tabelle 7; Tabelle 8; Tabelle 9).

Tabelle 7: Gesamtexposition gegenüber Nitrat für die Verzehrenden der zehn Lebensmittel, die bei den 10 % höchstexponierten Kindern (0,5 - < 6 Jahre) den höchsten Anteil an der durchschnittlichen Aufnahme (MW) in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) in der Bevölkerung Deutschlands haben. Dabei wurde die Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel getroffen (Basis: KiESEL; nur Verzehrende; UB).

No.	MEAL-Lebensmittel	Exposition (UB; mg/kg KG und Tag)
-----	-------------------	-----------------------------------

⁷ Bei den Kindern im Alter von 0,5 - < 6 sowie 6 - < 12 Jahren wurde aufgrund der geringeren Anzahl an Teilnehmenden der Wert 10 % verwendet.

		N Verzehrende* e*	MW	P50	P95**
1	Nudelaufguss/Lasagne ohne Fleisch	28	2,84	2,34	5,90
2	Spinat	38	2,63	2,13	5,75
3	Rahmspinat	100	2,58	2,09	6,00
4	Kartoffelsuppe	49	2,32	1,88	5,75
5	Blattsalate	78	1,96	1,78	4,02
6	Rahmgemüse	32	1,85	1,10	4,49
n. b.	Fenchel	2***	3,69	3,94	-
n. b.	Zucchini	16	2,67	3,10	-
n. b.	Radieschen	14	3,69	2,76	-
n. b.	Avocado	17	2,70	2,21	-

* Grundgesamtheit N = 952 ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht *** Aufgrund der Berücksichtigung gewichteter Daten werden die drei Verzehrenden von Fenchel als zwei Verzehrende dargestellt
n. b.: nicht bestimmt (N Verzehrende < 20)
MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

Tabelle 8: Gesamtexposition gegenüber Nitrat für die Verzehrenden der zehn Lebensmittel, die bei den 10 % höchstexponierten Kindern (6 - < 12 Jahre) den höchsten Anteilen an der durchschnittlichen Aufnahme (MW) in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) in der Bevölkerung Deutschlands haben. Dabei wurde die Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel getroffen (Basis: EsKiMo II; nur Verzehrende; UB).

No.	MEAL-Lebensmittel	N Verzehrende*	Exposition (UB; mg/kg KG und Tag)		
			MW	P50	P95**
1	Radieschen	35	2,16	1,83	4,45
2	Rahmspinat	88	2,00	1,73	4,49
3	Spinat	23	1,89	1,55	4,97
4	Blattsalate	225	2,02	1,53	4,81
5	Kohlrabi	56	1,92	1,49	4,90
6	Bohnen, grün, unreif	56	1,49	1,38	3,45
n.b.	Nudelaufguss/Lasagne ohne Fleisch	12	2,22	2,32	-
n.b.	Fenchel	2***	2,52	2,19	-
n.b.	Gemüseaufguss	19	1,47	1,35	-
n.b.	Suppen mit Getreideeinlage	15	1,11	1,00	-

* Grundgesamtheit N = 1.190 ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht *** Aufgrund der Berücksichtigung gewichteter Daten werden die vier Verzehrenden von Fenchel als zwei Verzehrende dargestellt
n.b.: nicht bestimmt (N Verzehrende < 20)
MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

Tabelle 9: Gesamtexposition gegenüber Nitrat für die Verzehrenden der zehn Lebensmittel, die bei den 5 % höchstexponierten Jugendlichen und Erwachsenen den höchsten Anteil an der durchschnittlichen Aufnahme (MW) in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) in der Bevölkerung Deutschlands haben. Dabei wurde die Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel getroffen (Basis: NVS II; nur Verzehrende; UB).

No.	MEAL-Lebensmittel	N Verzehrende*	Exposition (UB; mg/kg KG und Tag)		
			MW	P50	P95
1	Nudelaufauf/Lasagne ohne Fleisch	57	1,72	1,60	3,07
2	Fenchel	45	1,44	1,20	3,13
3	Gemüseauflauf	375	1,34	1,18	2,73
4	Spinat	595	1,30	1,17	2,47
5	Kohlrabi	330	1,38	1,13	2,92
6	Zucchini	293	1,25	1,07	2,49
7	Aubergine	72	1,14	1,06	2,05
8	Blattsalate	4.812	1,20	1,05	2,53
9	Salate div. mit Soße	1.374	1,08	0,93	2,27
10	Kürbis	39	0,99	0,74	2,91

* Grundgesamtheit N = 13.926

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

3.1.3.3.5 Nitrataufnahme in Deutschland im europäischen Vergleich

Im folgenden Abschnitt werden die Expositionsschätzungen für Deutschland im europäischen Vergleich dargestellt. Herangezogen werden dabei Vergleichswerte aus EFSA-Stellungnahmen, TDS und anderen Fachpublikationen.

Die ermittelten Nitratexpositionen für Kinder, Jugendliche und Erwachsene können mit Werten aus Großbritannien (Ysart et al., 1999), Portugal (Vasco et al., 2022), Frankreich (Menard et al., 2008), Belgien (Temme et al., 2011) sowie Gesamt-Europa (EFSA, 2017) verglichen werden (Tabelle 10). Die Nitratexpositionen aus Großbritannien und Portugal wurden ebenfalls auf TDS-Grundlage ermittelt. Ergebnisse zur Nitratexposition aus Frankreich (1,5 mg/kg KG und Tag) (Menard et al., 2008) und Belgien (1,29 mg/kg KG und Tag) (Temme et al., 2011) liegen für die Altersgruppe ≥ 15 Jahre über den hier ermittelten Nitratexpositionen für Verzehrende biologisch und konventionell erzeugter Lebensmittel (0,56 – 0,64 mg/kg KG und Tag für 18 - < 65-Jährige). Mit einer Nitratexposition in Höhe von 0,81 mg/kg KG und Tag (Ysart et al., 1999) und 0,86 mg/kg KG und Tag (P50) (Vasco et al., 2022) besteht eine hohe Übereinstimmung zwischen der hier berechneten Nitrataufnahme der jugendlichen und erwachsenen Bevölkerung Deutschlands und der auf TDS-Grundlage ermittelten Nitrataufnahme der Bewohner Großbritanniens und Portugals. Bei dem Vergleich der Nitrataufnahme auf europäischer Ebene (EFSA, 2017) mit der Nitrataufnahme auf Basis der Daten der BfR-MEAL-Studie kann für sämtliche Altersgruppen eine höhere Nitratexposition für Gesamt-Europa festgestellt werden. Dabei basiert die Expositionsschätzung für Gesamt-Europa auf Daten der Lebensmittelüberwachungen der

einzelnen Mitgliedsstaaten und nicht auf TDS-Daten. Da die fehlende Berücksichtigung von Nitratverlusten durch die Lebensmittelzubereitung zur Überschätzung der Nitratexposition führen kann, wurden bei Berechnung der europaweiten Nitratexposition durch EFSA Umrechnungsfaktoren berücksichtigt, die diese Verluste simulieren sollen.

Tabelle 10: Mittlere Exposition verschiedener Altersgruppen gegenüber Nitrat im europäischen Vergleich

Land	Nitrataufnahme (mg/kg KG und Tag)	Altersgruppe (Jahre)	Referenz
Großbritannien	0,81 (MW)**	16 - 64	Ysart <i>et al.</i> (1999)*
Portugal	1,17 (MW) 0,86 (P50)	18 - 74	Vasco <i>et al.</i> (2022)*
Frankreich	1,9 - 2,0 (LB - UB) 1,5 (LB = UB)	3 - 14 ≥ 15	Menard <i>et al.</i> (2008)
Belgien	1,38 (MW) 1,29 (P50)	≥ 15	Temme <i>et al.</i> (2011)
Europa	1,87 - 3,30 (Min - Max)	0,25 - < 1	EFSA (2017)
	2,28 - 4,15 (Min - Max)	1 - < 3	
	2,18 - 3,83 (Min - Max)	3 - < 10	
	1,21 - 2,22 (Min - Max)	10 - < 18	
	1,00 - 2,09 (Min - Max)	18 - < 65	
	0,97 - 2,08 (Min - Max)	≥ 65	
Deutschland (MEAL)	1,67 (UB; P50)	0,5 - < 1	Vorliegende Auswertung*
	1,76 (UB; P50)	1 - < 3	
	1,23 (UB; P50)	3 - < 6	
	1,01 (UB; P50)	6 - < 10	
	0,83 (UB; P50)	10 - < 12	
	0,53 (UB; P50)	14 - < 18	
	0,64 (UB; P50)	18 - < 65	
	0,70 (UB; P50)	≥ 65	

* Expositionsschätzung auf Grundlage von TDS-Gehaltsdaten ** Annahme des Körpergewichtes für Erwachsene (70 kg)

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median

MW: Mittelwert; P50: 50. Perzentil/Median; P95: 95. Perzentil

Zur Nitrataufnahme von Kindern stehen nur wenige Vergleichsdaten zur Verfügung. In Frankreich wurde für die Altersgruppe der 3- bis 14-Jährigen eine Nitratexposition in Höhe von 1,9 – 2,0 mg/kg KG und Tag ermittelt (Menard *et al.*, 2008). Diese liegt über der Nitrataufnahme auf Basis der BfR-MEAL-Daten (maximal 1,23 mg/kg KG und Tag). Auch liegt das Minimum sämtlicher Nitratexpositionen für die jüngeren Altersgruppen in Gesamt-Europa über den hier ermittelten Werten zur Nitrataufnahme.

3.1.3.4 Unsicherheiten

Die Daten der NVS II sind die derzeit aktuellen, repräsentativen Daten zum Verzehr der erwachsenen Bevölkerung Deutschlands. Aufgrund des Vorliegens von Verzehrangaben zu einzelnen Tagen ist die Methode der 24 h-Recalls sowohl für Expositionsschätzungen bei akuten als auch bei chronischen Expositionen geeignet. Die Daten wurden jedoch bereits in den Jahren 2005/2006 erhoben. Etwaige Veränderungen im Verzehr wurden in der vorliegenden Betrachtung nicht berücksichtigt.

Bei selten verzehrten Lebensmitteln kann der Erhebungszeitraum von zweimal einem Tag des wiederholten 24h-Recall der NVS II die intra-individuelle Variabilität der Lebensmittelzufuhr nur eingeschränkt abbilden und der Verzehr für Erwachsene unterschätzt werden.

Die Foodlist der BfR-MEAL-Studie deckt zwar mehr als 90 %, jedoch weniger als 100 % des Verzehrs ab. Folge kann eine geringfügige Unterschätzung der Exposition sein.

Das in der BfR-MEAL-Studie für die Zubereitung der Gerichte und Getränke verwendete Trinkwasser weist einen vergleichsweise niedrigen Nitratgehalt von 3,42 mg/kg (MW) auf. Ebenfalls im Rahmen der BfR-MEAL-Studie regional beprobtes Trinkwasser (N = 29) hat einen höheren Nitratgehalt von 8,62 mg/kg (MW im UB). Generell wirkt sich der Nitratgehalt des Trinkwassers insbesondere auf die Exposition über trinkwasserbasierte Lebensmittel aus, wie beispielsweise Tee, Kaffee oder Säuglingsmilchnahrung. Die hohe regionale Variabilität von Trinkwassergehalten kann in einem TDS-Ansatz nur bedingt berücksichtigt werden, da verschiedene Faktoren den Nitratgehalt des Trinkwassers an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeitpunkten beeinflussen.

Von 355 Lebensmitteln der BfR-MEAL-Studie wurden 105 Lebensmittel nach biologischer und konventioneller Erzeugung stratifiziert. Die berechneten Expositionsszenarien berücksichtigen dabei die Gehaltsdaten der 105 stratifizierten Lebensmittel sowie die nicht nach Herstellung stratifizierten Lebensmittel (N = 250). Darüber hinaus differenziert die NVS II bei der Dokumentation der verzehrten Lebensmittel nicht nach biologischer oder konventioneller Erzeugung. Die tatsächliche Exposition bei vornehmlich biologischer oder vornehmlich konventioneller Lebensmittelauswahl kann somit von den hier berechneten Szenarien abweichen. Der Grad der damit verbundenen Unter- oder Überschätzung hängt dabei von den individuellen Verzehrgewohnheiten ab.

3.1.4 Risikocharakterisierung

Für die Risikocharakterisierung von Nitrat in Lebensmitteln legt das BfR einen ADI (Acceptable Daily Intake) in Höhe von 3,7 mg/kg KG und Tag (JECFA 1996, 2002; SCF 1990, 1997, EFSA 2017) zugrunde. Die prozentuale Ausschöpfung des ADI für Nitrat für verschiedene Altersgruppen der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme vornehmlich konventioneller Lebensmittelauswahl (UB) ist in Tabelle 11 dargestellt. Die Umwandlung von Nitrat in Nitrit und mögliche resultierende gesundheitliche Risiken wurden im Rahmen dieser Stellungnahme nicht betrachtet.

Der Mittelwert der Nitrataufnahme über Lebensmittel inklusive Trinkwasser auf Basis der MEAL-Gehaltsdaten liegt in einem Bereich von 0,70 bis 1,92 mg/kg KG und Tag, wobei sich die niedrigste Exposition für die Gruppe der 14 - < 18-Jährigen und die höchste für die jüngste betrachtete Altersgruppe (0,5 - > 1 Jahre) ergab (jeweils UB). Dementsprechend liegt die im Rahmen dieser Stellungnahme berechnete mittlere langfristige Exposition gegenüber Nitrat für alle Altersgruppen unterhalb des ADI von 3,7 mg/kg KG und Tag (vgl. Tabelle 11). Bei mittlerer Exposition wird auf Basis der in MEAL erhobenen Daten zu Gehalten an Nitrat in Lebensmitteln daher für alle betrachteten Altersgruppen der Bevölkerung in Deutschland

eine niedrige Wahrscheinlichkeit für das Auftreten gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch das Vorkommen von Nitrat in Lebensmitteln und Trinkwasser angenommen.

Die hohe Nitrataufnahme (P95) liegt über alle Altersgruppen in einem Bereich von 1,83 – 3,89 mg/kg KG und Tag (UB). Dabei ergibt sich die höchste Aufnahme für die 0,5 – 1-Jährigen, gefolgt von den 1 – < 3-Jährigen. In diesen Altersgruppen liegt die hohe Exposition im Bereich des ADI oder überschreitet ihn geringfügig (Tabelle 11).

Bei Betrachtung bestimmter Verzehrsmuster ergeben sich Überschreitungen des ADI bei Kindern (0,5 - < 6 Jahre) mit hoher Exposition (P95), die zusammengesetzte Gerichte verzehren, wie Lasagne/Nudelauflauf (ohne Fleisch), oder Kartoffelsuppe, Blattsalate oder verschiedene Gemüse (Spinat, Rahmgemüse, Fenchel, Zucchini, Radieschen, Avocado) (vgl. Tabelle 7), sowie bei den älteren Kindern (6 - < 12 Jahre), die Radieschen, Spinat, Kohlrabi oder Blattsalat verzehren (vgl. Tabelle 8). Die Exposition entsprach bei allen betrachteten Altersgruppen und Verzehrsmustern weniger als dem Zweifachen des ADI.

Vegetarische Ernährung führt in der vorliegenden Expositionsschätzung zu einer höheren Nitratexposition als Mischkost. Jedoch liegt auch die hohe Exposition von Erwachsenen bei vegetarischer Ernährung (2,91 mg/kg KG und Tag) unterhalb des ADI. Für Kinder sind hier aufgrund zu geringer Fallzahlen keine validen Aussagen möglich.

Auch eine kurzfristige bzw. einmalige Aufnahme von Nitrat in entsprechender Höhe kann zu erhöhter Methämoglobinbildung führen. Im Rahmen der vorliegenden Stellungnahme wurde keine Schätzung der kurzfristigen Exposition vorgenommen.

Tabelle 11: Prozentuale Ausschöpfung des ADI für Nitrat von 3,7 mg/kg KG und Tag für verschiedene Altersgruppen der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme vornehmlich konventioneller Lebensmittelauswahl (UB). ADI-Überschreitungen sind durch Fettdruck hervorgehoben.

Altersgruppe	N	Ausschöpfung des ADI (%)		
		MW	P50	P95
0,5 - < 1 Jahr	57	52	45	105
1 - < 3 Jahre	308	51	48	94
3 - < 6 Jahre	588	39	33	84
6 - < 10 Jahre	789	35	27	79
10 - <12 Jahre	401	27	22	58
14 - < 18 Jahre	744	19	14	49
18 - < 65 Jahre	10.525	21	17	51
≥ 65 Jahre	2.657	23	19	53

3.2 Weitere Aspekte

Ziel dieser Stellungnahme ist die Bewertung gesundheitlicher Risiken im Zusammenhang mit der ernährungsbedingten Exposition gegenüber Nitrat. Unberücksichtigt bleiben dabei Hinweise aus Studien auf einen möglichen gesundheitlichen Nutzen dieses Inhaltsstoffes, insbesondere wenn er über Gemüse aufgenommen wird. Darüber hinaus besteht wissenschaftlicher Konsens, dass Gemüse Bestandteil einer ausgewogenen Ernährung ist und ein hoher Anteil an pflanzlichen Lebensmitteln in der Ernährung sich positiv auf die menschliche Gesundheit auswirkt. Maßnahmen mit dem Ziel der Reduktion möglicher

gesundheitlicher Risiken im Zusammenhang mit der Aufnahme von Nitrat über Lebensmittel sollten daher auch den Aspekt des gesundheitlichen Nutzens berücksichtigen. Eine Einschränkung des Verzehrs von frischen Lebensmitteln wie Obst und Gemüse wird nicht empfohlen, da der gesundheitliche Nutzen eines hohen Anteils von Gemüse in der Nahrung das potenzielle Risiko durch die Aufnahme von Nitrat bei der betrachteten Expositionshöhe überwiegt.

Risiko-Nutzen-Betrachtungen im Zusammenhang mit der Aufnahme von Nitrat über Gemüse wurden zum Beispiel in einer Stellungnahme der EFSA zu Nitrat in Gemüse aus dem Jahr 2008 veröffentlicht (EFSA 2008). Betrachtet wurden darin die Risiken bzw. der Nutzen des Verzehrs von Gemüse unter Abwägung der Risiken durch die Aufnahme von Nitrat einerseits und des gesundheitlichen Nutzens der Aufnahme von Vitaminen, Mineralstoffen, Ballaststoffen und sekundären Pflanzeninhaltsstoffen mit positiven Effekten sowie der geringen Energiedichte von Gemüse auf der anderen Seite. Die EFSA kommt zu dem Schluss, dass es unwahrscheinlich ist, dass die geschätzte Expositionshöhe gegenüber Nitrat durch den Verzehr von Gemüse zu erheblichen gesundheitlichen Beeinträchtigungen führt, sodass die anerkannten positiven Auswirkungen des Verzehrs von Gemüse auf die menschliche Gesundheit überwiegen. In besonderen Fällen, wie einer Ernährungsweise, die reich an Gemüse wie Rucola ist, oder bei hauptsächlichem Verzehr von Blattgemüse, das unter ungünstigen Bedingungen z. B. im Eigenanbau erzeugt wurde und einen wesentlichen Teil der Ernährung ausmacht, wäre eine Einzelfallbewertung erforderlich.

Auch die DFG Senatskommission zur gesundheitlichen Bewertung von Lebensmitteln (SKLM) hat in einer Stellungnahme aus dem Jahr 2015 vorteilhafte und nachteilige gesundheitliche Effekte der Aufnahme von Nitrat und Nitrit über die Nahrung dargestellt und Forschungsbedarf im Zusammenhang mit Aspekten der Nutzen-/Risikobewertung diskutiert (SKLM 2014; Habermeyer 2015). Nitrat aus der Nahrung kann über Nitrit zu dem Signalmolekül Stickstoffmonoxid (NO) umgewandelt werden. NO wirkt gefäßerweiternd und damit blutdrucksenkend und kann auf diese Weise zu einem verminderten Risiko für Herz-Kreislauferkrankungen, Myokardinfarkt und Schlaganfall beitragen. Außerdem werden der Aufnahme von Nitrat über die Nahrung wegen der teilweisen Umwandlung zu NO positive Effekte bei weiteren Erkrankungen z. B. Magengeschwüren zugeschrieben. Ein gesundheitliches Risiko wird bei der langfristigen Aufnahme von Nitrat und Nitrit im Zusammenhang mit der Bildung von *N*-Nitrosaminen gesehen, von denen viele potente Mutagene bzw. Karzinogene darstellen. Die Relevanz der endogenen Bildung von *N*-Nitrosaminen für die menschliche Gesundheit wird allerdings als noch nicht ausreichend aufgeklärt angesehen. Nitrat und Nitrit werden per se nicht als kanzerogen angesehen; unter Bedingungen, die zu endogener Nitrosierung führen (z. B. in Kombination mit bestimmten Aminen oder Amiden), könnten Nitrat und Nitrit aus der Nahrung für den Menschen jedoch mit einem erhöhten Risiko für kanzerogene Effekte assoziiert sein. Eine belastbare Nutzen-/Risikobewertung von Nitrat in Bezug auf Langzeiteffekte für die menschliche Gesundheit erachtet die SKLM (2014) als nicht möglich.

4 Referenzen

ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry, U.S. Department for Health and Human Services), 2017. Toxicological Profile for Nitrate and Nitrite. Verfügbar unter: <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp204.pdf> (letzter Aufruf 12. 05.2025).

BMUV/UBA 2022. Die Wasserrahmenrichtlinie - Gewässer in Deutschland 2021. Fortschritte und Herausforderungen. Bonn Dessau. Verfügbar unter:

https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/221010_uba_fb_wasserrichtlinie_bf.pdf (letzter Aufruf 12.5.2025).

Bouchard, D. C., M. K. Williams, and R. Y. Surampalli, 1992. Nitrate contamination of groundwater: Sources and potential health effects. *Am Water Works Assoc. J.* 84(9):85-90.

ECHA (European Chemicals Agency), 2020a. Substance Information: Sodium Nitrate. Verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.028.686> (letzter Aufruf 12.5.2025).

ECHA (European Chemicals Agency), 2020b. Substance Information: Potassium Nitrate. Verfügbar unter: <https://echa.europa.eu/de/substance-information/-/substanceinfo/100.028.926> (letzter Aufruf 12.05.2025).

EEA (European Environment Agency), 2024. Nitrate in Groundwater in Europe. Verfügbar unter <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/indicators/nitrate-in-groundwater-8th-eap?activeAccordion=ecdb3bcf-bbe9-4978-b5cf-0b136399d9f8> (letzter Aufruf 12.05.2025).

EFSA (European Food Safety Authority), 2003. Opinion of the scientific panel on biological hazards on a request from the commission related to the effects of nitrites/ nitrates on the microbiological safety of meat products. *EFSA J.* 14 (2003), 1–34. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2004.14> (letzter Aufruf 12.05.2025).

EFSA (European Food Safety Authority), 2008. Nitrate in vegetables. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. *The EFSA Journal* 689, 1-79. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2008.689> (letzter Aufruf 12.05.2025).

EFSA (European Food Safety Authority), 2010. Scientific Opinion on possible health risks for infants and young children from the presence of nitrates in leafy vegetables. *EFSA Journal* 8 (12):1935-1997. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2010.1935> (letzter Aufruf 12.05.2025).

EFSA (European Food Safety Authority), 2017. EFSA ANS panel (EFSA panel on food additives and nutrient sources added to food). Scientific opinion on the re-evaluation of sodium nitrate (E 251) and potassium nitrate (E 252) as food additives. *EFSA Journal* 15 (6), 4787. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4787> (letzter Aufruf 12.05.2025).

EFSA (European Food Safety Authority), 2023. EFSA CONTAM Panel (EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain). Scientific Opinion on the risk assessment of N-nitrosamines in food. *EFSA Journal* 21(3), 7884-8172.

Gangolli SD, Van Den Brandt PA, Feron VJ, Janzowsky C, Koeman JH, Speijers GJ, Spiegelhalder B, Walker R, Wisnok JS, 1994. Nitrate, nitrite and N-nitroso compounds. *Eur J Pharmacol* 292:1-38.

Habermeyer M, Roth A, Guth S, Diel P, Engel K-H, Epe B, Fürst P, Heinz V, Humpf H-U, Joost H-G, Knorr D, de Kok T, Kulling S, Lampen A, Marko D, Rechkemmer G, Rietjens I, Stadler RH, Vieths S, Vogel R, Steinberg P, Eisenbrand G, 2015. Nitrate and nitrite in the diet: how to assess their benefit and risk for human health. *Mol Nutr Food Res* 59:106-128.

Honikel, K.-O., 2008. The use and control of nitrate and nitrite for the processing of meat products. *Meat Sci.* 78:68-76.

IARC (International Agency for Research on Cancer), 2010. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans: Ingested Nitrate and Nitrite, and Cyanobacterial Peptide Toxins. Volume 94, Lyon, France.

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. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives (JECFA), 2002. Evaluation of certain food additives. Nitrate and nitrite. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives. WHO TRS 913: 20-32. ISBN 9241209135. World Health Organization, Geneva, Switzerland.

Krems C, Richter A, Götz A, Heuer T, Hild A, Kutrovázt Formerly Möseneder J, Brombach C, 2006. Methoden der Nationalen Verzehrsstudie II. 44 Ernährungs-Umschau, 53.

Lehman AJ, 1958. Quarterly report to the Editor on Topics of Current Interest. Nitrates and Nitrites in Meat Products. Quart Bull Ass Food Drug Off. 22: 136-138.

Lundberg, J.O., Weitzberg, E., Gladwin, M.T., 2008. The nitrate-nitrite-nitric oxide pathway in physiology and therapeutics. Nature Reviews Drug Discovery 7:156-167.

Machha A., Schechter A.N., 2012. Inorganic nitrate: A major player in the cardiovascular health benefits of vegetables? Nutr Rev 70(6):367-372.

Maekawa A, Ogiu T, Onodera H, Furuta K, Matsuoka C, Ohno Y, Odashima S., 1982. Carcinogenicity studies of sodium nitrite and sodium nitrate in F-344 rats. Food Chem Toxicol 20(1): 25-33. Verfügbar unter: [https://doi.org/10.1016/s0278-6915\(82\)80005-7](https://doi.org/10.1016/s0278-6915(82)80005-7) (letzter Aufruf 14.05.2025).

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 (8): 971-988. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1080/02652030801946561> (letzter Aufruf 12.05.2025).

Mensink G, Haftenberger M, Brettschneider A-K, Barbosa CL, Perlitz H, Patelakis E, Heide K, Frank M, Lehmann F, Kraus L, Houben R, Butschalowsky H, Richter A, P K, 2017. Es-KiMo II – die Ernährungsstudie als Modul in KiGGS Welle 2. Journal of Health Monitoring, 2 (S3). Verfügbar unter: <https://doi.org/10.17886/RKI-GBE-2017-101> (letzter Aufruf 12.05.2025).

MRI, Max Rubner-Institut, 2008. Nationale Verzehrsstudie II. Ergebnisbericht Teil 1 und 2. Verfügbar unter <https://www.mri.bund.de/de/institute/ernaehrungsverhalten/forschungsprojekte/nvsii/> (letzter Aufruf 12.05.2025).

Nowak N, Diouf F, Golsong N, Hoepfner T, Lindtner O, 2022a. KiESEL – The Children's Nutrition Survey to Record Food Consumption for the youngest in Germany. BMC Nutr 8(64) 2-17. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1186/s40795-022-00527-6> (letzter Aufruf 20.01.2026).

Nowak N, Höpfner T, Rüdiger T, Lindtner O, 2022b. Kinder-Ernährungsstudie zur Erfassung des Lebensmittelverzehrs (KiESEL): Forschungsbericht Teil 1; Ergebnisse des Fragebogens. Verfügbar unter: <https://www.bfr.bund.de/cm/350/kinder-ernaehrungsstudie-zur-erfassung-des-lebensmittelverzehrs-kiesel.pdf> (letzter Aufruf 20.01.2026).

Sarvan I, Bürgelt M, Lindtner O, Greiner M, 2017. Dietary exposure assessment of substances in foods: The BfR MEAL study - the first German total diet study. Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz, 60 (7): 689-696. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1007/s00103-017-2566-1> (letzter Aufruf 12.05.2025).

Scientific Committee for Food (SCF), 1990. Food - science and techniques Reports of the Scientific Committee for Food (Twenty-sixth series) Nitrates and nitrites. Verfügbar unter: https://aei.pitt.edu/40835/1/26th_food.pdf (letzter Aufruf 12.05.2025).

Scientific Committee for Food (SCF), 1997. European Commission food science and techniques Reports of the Scientific Committee for Food (thirty eighth series). Opinions of the SCF on: Nitrate and Nitrite. Verfügbar unter: https://food.ec.europa.eu/system/files/2020-12/sci-com_scf_reports_38.pdf (letzter Aufruf 12.05.2025).

Siervo M, Lara J, Ogbonmwan I, Mathers, JC, 2013. Inorganic nitrate and beetroot juice supplementation reduces blood pressure in adults: A systematic review and meta-analysis. *J Nutr* 143(6):818-826.

SKLM, 2014. Opinion on nitrate and nitrite in the diet: an approach to assess benefit and risk for human health. Adopted on April 15th 2014. Verfügbar unter: <https://www.dfg.de/resource/blob/171380/e58e7784bfb20c1a8c1f49e08a5c74b4/sklm-opinion-nitrate-nitrite-data.pdf> (letzter Aufruf 12.05.2025).

Temme EH, Vandevijvere S, Vinkx 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 (9): 1193-1204. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1080/19440049.2011.584072> (letzter Aufruf 12.05.2025).

van Velzen, A.G., Sips, A.J., Schothorst, R.C., Lambers, A.C., Meulenbelt, J., 2008. The oral bioavailability of nitrate from nitrate-rich vegetables in humans. *Toxicol. Lett.* 181, 177-181.

Vasco E, Dias MG, Oliveira L, 2022. The first harmonised total diet study in Portugal: Nitrate occurrence and exposure assessment. *Food Chem*, 392: 133152. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.133152> (letzter Aufruf 12.05.2025).

Walton G., 1951. Survey of literature relating infant methemoglobinemia due to nitrate-contaminated water. *Am J Public Health* 41:986-996.

Wikoff D.S., Thompson C., Rager J., Chappell G., Fitch S., Doepker C., 2018. Benefit-risk analysis for foods (BRAFO): Evaluation of exposure to dietary nitrates. *Food Chem Tox.* 120:709-723.

Ysart G, Miller P, Barrett G, Farrington D, Lawrance P, Harrison N, 1999. Dietary exposures to nitrate in the UK. *Food Addit Contam*, 16 (12): 521-532. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1080/026520399283669> (letzter Aufruf 12.05.2025).

Anpassungen der Gehaltsdaten zu Nitrat

Im Rahmen von Qualitätssicherungsmaßnahmen wurden 27 Lebensmittelpools identifiziert, deren gemessene Nitratgehalte als unplausibel klassifiziert wurden. Für 15 dieser Lebensmittelpools konnte der unplausible Nitratgehalt durch den durchschnittlichen Nitratgehalt der anderen Lebensmittelpools des gleichen Lebensmittels ersetzt werden. Bei den übrigen zwölf Lebensmittelpools wurden die unplausiblen Nitratgehalte beibehalten, da keine weiteren Pools des gleichen Lebensmittels mit plausiblen Nitratgehalten zur Verfügung standen. Eine Übersicht der angepassten Nitratgehalte befindet sich in der nachfolgenden Tabelle.

Tabelle A1: Pools mit unplausiblen Nitratgehalten unter Angabe des ursprünglich bestimmten Nitratgehaltes und des angepassten Nitratgehaltes – abgeleitet vom durchschnittlichen Nitratgehalt der anderen Pools (in Klammern) des gleichen Lebensmittels.

Pool (Stratifizierung*)	Unplausibler Nitratgehalt (mg/kg)	Angepasster Nitratgehalt (mg/kg)
Blätterteig- und Plundergebäck (Ost)	< LOD	20,04 (3 Regionen)
Eierpfannkuchen, Frischeiwaffel (national, biologisch)	12,11	0,92 (4 Regionen, konventionell)
Mehrkornbrot, mit/ohne Ölsaaten (Ost, konventionell)	< LOD	43,56 (3 Regionen, konventionell und national, biologisch)
Mohnkuchen, Mohngebäck (Nord)	< LOD	13,76 (3 Regionen)
Salzkartoffeln (geschält) (Nord, Saison 2, konventionell)	702,39	78,71 (3 Regionen, 2 Saisons, konventionell und national, 2 Saisons, biologisch und Nord, Saison 1, konventionell)
Pellkartoffeln (ungeschält) (Saison 1, biologisch)	< LOQ	137,72 (Saison 2, biologisch und konventionell)
Pellkartoffeln (ungeschält) (Saison 1, konventionell)	< LOQ	137,72 (Saison 2, biologisch und konventionell)
Erdbeeren (Ost)	9,23	60,13 (2 Regionen)
Erdbeeren (West)	15,06	60,13 (2 Regionen)
Speisequark (nicht saisonal, konventionell)	46,94	<LOD (Saison 1 und 2, biologisch)
Hühnerei (Nord, konventionell)	4,92	<LOQ (3 Regionen, konventionell und national, biologisch)
Gummibonbons (biologisch)	41,92	1,43 (konventionell)
Brot überbacken (West)	< LOD	9,78 (3 Regionen)
Omelett, Rührei (Nord, konventionell)	< LOD	6,82 (3 Regionen, konventionell und national, biologisch)

Pilzsuppe (Nord)	0,39	20,76 (3 Regionen)
------------------	------	-----------------------

* Auflistung der Stratifizierungen nach Region (national, Ost, Süd, West, Nord), Saison (nicht saisonal, Saison 1, Saison 2) und Erzeugungsart (unspezifisch, biologisch, konventionell). Es werden nur Angaben zu Merkmalen gemacht, für die eine Stratifizierung vorliegt. Bei fehlenden Angaben zu einem Merkmal liegt immer die unspezifische Kategorie vor.

Tabelle A2: Nitrataufnahme in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) für Kinder (0,5 - < 6 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich biologisch erzeugter Lebensmittel (Basis: KiESEL; alle Befragte; UB).

	N*	Exposition (mg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95**
Gesamt	952	1,38	1,18	2,96
Jungen	481	1,37	1,22	2,97
Mädchen	471	1,39	1,14	2,93
Mischkost	943	1,37	1,17	2,96
Vegetarisch	9***	1,84	2,40	-
0,5 - < 1 Jahr	57	1,48	1,33	2,83
1 - < 3 Jahre	308	1,54	1,39	3,05
3 - < 6 Jahre	588	1,28	1,07	2,88

N: Anzahl Personen

* Aufgrund der verwendeten Stichprobengewichte und den folgenden Rundungen stimmt die Gesamtsumme nicht notwendigerweise mit den Summen der einzelnen Untergruppen überein ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht *** Aufgrund der geringen Fallzahl sind keine belastbaren Aussagen über die Nitratexposition möglich

Tabelle A3: Nitrataufnahme in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) für Kinder (6 - <12 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich biologisch erzeugter Lebensmittel (Basis: EsKiMo II; alle Befragte; UB).

	N	Exposition (mg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95*
Gesamt	1.190**	1,06	0,85	2,41
Jungen	612	1,08	0,83	2,51
Mädchen	578	1,03	0,88	2,08
Mischkost	1.156	1,05	0,84	2,41
Vegetarisch	17***	1,39	1,11	-
6 - < 10 Jahre	789	1,14	0,92	2,47
10 - < 12 Jahre	401	0,90	0,73	2,12

N: Anzahl Personen

* Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht ** Keine Angabe zur Ernährungsform (N = 17) *** Aufgrund der geringen Fallzahl sind keine belastbaren Aussagen über die Nitratexposition möglich

Tabelle A4: Nitrataufnahme in mg pro kg Körpergewicht und Tag (mg/kg KG und Tag) für Jugendliche und Erwachsene in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich biologisch erzeugter Lebensmittel (Basis: NVS II; alle Befragte; UB).

	N	Exposition (mg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95
Gesamt	13.926	0,71	0,57	1,72
Männlich	6.897	0,65	0,51	1,57
Weiblich	7.029	0,76	0,62	1,84
Mischkost	13.714	0,70	0,56	1,71
Vegetarisch	212	1,04	0,86	2,67
14 - < 18 Jahre	744	0,60	0,47	1,60
18 - < 65 Jahre	10.525	0,70	0,56	1,72
≥ 65 Jahre	2.657	0,76	0,62	1,80

N: Anzahl Personen

Tabelle A5: Nitrataufnahme über Lebensmittelhauptgruppen in µg pro kg Körpergewicht und Tag (µg/kg KG und Tag) für Kinder (0,5 - < 6 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: KiESEL; nur Verzehrende; UB).

Lebensmittelgruppe		N*	Exposition (µg/kg KG und Tag)		
			MW	P50	P95**
01	Getreide und Getreideprodukte	940	205,7	185,4	419,4
02	Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	789	349,6	168,1	1272,5
03	Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	723	157,6	119,4	443,7
04	Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	202	7,7	1,8	38,8
05	Obst und Obstprodukte	906	267,0	160,1	903,3
06	Fleisch und Fleischprodukte	820	40,2	26,2	121,6
07	Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	279	10,9	7,8	30,7
08	Milch und Milchprodukte	899	32,8	27,2	83,2
09	Eier und Eierprodukte	291	0,2	0,1	0,4
10	Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	767	7,8	4,9	25,2
11	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	690	1,2	0,6	5,2

12	Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	552	43,2	20,2	141,2
13	Wasser und Getränke auf Wasserbasis	942	92,6	74,2	249,5
14	Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	507	22,9	5,1	95,1
15	Alkoholische Getränke	10	1,7	0,8	-
16	Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	269	210,2	74,7	858,1
17	Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	48	14,2	0,3	38,5
18	Speisen und Gerichte	841	512,5	296,2	1762,7
19	Würzmittel und Soßen	707	40,1	22,3	137,3

N: Anzahl Personen, die mindestens ein Lebensmittel dieser Lebensmittelhauptgruppe verzehrt haben; * Grundgesamtheit N = 952 ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht

Tabelle A6: Nitrataufnahme über Lebensmittelhauptgruppen in µg pro kg Körpergewicht und Tag (µg/kg KG und Tag) für Kinder (0,5 - < 6 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich biologisch erzeugter Lebensmittel (Basis: KIESEL; nur Verzehrende; UB).

Lebensmittelgruppe		N*	Exposition (µg/kg KG und Tag)		
			MW	P50	P95**
01	Getreide und Getreideprodukte	940	143,9	115,3	343,1
02	Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	789	441,9	249,6	1566,1
03	Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	723	122,0	97,0	333,0
04	Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	202	9,1	2,0	45,0
05	Obst und Obstprodukte	906	105,9	61,1	369,2
06	Fleisch und Fleischprodukte	820	27,7	19,7	82,3
07	Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	279	10,9	7,8	30,7
08	Milch und Milchprodukte	899	29,2	23,9	86,6
09	Eier und Eierprodukte	291	0,5	0,4	1,1
10	Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	767	7,1	4,7	23,5
11	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	690	0,8	0,3	3,4
12	Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	552	49,9	26,7	161,7
13	Wasser und Getränke auf Wasserbasis	942	92,6	74,2	249,5
14	Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	507	21,1	5,1	85,2

15	Alkoholische Getränke	10	1,7	0,8	-
16	Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	269	172,9	57,4	717,3
17	Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	48	14,2	0,3	38,5
18	Speisen und Gerichte	841	456,1	292,4	1432,7
19	Würzmittel und Soßen	707	40,1	22,3	137,3

N: Anzahl Personen, die mindestens ein Lebensmittel dieser Lebensmittelhauptgruppe verzehrt haben; * Grundgesamtheit N = 952 ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N $\geq$ 20 gemacht

Tabelle A7: Nitrataufnahme über Lebensmittelhauptgruppen in μg pro kg Körpergewicht und Tag ($\mu\text{g}/\text{kg KG}$ und Tag) für Kinder (6 - <12 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: EsKiMo II; nur Verzehrende; UB).

Lebensmittelgruppe	N*	Exposition ($\mu\text{g}/\text{kg KG}$ und Tag)		
		MW	P50	P95**
01 Getreide und Getreideprodukte	1190	171,1	156,5	324,4
02 Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	1002	407,6	158,2	1372,6
03 Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	943	132,8	101,1	369,9
04 Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	240	5,9	3,0	18,6
05 Obst und Obstprodukte	1072	107,3	38,4	389,7
06 Fleisch und Fleischprodukte	1086	24,3	17,9	70,1
07 Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	341	6,5	4,5	19,0
08 Milch und Milchprodukte	1169	16,0	12,3	40,2
09 Eier und Eierprodukte	368	0,1	0,1	0,2
10 Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	1054	6,0	4,0	18,8
11 Tierische und pflanzliche Fette und Öle	932	1,2	0,5	5,2
12 Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	668	30,2	16,6	96,7
13 Wasser und Getränke auf Wasserbasis	1166	54,0	46,0	131,9
14 Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	683	12,4	1,3	57,2
15 Alkoholische Getränke	17	1,5	1,1	-
16 Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	8	32,0	35,7	-

17	Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	38	3,6	0,2	16,5
18	Speisen und Gerichte	1107	347,0	223,7	1124,7
19	Würzmittel und Soßen	961	33,1	20,4	108,2

N: Anzahl Personen, die mindestens ein Lebensmittel dieser Lebensmittelhauptgruppe verzehrt haben; * Grundgesamtheit N = 1.190 ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht

Tabelle A8: Nitrataufnahme über Lebensmittelhauptgruppen in µg pro kg Körpergewicht und Tag (µg/kg KG und Tag) für Kinder (6 - < 12 Jahre) in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich biologisch erzeugter Lebensmittel (Basis: EsKiMo II; nur Verzehrende; UB).

Lebensmittelgruppe		N*	Exposition (µg/kg KG und Tag)		
			MW	P50	P95**
01	Getreide und Getreideprodukte	1190	115,2	98,7	258,9
02	Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	1002	426,6	232,5	1280,3
03	Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	943	104,2	81,2	287,1
04	Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	240	8,0	3,6	29,8
05	Obst und Obstprodukte	1072	43,0	21,1	163,7
06	Fleisch und Fleischprodukte	1086	17,1	12,5	49,4
07	Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	341	6,5	4,5	19,0
08	Milch und Milchprodukte	1169	14,7	11,9	35,3
09	Eier und Eierprodukte	368	0,3	0,3	0,7
10	Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	1054	5,4	3,4	17,0
11	Tierische und pflanzliche Fette und Öle	932	0,5	0,2	1,8
12	Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	668	34,4	22,3	99,4
13	Wasser und Getränke auf Wasserbasis	1166	54,0	46,0	131,9
14	Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	683	11,4	1,3	50,5
15	Alkoholische Getränke	17	1,5	1,1	-
16	Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	8	21,8	22,2	-
17	Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	38	3,6	0,2	16,5
18	Speisen und Gerichte	1107	343,1	233,7	1043,5
19	Würzmittel und Soßen	961	33,1	20,4	108,2

N: Anzahl Personen, die mindestens ein Lebensmittel dieser Lebensmittelhauptgruppe verzehrt haben; * Grundgesamtheit N = 1.190 ** Angaben zum P95 werden ausschließlich bei N ≥ 20 gemacht

Tabelle A9: Nitrataufnahme über Lebensmittelhauptgruppen in µg pro kg Körpergewicht und Tag (µg/kg KG und Tag) für Jugendliche und Erwachsene in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich konventionell erzeugter Lebensmittel (Basis: NVS II; nur Verzehrende; UB).

Lebensmittelgruppe	N*	Exposition (µg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95
01 Getreide und Getreideprodukte	13865	102,3	89,3	221,4
02 Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	11196	414,5	223,9	1393,4
03 Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	7966	113,7	87,3	304,9
04 Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	5013	2,9	0,4	13,7
05 Obst und Obstprodukte	11805	44,8	4,5	190,7
06 Fleisch und Fleischprodukte	12268	15,2	10,6	45,8
07 Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	2892	3,8	0,9	18,1
08 Milch und Milchprodukte	13078	8,9	4,0	21,6
09 Eier und Eierprodukte	2961	0,1	0,1	0,2
10 Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	8788	3,6	1,6	13,6
11 Tierische und pflanzliche Fette und Öle	12281	1,4	0,7	5,0
12 Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	4768	17,6	9,2	62,6
13 Wasser und Getränke auf Wasserbasis	13385	31,6	23,9	86,5
14 Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	12630	45,6	34,8	129,1
15 Alkoholische Getränke	6400	14,9	10,0	45,7
16 Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	0	-	-	-
17 Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	294	1,4	0,5	7,0
18 Speisen und Gerichte	9399	201,3	111,8	682,3
19 Würzmittel und Soßen	8193	26,9	17,9	84,6

N: Anzahl Personen, die mindestens ein Lebensmittel dieser Lebensmittelhauptgruppe verzehrt haben; * Grundgesamtheit N = 13.926

Tabelle A10: Nitrataufnahme über Lebensmittelhauptgruppen in µg pro kg Körpergewicht und Tag (µg/kg KG und Tag) für Jugendliche und Erwachsene in der Bevölkerung Deutschlands bei Annahme des Verzehrs vornehmlich biologisch erzeugter Lebensmittel (Basis NVS II; nur Verzehrende; UB).

Lebensmittelgruppe	N*	Exposition (µg/kg KG und Tag)		
		MW	P50	P95
01 Getreide und Getreideprodukte	13865	77,1	55,7	213,5
02 Gemüse, Gemüseprodukte und Pilze	11196	371,3	216,2	1207,0
03 Stärkehaltige Wurzeln oder Knollen und Erzeugnisse daraus	7966	86,3	69,5	215,1
04 Hülsenfrüchte, Nüsse, Ölsaaten und Gewürze	5013	3,7	0,4	19,4
05 Obst und Obstprodukte	11805	18,4	3,4	70,6
06 Fleisch und Fleischprodukte	12268	13,5	9,8	38,6
07 Fisch, Krusten- und Weichtiere und Erzeugnisse daraus	2892	3,8	0,9	18,1
08 Milch und Milchprodukte	13078	7,3	2,3	18,4
09 Eier und Eierprodukte	2961	0,3	0,2	0,5
10 Zucker, Süßwaren und süße Desserts auf Wasserbasis	8788	2,9	1,0	12,0
11 Tierische und pflanzliche Fette und Öle	12281	0,8	0,4	2,8
12 Gemüsesäfte, Fruchtsäfte und -nektare	4768	19,6	11,2	65,9
13 Wasser und Getränke auf Wasserbasis	13385	31,6	23,9	86,5
14 Kaffee, Kakao, Tee und Aufgüsse	12630	38,6	28,7	112,0
15 Alkoholische Getränke	6400	20,9	13,6	64,6
16 Lebensmittel für Säuglinge und Kleinkinder	0	-	-	-
17 Produkte für spezielle Ernährungsformen und Lebensmittelimitate	294	1,5	0,5	7,0
18 Speisen und Gerichte	9399	214,9	109,5	775,7
19 Würzmittel und Soßen	8193	26,9	17,9	84,6

N: Anzahl Personen, die mindestens ein Lebensmittel dieser Lebensmittelhauptgruppe verzehrt haben; * Grundgesamtheit N = 13.926

Weitere Informationen auf der BfR-Website zu Nitrat

Fragen und Antworten zu Nitrat

<https://www.bfr.bund.de/fragen-und-antworten/thema/fragen-und-antworten-zu-nitrat-und-nitrit-in-lebensmitteln/>

Übersichtsseite zu Nitrat

<https://www.bfr.bund.de/lebensmittelsicherheit/bewertung-der-stofflichen-risiken-von-lebensmitteln/gesundheitliche-bewertung-von-lebensmittelzusatzstoffen/gesundheitliche-bewertung-von-nitrat/>

Über das BfR

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat (BMLEH). Es schützt die Gesundheit der Menschen präventiv in den Tätigkeitsbereichen Public Health und Veterinary Public Health. Das BfR berät die Bundesregierung und die Bundesländer zu Fragen der Lebens- und Futtermittel-, Chemikalien- und Produktsicherheit. Das BfR betreibt eigene Forschung zu Themen, die in engem Zusammenhang mit seinen Bewertungsaufgaben stehen.

Impressum

Herausgeber:

Bundesinstitut für Risikobewertung

Max-Dohrn-Straße 8-10

10589 Berlin

T +49 30 18412-0

F +49 30 18412-99099

bfr@bfr.bund.de

bfr.bund.de

Anstalt des öffentlichen Rechts

Vertreten durch den Präsidenten Professor Dr. Dr. Dr. h. c. Andreas Hensel

Aufsichtsbehörde: Bundesministerium für Landwirtschaft, Ernährung und Heimat

USt-IdNr: DE 165 893 448

V.i.S.d.P: Dr. Suzan Fiack



gültig für Texte, die vom BfR erstellt wurden

Bilder/Fotos/Grafiken sind ausgenommen, wenn nicht anders gekennzeichnet

BfR | Risiken erkennen –
Gesundheit schützen