

Nitrat in Rucola, Spinat und Salat

Aktualisierte Stellungnahme Nr. 032/2009 des BfR vom 06. Februar 2009*

Nitrate sind Stickstoffverbindungen, die natürlicherweise im Boden vorkommen, aber auch als Dünger auf die Felder ausgebracht werden. Die Pflanzen benötigen Nitrat zum Aufbau von Eiweiß. Nitrat darf außerdem als Zusatzstoff bei Lebensmitteln wie bestimmten Fleischwaren, Käse- und Fischprodukten verwendet werden.

Nitrat selbst ist wenig giftig. Aus Nitrat kann aber im Körper (endogen) Nitrit gebildet werden. Daraus wiederum können N-Nitrosoverbindungen (dazu gehören Nitrosamine) entstehen, von denen sich viele im Tierversuch als krebserzeugend erwiesen haben. Dies ist der Grund, warum auch für Nitrat die Aufnahmemenge beschränkt werden soll.

Der Verbraucher kann Nitrat durch den Verzehr verschiedener Lebensmittel aufnehmen. Dazu gehören Gemüse, die den größten Beitrag liefern, gefolgt von Trinkwasser, Getreide und Obst sowie bestimmten Fleisch-, Käse- und Fischprodukten. Von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) wurde eine duldbare tägliche Aufnahmemenge (ADI-Wert), die ein Leben lang aufgenommen werden kann, ohne dass ein Gesundheitsrisiko besteht, von 0 bis 3,65 Milligramm (mg) pro Kilogramm (kg) Körpergewicht abgeleitet. Das heißt: Es ist akzeptabel, wenn ein erwachsener Mann (70 kg) ein Leben lang täglich bis zu 256 mg Nitrat, eine erwachsene Frau (58 kg) bis zu 212 mg und ein Kind (25 kg) bis zu 93 mg aufnehmen.

Verschiedene Gemüsesorten wie Blattsalate, Spinat, Weißkohl, Grünkohl, Rote Rüben, Radieschen und Rettich können je nach Jahreszeit und Anbaugebiet natürlicherweise hohe Gehalte an Nitrat aufweisen. Auch Rucola gehört dazu und scheint Nitrat in besonderem Maße anzureichern. Dies belegen auch die aktuellen Untersuchungen der Überwachungsbehörden der Bundesländer und die Daten aus dem Lebensmittel-Monitoring von 2000-2008. Die in verschiedenen nationalen und internationalen Untersuchungen gemessenen Mittelwerte von Nitratgehalten in Rucola variieren zwischen 4700-4800 mg/kg. Noch vor vier Jahren wurden in fast der Hälfte der untersuchten Rucola-Proben sehr hohe Nitratgehalte von über 5000 mg je kg ermittelt. Somit kann eine leichte Abnahme der Nitratgehalte angenommen werden. Ebenso haben die Nitratgehalte in Spinat abgenommen. Die Abnahme geht u.a. auf die Bemühungen der Landwirte zurück, die Nitratgehalte in ihren Produkten zu senken.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat das gesundheitliche Risiko von Rucola mit hohem Nitratgehalt bewertet. Das Institut stellt fest, dass beim Verzehr größerer Mengen solcher Salate die von der Weltgesundheitsorganisation (WHO) festgelegte duldbare tägliche Aufnahmemenge (ADI-Wert) gelegentlich erheblich überschritten werden kann. Da aber nicht mit einer langfristigen Überschreitung der duldbaren täglichen Aufnahmemenge zu rechnen ist, ist nicht von einem gesundheitlichen Risiko für den Verbraucher auszugehen.

Die EU plant derzeit die Nitrat-Höchstgehalte für Spinat und Salat anzuheben. Für Rucola soll ein Nitrat-Höchstgehalt erstmalig festgelegt werden.

Das BfR lehnt eine Anhebung des Höchstgehaltes bei Spinat und Salat ab, da diese dem Bestreben entgegensteht, die Nitratbelastung von Lebensmitteln zu senken. Die Anstrengungen, die in den vergangenen Jahren von den Landwirten unternommen wurden, um die Nitratbelastung zu senken, würden durch die Anhebung der Höchstgehalte untergraben.

Für Rucola begrüßt das BfR die Einführung eines Höchstgehaltes. Allerdings sollte dieser niedriger sein als der derzeit von der EU diskutierte Wert (5000 bzw. 6000 mg/kg). Denn bereits bei einem Verzehr von mehr als 25 g Rucola pro Tag mit einem mittleren Nitratgehalt von 4252 mg/kg zusätzlich zum Durchschnittsverzehr aller in Bezug auf Nitrat wichtigen Lebensmittelgruppen ergäbe sich eine Überschreitung der duldbaren täglichen Aufnahmemenge (ADI-Wert). Um die Nitratbelastung zu reduzieren, empfiehlt das BfR Verbrauchern den Verzehr von saisonalem Gemüse. Bei diesem ist der Nitratgehalt generell geringer, da es unter optimalen Wachstumsbedingungen reifen, und der Einsatz von Dünger reduziert werden kann.

1 Gegenstand der Bewertung

1.1 Anlass/Hintergrund

Im April 2008 wurde von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) eine Stellungnahme zu Nitrat in Gemüse („Nitrate in vegetables“¹) (EFSA 2008) veröffentlicht. Die EU-Kommission diskutiert derzeit Vorschläge für einen Höchstgehalt für Nitrat in Rucola sowie für höhere Höchstgehalte für Nitrat in frischem Spinat und frischem Salat als die derzeit geltenden.

Aufgrund dieser neuen Sachlage hat das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) seine Stellungnahme Nr. 004/2005 vom 8. Dezember 2004 „Nitrat in Rucola“ aktualisiert. Bei seiner Aktualisierung stützt sich das BfR auf Daten der Landesuntersuchungsämter von 2000-2008 und Daten aus dem Lebensmittelmonitoring 2006 für Nitrat in Rucola bzw. in frischem Spinat. Auf dieser Grundlage wurde eine Expositionsabschätzung und Risikobewertung mit einem daraus abgeleiteten Vorschlag für einen angemessenen Höchstgehalt für Nitrat in Rucola erstellt. Zudem liefert das BfR eine Einschätzung zu einer möglichen Anhebung der Nitrat-Höchstgehalte für frischen Spinat und frischen Salat.

Das BfR hat bewertet, welches gesundheitliche Risiko für Verbraucherinnen und Verbraucher in Deutschland bestehen würde, wenn die zulässigen Höchstgehalte für Nitrat aufgrund der aktuellen Vorschläge der EU-Kommission wie folgt festgesetzt würden:

- Anhebung des Wertes für frischen Spinat von derzeit **3000** mg/kg (Ernte vom 01. Oktober bis 31. März) sowie **2500** mg/kg (Ernte vom 01. April bis 30. September) auf **3500** mg/kg (ganzjährig) (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006, Anhang 1, Nr. 1.1),
- Anhebung des Wertes für frischen Salat von derzeit **4500** mg/kg auf **5000** mg/kg (Ernte vom 01. Oktober bis 31. März: unter Glas/Folie angebauter Salat) und von derzeit **3500** mg/kg auf **4000** mg/kg (Ernte vom 01. April bis 30. September: unter Glas/Folie angebauter Salat) sowie von derzeit **2500** mg/kg auf **3000** mg/kg (Ernte vom 01. April bis 30. September: im Freiland angebauter Salat) (Verordnung (EG) Nr. 1881/2006, Anhang 1, Nr. 1.3)
- Festsetzung eines Wertes für Rucola (*Eruca sativa*) auf **5000 mg/kg** bzw. **6000 mg/kg**.

¹ http://www.efsa.eu.int/cs/BlobServer/Scientific_Opinion/contam_ej_689_nitrate_en.pdf?ssbinary=true

2 Ergebnis

In der Stellungnahme der EFSA zu Nitrat in Gemüse („Nitrate in vegetables“) (EFSA 2008) werden keine neuen Aspekte bezüglich des Gefährdungspotenzials von Nitrat aufgezeigt. Neu ist an dieser Stellungnahme die „Benefit Charakterisierung“. Es wird auf die Bedeutung von Nitrat und seinen Metaboliten bei einer Reihe von physiologischen Prozessen im Allgemeinen und auf die Vorteile einer vergleichsweise hohen Obst- und Gemüseaufnahme durch den Verbraucher im Besonderen hingewiesen.

Das BfR empfiehlt, der vorgeschlagenen Anhebung des Höchstgehalts von Nitrat in frischem Spinat sowie einer ganzjährigen Geltungsdauer dieses Höchstwertes (d.h. keine Differenzierung mehr nach Erntezeiträumen in den Sommer- bzw. Wintermonaten) nicht zuzustimmen. Weiter empfiehlt das BfR, einer Anhebung der Höchstgehalte von Nitrat in frischem Salat nicht zuzustimmen.

Die dem BfR vorliegenden Daten aus Deutschland aus Analysen der Landesuntersuchungsämter zu Nitrat in frischem Spinat und Rucola aus den Jahren 2000 bis 2008 belegen keinen Anstieg der mittleren Nitratgehalte. Es deutet sich eher eine Tendenz zu einer Abnahme der Nitratgehalte in frischem Spinat und Rucola an. Ein Anheben von Höchstgehalten steht den Bestrebungen entgegen, die Nitratexposition des Verbrauchers durch Lebensmittel weiter abzusenken, wie es bereits 1995 in einer Stellungnahme des Wissenschaftlichen Ausschusses für Lebensmittel der EU-Kommission gefordert wurde (SCF, 1995). Die Festlegung einer guten landwirtschaftlichen Praxis sowie die Anstrengungen, die im Rahmen der Anwendung der guten landwirtschaftlichen Praxis in den letzten Jahren unternommen wurden, würden durch eine Anhebung der Höchstgehalte keine Unterstützung mehr erfahren. Zudem würde bei einem einheitlichen ganzjährig geltenden Höchstgehalt für Nitrat bei frischen Spinat den unterschiedlichen jahreszeitlichen klimatischen Bedingungen, die einen Einfluss auf die Nitratgehalte haben, was auch in den Auswertungen der Daten der Landesbehörden seine Bestätigung fand, keine Rechnung mehr getragen werden.

Das BfR begrüßt den Vorschlag, einen Höchstgehalt für Nitrat in Rucola festzulegen, empfiehlt jedoch die Festlegung eines niedrigeren Höchstgehaltes als des derzeit diskutierten Wertes von 5000 mg Nitrat/kg bzw. 6000 mg Nitrat/kg Rucola. Bei dem Verzehr von mehr als 25 g Rucola pro Tag (bei einem mittleren Nitratgehalt von 4252 mg/kg) zusätzlich zum Durchschnittsverzehr aller in Bezug auf Nitrat wichtigen Lebensmittelgruppen ergäbe sich bereits eine Überschreitung des ADI-Wertes (Acceptable Daily Intake).

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt „5 am Tag“²: D.h. täglich sollten ca. 600 g Obst und Gemüse verzehrt werden, wobei drei Portionen auf Gemüse und zwei auf Obst entfallen sollten. Eine Anhebung der geltenden Höchstwerte für Nitrat in Gemüse könnte bei Verbrauchern, die nationalen Ernährungsempfehlungen (DGE) wie „5 am Tag“ oder auch Empfehlungen der World Health Organization³ folgen, zu einer deutlich erhöhten Nitrataufnahme führen.

Aus Gründen des vorsorgenden gesundheitlichen Verbraucherschutzes empfiehlt das BfR, alle Bestrebungen zu unterstützen, die darauf zielen, den Nitratgehalt in Lebensmitteln zu senken.

² http://www.machmit-5amtag.de/cms/www.machmit.de/download_dokumente/handzettel/handzettel.pdf

³ <http://www.who.int/dietphysicalactivity/fruit/en/>

3 Begründung

3.1 Risikobewertung

3.1.1 Agens

Nitrat

Nitrate ($-\text{NO}_3$) sind Verbindungen, die natürlicherweise unter anderem auch im Boden vorkommen. Nitrat wird dort als Endstufe der Nitrifikation (Abbau organischer Stickstoffsubstanzen) ständig produziert. Pflanzen benötigen den Stickstoff des Nitrats zum Aufbau von Eiweiß. Zur Ertragssteigerung wird Nitrat in der Landwirtschaft auch als Dünger eingesetzt.

Nitrat lässt sich als natürlicher Bestandteil in unterschiedlichen Konzentrationen in fast allen Lebensmitteln nachweisen. Da Pflanzen ihren Stickstoffbedarf über Nitrat decken, können pflanzliche Lebensmittel, insbesondere verschiedene Gemüsesorten, deutliche Nitratmengen enthalten. Nitrat kann durch Auswaschung mit dem Regen auch in das Grundwasser und somit in das Trinkwasser gelangen. In Abhängigkeit von den jeweils vorherrschenden Landnutzungsformen können die Nitratgehalte des Grundwassers und somit auch des Trinkwassers erheblich sein.

Nitrat ist auch ein zugelassener Lebensmittelzusatzstoff, der bestimmten Fleisch-, Käse- und Fischprodukten zugesetzt werden darf (Tabelle 2).

Rucola (*Eruca sativa*) (auch: Rauke, Senfkohl oder Runke)

Rucola ist ein einjähriges, bis zu 75 cm hoch wachsendes Kraut. Rucola gehört zur Familie der Kreuzblütler (*Brassicaceae* oder *Cruciferae*) und ist mit Wasserkresse, Senf und Rettich verwandt. Bereits bei den alten Römern erfreute sich Rucola großer Beliebtheit. Aufgrund ihres leicht säuerlichen Geschmacks dienen die stark gezähnten, schmalen Blätter fast nur als Beimischung zu anderen Salaten oder Gemüsen. Verwendung finden sie auch als Pizza- belag oder zu Pastagerichten. Rucola ist sehr Vitamin-C-haltig. Rucola weist einen vergleichsweise hohen Gehalt an Nitrat auf. Konzentrationen von bis zu 5000 mg/kg Frischsubstanz sind nicht ungewöhnlich (Ternes et al., 2005).

Die ursprüngliche Rauke ist im südlichen Mitteleuropa beheimatet. Heute wird sie in Italien, Südfrankreich, Ägypten und im Sudan sowie in Indien angebaut. Im gemäßigten Klima erfolgt der Anbau ab dem Frühjahr, in den Subtropen im späten Herbst. Somit kann der europäische/deutsche Markt das ganze Jahr über beliefert werden.

Spinat (*Spinacea oleraceae*)

Spinat (*Spinacea oleraceae*) ist ein vitamin- und mineralstoffreichs Blattgemüse und gehört zur Familie der Gänsefußgewächse (Fam. *Chenopodiaceae*). Verzehrt wird Spinat sowohl im gekochten Zustand als auch roh. Je nach Ernteart wird zwischen Blattspinat (bis 10 cm lange Stiele, oberhalb der Erde geerntet) und Wurzelspinat (als ganze Pflanze unmittelbar unter dem Wurzelhals gestochen) unterschieden. Je nach Wachstumszeit unterscheidet man zwischen Winterspinat (Ernte Spätherbst oder März/April) und Sommerspinat (Ernte bis November). Das Bundessortenamt listet insgesamt 29 Sorten Spinat. Spinat wird vorwiegend zu Gefrierkonserven verarbeitet. Der Spinat als passierte, breiige Masse in Dosen oder Gläsern als Sterilkonserve ist im Handel selten anzutreffen. Hohe Stickstoffgaben bei der Spinatproduktion können zu nennenswerter Nitratanreicherung in den Blättern führen.

3.1.2 Gefährdungspotenzial

Die toxikologische Bedeutung der alimentären Nitrataufnahme bezieht sich auf die endogenen Reduktions- und Nitrosierungsprozesse. Etwa 25 % des resorbierten Nitrats werden aktiv in den Speichel sezerniert, bis zu 7 % werden in der Mundhöhle, überwiegend durch mikrobielle Reduktasen innerhalb von 24 Stunden zu Nitrit reduziert und ausschließlich mit dem Speichel in den Magen verlagert. Etwa 90 % des gesamten Nitrits im Magen resultieren aus der Nitratreduktion (SKLM, 2000; Mirvish, 1994). Das Ausmaß der Nitratreduktion weist deutliche individuelle Unterschiede auf. Generell gilt, dass nach dem Verzehr eines nitratreichen Lebensmittels die Gehalte an Nitrat und Nitrit im Organismus schnell ansteigen und über einen Zeitraum von mehreren Stunden erhöht bleiben. Hohe Dosen nitrosierbarer Verbindungen (Amine und Amide) im Organismus verstärken die endogene Bildung von N-Nitrosoverbindungen (NOC), von denen sich einige im Tierversuch als potente Kanzerogene erwiesen haben.

In der EFSA-Stellungnahme vom April 2008 „Nitrate in vegetables“ (EFSA 2008) wurden insgesamt 42.000 Analyseergebnisse von Untersuchungen an 92 Gemüsesorten aus 21 Europäischen Ländern für die Beurteilung des gesundheitlichen Risikos des Verbrauchers durch die Aufnahme von Nitrat aus Gemüse berücksichtigt. Es zeigte sich, dass der Median der Konzentration von Nitrat in den unterschiedlichen Gemüsesorten sehr stark variiert und sich über einen Bereich von 1 mg/kg (Erbsen und Rosenkohl) bis zu Werten von 4800 mg/kg (Rucola) erstreckt. Grüne Blattgemüse zeigten dabei die höchsten Werte. In der Stellungnahme der EFSA (EFSA 2008) werden keine neuen Aspekte bezüglich des Gefährdungspotenzials aufgezeigt. Neu ist an dieser Stellungnahme die „Benefit Charakterisierung“. Es wird auf die Bedeutung von Nitrat und seinen Metaboliten bei einer Reihe von physiologischen Prozessen und auf die Vorteile der Obst- und Gemüseaufnahme hingewiesen.

3.1.3 Exposition

3.1.3.1 Nitrat: Vorkommen, Variabilität, Höchstgehalte

Nitrat ist für das Wachstum der Pflanzen von großer Bedeutung. Es wird über die Wurzeln aus dem Boden aufgenommen und in der Pflanze verteilt, wo es durch Fotosynthese in energiereiche Eiweißverbindungen umgewandelt wird. Hohe Lichteinstrahlung fördert die Assimilation und somit den Nitratabbau. In der Nacht und in lichtarmen Wintermonaten wird Nitrat unvollständig umgewandelt und reichert sich vermehrt in der Pflanze an. Je nach Erntezeitpunkt können somit die Gehalte innerhalb einer Gemüsesorte stark variieren.

Grundsätzlich ist die Nitratakkumulation in der Pflanze eine Funktion des Angebots stickstoffhaltiger Verbindungen im Boden. Durch den Einsatz nitrathaltiger Düngemittel kann sie erheblich gesteigert werden. Je nach Art und Teil der Pflanze sind die Speicherkapazitäten unterschiedlich. Nitrat reichert sich besonders in den wasserleitenden Segmenten der Pflanze an und ist daher in höheren Konzentrationen in den Stielen, Blattrispen sowie den äußeren grünen Blättern zu finden. Zu den nitratreichen Gemüsesorten zählen Blattsalate wie Rucola und Feldsalat, Radieschen und Sellerie. Vergleichsweise niedrige Gehalte findet man in Fruchtgemüse und Obst.

Weiterhin beeinflussen genetische, geographische und klimatische Faktoren den Nitratgehalt der Pflanze. Hohe Temperaturen führen zu geringerer Nitratakkumulation und anhaltende Trockenheit zur Anreicherung. Ferner sind in Produkten aus nördlichen Breiten Europas meist höhere Gehalte zu finden als bei solchen aus südlichen Regionen. Unabhängig davon überschreiten die Gehalte von Glashaushausgemüse gewöhnlich jene von Freilandpflanzen.

Die Festlegung von Höchstgehalten in Abhängigkeit von Erntezeitpunkt (Winter/Sommer) und Anbauart (unter Folie/Glas oder Freiland) spiegelt den Einfluss klimatischer Faktoren und gartenbaulicher Methoden auf den Nitratgehalt in den Lebensmitteln (Tab. 1).

Der Verbraucher nimmt Nitrat nicht nur aus pflanzlichen Lebensmitteln wie Gemüse und Obst auf, sondern auch durch den Verzehr von Trinkwasser, Fleisch- und Käseprodukten. Als Bestandteil von Lebensmittelzusatzstoffen darf Nitrat nach der Verordnung über die Zulassung von Zusatzstoffen in Lebensmitteln zu technischen Prozessen, zuletzt geändert durch Art. 3 V vom 30.09.2008 (ZZuIV), u.a. gepökelten Fleischerzeugnissen, Hart-/ Schnittkäse, oder eingelegtem Hering zugesetzt werden (Tab. 2). Der Nitratgehalt im Trinkwasser kann durch Nitratdüngung beeinflusst werden. Da Nitrat wasserlöslich ist, kommt es zur Auswaschung aus dem Boden in das Grund- und Oberflächenwasser. Der Höchstgehalt nach der Trinkwasserverordnung liegt bei 50 mg Nitrat pro Liter (Tab. 1).

Nitrat kann im Körper (schon im Mund) durch bakterielle Reduktion zu Nitrit umgewandelt werden, welches wiederum ein Ausgangsprodukt für die Entstehung von N-Nitrosaminen darstellt. FAO/WHO (JECFA) hat 2002 eine akzeptable tägliche Aufnahmemenge (ADI) für Nitrat von bis zu 3,7 mg/kg Körpergewicht (KG) bestätigt. Der Wert entspricht einer Nitratmenge von 222 mg/Tag für einen 60 kg schweren Erwachsenen. Für Kinder ab 3 Jahren gilt eine maximale Aufnahme von 93 mg/Tag (25 kg KG).

Tabelle 1: Zulässige Höchstgehalte von Nitrat [Anhang VO (EG) Nr. 1822/2005 der EU-Kommission vom 08.November 2005 zur Änderung der VO (EG) Nr. 466/2001 in Bezug auf Nitrat in bestimmten Gemüsen, in Säuglings- und Kleinkindnahrung sowie in Trinkwasser bzw. Mineralwässern

	Höchstgehalt (mg NO ₃ /kg)	
Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 (der Kommission vom 10.12.2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln)	frischer Spinat – Ernte vom 01.10. bis 31.03. – Ernte vom 01.04. bis 30.09.	3000 2500
	verarbeiteter Spinat (haltbar gemacht, gefroren, tiefgefroren)	2000
	Kopfsalat* (unter Glas/Folie angebaut) – Ernte vom 01.10. bis 31.03. – Ernte vom 01.04. bis 30.09.	4500 3500
	Kopfsalat* aus Freilandanbau – Ernte vom 01.10. bis 31.03. – Ernte vom 01.04. bis 30.09.	4000 2500
	Eisbergsalat – unter Glas/Folie angebaut – Freilandanbau	2500 2000
	Getreide- und andere Beikost für Säuglinge und Kleinkinder	200
Diätverordnung (geändert EG-VO Nr.684/2004)	Säuglings- und Kleinkindernahrung (verzehrfertiges Erzeugnis)	250
Trinkwasser-Verordnung (TrinkwV 2001)	Trinkwasser	50
Mineral- und Tafelwasserverordnung	Natürliches Mineralwasser	50
	Mineralwasser mit der Angabe „geeignet für die Zubereitung von Säuglingsnahrung“	10 mg/l

* Bei Fehlen eines entsprechenden Etiketts, auf dem die Produktionsweise aufgeführt ist, gilt der Höchstgehalt für im Freiland gezogenen Kopfsalat.

Tabelle 2: Höchstmengen nitrathaltiger Zusatzstoffe (ZZuIV 1998; EG-Richtlinie 95/2/EG)

E-Nr.	Name	Lebensmittel	Zugesetzte Menge (mg/kg)	(Richtwert) Höchstmenge (mg/kg)
E251 E252	Natriumnitrat Kaliumnitrat	Gepökelte Fleischerzeugnisse und Fleischerzeugnisse in luftdicht verschlossenen Behältnissen	300	250 ¹
		Hart- und Schnittkäse sowie halbfester Schnittkäse, Käseanaloge auf Milchbasis		50 ¹
		Eingelegte Heringe und Sprotten		200 ²
		<i>Foie gras, foie gras entier, blocs de foie gras</i>		50 ¹

¹ ausgedrückt als NaNO₂

² Höchstmenge einschließlich des aus Nitrat entstandenen Nitrits, ausgedrückt als NaNO₂

3.1.3.2 Nationale und internationale Aufnahmeschätzungen

Die Auswertungen der EFSA (EFSA 2008) auf Grundlage von Daten aus 21 europäischen Staaten und verschiedener Expositionsszenarien ergaben eine durchschnittliche Gesamt-

aufnahme an Nitrat (für eine 60 kg schwere Person) von 201 mg/pro Tag (entsprechend 91 % des ADI) bei Verzehr einer Diät mit einem Anteil von 400 g gemischtem Gemüse⁴ (ohne Wurzel-/Sprossgemüse und Kräuter), welches eine mittlere Nitratkonzentration aufwies (konservative Verzehr-Schätzung) (Tab. 3).

Ein weiteres Szenario auf Basis eines ausschließlich hohen Blattgemüseverzehrs von 133 g (bei Bezug auf das 97,5. Perzentil des Blattgemüseverzehrs in Spanien), welches zu 1/3 aus Rucola und 2/3 aus einem Blattgemüse-Mix mit jeweils mittleren Nitratkonzentrationen bestand, ergab sich eine Überschreitung des ADI um 68 %. Wurde dieses Szenario unter der Annahme berechnet, dass nur ein Blattgemüsemix (133 g) verzehrt wird, ergab sich keine Überschreitung des ADI (100 % ADI).

Die Nitrataufnahme aus anderen Quellen wie Trinkwasser und gepökelten Fleischerzeugnissen wurde mit durchschnittlich 35-44 mg/Tag pro Person angenommen. Der Wert wurde bei der Kalkulation der Gesamtaufnahme berücksichtigt. Eine tägliche Verzehrmenge von mehr als 47 g Rucola mit einer mittleren Nitratkonzentration (4800 mg/kg) führte auch ohne Berücksichtigung der Aufnahme von Nitrat aus anderen Quellen zu einer Überschreitung des ADI.

Die höchsten Gehalte an Nitrat wurden bei Blattgemüse und Kräutern ermittelt (EFSA 2008), gefolgt von Spross- und Wurzelgemüse. Die geringsten Gehalte findet man in Fruchtgemüse und Pilzen (Tab. 3).

Die Weltgesundheitsorganisation (WHO) hat 2003 Daten zur Nitrataufnahme veröffentlicht (WHO 2003), denen zufolge für Europa mit einer durchschnittlichen Aufnahme von 155 mg/Tag zu rechnen sei (ohne Nitrataufnahme aus Zusatzstoffen). Diese mittlere Gesamtaufnahme verteilt sich zu 90 % auf Gemüse, zu je 5 % auf Wasser und Früchte sowie weniger als 5 % auf Getreideprodukte und entsprach damit 70 % des ADI. Nach diesen Daten entfielen 28 % (43 mg/Tag) auf Kartoffeln, 25 % (39 mg/Tag) auf Blattsalate, je 6 % (ca. 9 mg/Tag) auf Kohlgemüse und Rüben und 4 % (3 mg/Tag) auf Sellerie. Getreideprodukte, Zucker und Milch machten jeweils nur 1 % der Nitrataufnahme aus.

In anderen Ländern wurden laut Angaben der WHO (2003) Gesamtaufnahmen von 66 mg/Tag ermittelt (Niederlande) und 91 mg/Tag in Großbritannien, von denen wiederum 52 % aus Gemüse/Obst und 22 % aus Trinkwasser stammten. Für Frankreich wurden Aufnahmen von 1,5 mg/kg KG/d ermittelt (40 % ADI), wovon 24 % des ADI auf Gemüse, jeweils 5 % des ADI auf Kartoffeln, Blattsalat (anderer als Kopf- und Feldsalat) und Trinkwasser sowie 3 % des ADI auf Spinat entfielen (Menard et al., 2008). Für Deutschland existieren nur ältere Daten, die eine durchschnittliche Nitrataufnahme von 84,5 mg/Tag publizieren. Gemüse und Trinkwasser machten damals mit 61,7% und 26,3% den Hauptteil der Aufnahme aus (Wirth, 1990).

⁴ Die Verzehrsempfehlung der World Health Organization (WHO) für Obst und Gemüse liegt bei 400 g Obst und Gemüse pro Tag (Quelle: <http://www.who.int/dietphysicalactivity/publications/facts/fruit/en/index.html>). In der EFSA-Stellungnahme „Nitrates in vegetables“ (EFSA 2008) wurde in einer „worst case Annahme“ von einer Abdeckung dieser 400 g alleine durch den Verzehr von Gemüse ausgegangen

Tabelle 3: Übersicht Nitratgehalte von Gemüse (EFSA 2008)*

Gemüsesorte	n	Median	MW	95. Perz.
		mg/kg		
Blattgemüse (ohne Kräuter)	25306	1140	1614	4556
Kräuter	492	791	1240	4040
Sproß-u. Stängelgemüse	1379	302	689	2923
Wurzel-u. Knollengemüse (ohne Zwiebel/Knoblauch)	7579	152	506	2302
Kohlgemüse	3192	241	411	1383
Hülsenfrüchte	882	56	221	748
Zwiebelgemüse (inkl. Knoblauch)	243	60	159	601
Fruchtgemüse	2822	83	149	486
Pilze	12	41	59	100

*upper bound approach

3.1.3.3 Datengrundlagen

Die Verzehrs-Auswertungen beruhen auf Daten der „Diet History“- Interviews der Nationalen Verzehrstudie II (NVS II, MRI), die mit Hilfe des Programms „DISHES 05“ erhoben wurden. Die NVS II ist die zurzeit aktuelle repräsentative Studie zum Verzehr der deutschen Bevölkerung. Die Studie, bei der etwa 20.000 Personen im Alter von 14 bis 80 Jahren mittels drei verschiedener Erhebungsmethoden (Dietary History, 24h-Recall und Wiegeprotokoll) befragt wurden, fand zwischen 2005 und 2006 in ganz Deutschland statt. Mit der „Diet History“- Methode wurden 15.371 Personen befragt und retrospektiv ihr üblicher Verzehr der letzten vier Wochen erfasst. Sie liefert gute Schätzungen für die langfristige Aufnahme von Stoffen, wenn Lebensmittel in allgemeineren Kategorien zusammengefasst werden oder Lebensmittel betrachtet werden, die einem regelmäßigen Verzehr unterliegen. Daten aus den anderen Erhebungsmethoden liegen dem BfR für Auswertungen derzeit noch nicht vor.

Die Daten zu Nitratgehalten der Lebensmittel, die vom BVL zur Verfügung gestellt wurden, stammen aus Analysen nationaler Untersuchungsämter und dem Lebensmittel-Monitoring. Vereinzelt wurden Werte aus der Literatur ergänzt.

3.1.3.4 Ergebnisse und Auswertungen

3.1.3.4.1 Auswertung der Gehaltsdaten

Die in verschiedenen nationalen und internationalen Untersuchungen gemessenen Mittelwerte von Nitratgehalten in Rucola und frischem Spinat variieren zwischen 4700-4800 mg/kg (Rucola) bzw. 1000-1700 mg/kg (Spinat) (Tab. 4).

Tabelle 4: Nitratgehalte (mg/kg) in Rucola und frischem Spinat verschiedener Untersuchungen

LM/Quelle		BVL-Daten (2000-08)	LGL Bayern (2006)	EFSA (2008)	Menard et al. (AFSSA, 2008)
Nitratgehalt in Rucola (mg/kg)	n	2012	78	1943	k. A.
	MW	4689	4774	4677	k. A.
	Median	4800	k. A.	4800	k. A.
	95. Perz.	7330	k. A.	7340	k. A.
	Max	13097	k. A.	k. A.	k. A.
Nitratgehalt in frischem Spinat (mg/kg)	n	939	40	6657	266
	MW	1604	1534	1066	1682
	Median	1475	k. A.	785	k. A.
	95. Perz.	3439	k. A.	3048	k. A.
	Max	7130	k. A.	k. A.	8700

In den Analysen des Lebensmittel-Monitoring 2006 wurden mittlere Nitratgehalte von 4252 mg/kg in Rucola und 1245 mg/kg in Spinat sowie hohe Gehalte (95. Perz.) von 6685 mg/kg bzw. 2934 mg/kg gemessen. Diese Werte liegen unter denen der BVL-Daten, was sich u. a. durch die höheren Gehalte der Jahre 2000/2001 und Verdachtsproben erklären lässt, die in die Analysen der Untersuchungsämter mit einfließen. Tendenziell sind die Gehalte in Rucola und Spinat in den letzten Jahren gesunken (Tab. 5).

Tabelle 5: Auswertung Nitratgehalte (mg/kg) in Rucola und Spinat nach Jahren (Quelle: BVL)

Jahr	Rucola				Spinat			
	Mittelwert	Median	95 Perz.	Maximum	Mittelwert	Median	95 Perz.	Maximum
2000	5.817	6.415	9.603	11.909	2019	2111	3487	4929
2001	5.166	5.120	8.504	13.097	1488	1267	3126	4804
2002	4.253	4.413	6.997	8.573	1790	1839	3644	4275
2003	4.775	4.905	7.381	8.551	1829	1791	3621	4540
2004	4.758	4.954	7.365	10.774	1834	1687	3614	7130
2005	4.690	4.791	7.109	8.864	1540	1381	3306	4396
2006	4.492	4.562	6.853	9.204	1335	1138	3131	4517
2007	4.256	4.290	6.609	7.832	1573	1360	3378	3840
2008	4.067	4.113	6.587	7.426	842	770	2235	2368

Betrachtet man die Auswertung nach dem Erntezeitpunkt (hier Probenahmedatum) lässt sich für die Mittelwerte ein um ca. 800 mg/kg verminderter Gehalt bei im Sommer geerntetem Rucola feststellen. Bei Spinat ist der Unterschied mit ca. 100 mg/kg nur marginal (Tab. 6). Auswertungen der Gehaltsdaten nach Anbauart zeigen eine Tendenz zur Anreicherung von

Nitrat für Gewächshausgemüse. Im Folgenden werden auch andere Blattgemüse/-salate berücksichtigt, da hier ebenso ein Einfluss festzustellen war. Es lassen sich insbesondere Eichblatt-, Feld- und Kopfsalat hervorheben, bei denen Unterschiede von bis zu 1000 mg/kg messbar waren. Rucola und Spinat aus dem Gewächshaus zeigten nur geringfügig erhöhte Gehalte. Es ist nicht auszuschließen, dass der Effekt auch durch Jahres-Unterschiede in den Gehalten beeinflusst wird und somit Unsicherheiten bei der Interpretation der Ergebnisse bestehen. In die Auswertungen flossen nur Gemüse mit je mindestens fünf Proben ein (Tab. 7).

Tabelle 6: Mittelwerte des Nitratgehaltes (mg/kg) nach Erntezeit* in Rucola und Spinat (Daten BVL 2000-2008)

Lebensmittel	Sommer (Apr.-Sept.)	Winter (Okt.-März)	gesamt
Rucola	4319	5159	4689
Spinat	1550	1685	1606

* wurde mit dem Datum der Probenahme gleichgesetzt, da andere Daten fehlen

Tabelle 7: Vergleich des Nitratgehaltes nach Anbauart (Daten BVL 2000-2008)

Lebensmittel	Freiland		Gewächshaus	
	Gültige N	Mittelwert	Gültige N	Mittelwert
Eichblattsalat	17	1156	7	2164
Feldsalat	13	1421	21	1994
Kopfsalat	94	1365	88	2221
Rucola	96	5094	169	5280
Spinat	64	1622	23	1773
Blattgemüse	5	1321	6	2613

Für die Berechnungen der Nitrat-Aufnahme durch Rucola und Spinat wurden die Gehaltsdaten aus dem Lebensmittel-Monitoring 2006 verwendet, da diese keine Verdachtsproben wie die Analyse-Daten der Untersuchungsämter (BVL-Daten) enthalten und deshalb am ehesten die tatsächliche Marktsituation für deutsche Verbraucher wiedergeben. Die Auswertungen nach Erntezeit und Anbauart beruhen auf den BVL-Daten, da die Stichprobenzahl im Monitoring hierfür zu gering ist.

Betrachtet man die mittleren Nitrat-Gehalte in Rucola nach Ausschluss von Proben, deren Gehalte über fiktiven Höchstgehalten liegen, erkennt man einen nur geringfügigen Abfall bei einer Höchstmenge von 7000 mg/kg, da kaum Proben diesen Wert überschreiten (95. Perz.= 7330 mg/kg). Erst ab einer fiktiven Höchstmenge von 6000 mg/kg lassen sich bedeutende Veränderungen in den Mittelwerten erkennen (Tab. 8). Die berechneten Mittelwerte sind nicht realistisch, da auch bei Festlegung einer Höchstmenge Überschreitungen dieser Menge nicht auszuschließen sind und somit die Mittelwerte eher etwas höher liegen dürften.

Tabelle 8: Veränderung der mittleren Nitrat-Gehalte von Rucola nach Ausschluss von Werten über verschiedenen „fiktiven Höchstgehalten“ (Daten BVL 2000-2008)

Fiktive Höchstmenge (mg/kg)	MW (mg/ kg)	Werte > Höchstmenge
< gleich 4000	2717	68 %
< gleich 5000	3474	45 %
< gleich 6000	4071	21 %
< gleich 7000	4428	7 %
alle Werte	4689	0 %

3.1.3.4.2 Auswertung der Verzehrdaten

Die Hauptaufnahmequellen für Nitrat stellen Gemüse bzw. Obst und Trinkwasser dar (s. Literaturdaten). Darüber hinaus wurde die Aufnahme über nitrathaltige Zusatzstoffe (E 251/E 252) ermittelt. Sie werden vor allem in gepökelten Fleischprodukten, Käse und eingelegtem Hering eingesetzt. Da für Hering keine Gehaltsdaten zur Verfügung standen, war eine Aufnahmeschätzung nitrathaltiger Zusatzstoffe nicht möglich. Aufgrund der geringen mittleren Verzehrsmenge ist ein bedeutender Einfluss auf die Aufnahme für den Durchschnittsverbraucher jedoch auszuschließen.

Zur Auswertung der Gehaltsdaten wurden die Einzellebensmittel nach botanischen Gesichtspunkten sowie ähnlichen Verzehrsmengen und Nitratgehalten in Gruppen zusammengefasst. Diese Gruppen dienen dann zur Auswertung der Verzehrdaten (Tab. 9). Lebensmittel, die nicht eindeutig einer Gruppe zuzuordnen waren (z.B. aufgrund des Verarbeitungsgrades), wurden in Gruppen mit höheren Durchschnittsgehalten sortiert, um eine Unterschätzung der Nitrataufnahme zu vermeiden. Reduzierte Nitratgehalte durch Verarbeitungsprozesse im Gemüse konnten nur bedingt einberechnet werden, insofern Gehaltsdaten hierzu vorlagen. Falls dies nicht der Fall war, wurden verarbeiteten Gemüsesorten Gehaltsdaten unverarbeiteter Gemüse zugeordnet, was wiederum eher zu einer Überschätzung der Nitratgehalte und somit zu einer Überschätzung der Nitrataufnahme beiträgt.

Da nicht immer eindeutig zuzuordnen war, welche Fleischerzeugnisse gepökelt sind und mit welchem Pökelsalz gearbeitet wurde (Natriumnitrit oder Natriumnitrat), umfasst die Gruppe auch Produkte, die nicht eindeutig als „gepökelt“ identifiziert werden konnten. Da auch Frischfleischprodukte Nitrat in geringen Mengen enthalten, lässt sich nicht eindeutig sagen, welcher Anteil aus der Zugabe von Zusatzstoffen (Pökelsalz) hervorgeht.

In die Berechnungen des Trinkwasserverzehrs wurden Heißgetränke (Kaffee, Tee u. ähnliches), die mit Trinkwasser zubereitet werden, ebenso einbezogen wie Bier/Radler. Dabei kommt es zu einer leichten Überschätzung der Menge, da diese Getränke nicht vollständig aus Trinkwasser bestehen und teils noch mit anderen Lebensmitteln, wie Milch oder Limonade, versetzt sind.

Tabelle 9: Nitratgehalte in verschiedenen Lebensmittelgruppen (mg/kg) und Verzehr (g/Tag) der verschiedenen Lebensmittelgruppen (bezogen auf alle Befragten, n = 15371)

Lebensmittelgruppen*	Nitratgehalt			Verzehr		
	n	MW (mg/kg)	Perz. 95 (mg/kg)	MW (g/Tag)	Perz. 95 (g/d)	Verzehrer n (%)
Gepökelte Fleischerzeugn.	2152	41,3	81,9	40,4	118,7	91,13
Schnitt-/Hartkäse	1001	12,6	32,2	16,6	48,4	91,72
Trinkwasser/ Heißgetränke	19928	26,8	51,2	970,8	2504,4	99,96
Bier/Radler	736	15,2	30,1	151,1	714,3	54,64
Blattgem. verarbeitet	328	937,1	1871,4	3,9	17,5	43,82
Feldsalat	66	2279,9	4327,5	5,1	18,0	70,62
Blattsalat hoch	267	1471,0	3038,6	14,9	43,5	89,31
Wurzel-/Sproßgem. hoch	945	1497,7	2935,3	18,7	60,3	78,69
Wurzel-/Sproßgem. mittel	839	711,4	1667,9	7,0	23,9	88,22
Wurzel-/Sproßgem. niedrig	145	312,9	618,1	5,0	17,9	81,72
Zwiebel/Knoblauch	273	49,9	130,8	15,0	40,9	99,31
Möhre/Pastinake	363	89,8	203,1	32,0	97,5	96,06
Spargel/Schwarzw./Artisch.	338	25,0	72,0	5,8	28,4	46,21
Kohl niedrig	917	238,1	569,4	19,0	55,5	86,35
Rosenkohl	116	29,8	69,9	1,8	12,5	19,91
Bohnen hoch	142	308,2	456,5	5,6	19,9	68,54
Erbse/Linse	528	18,7	45,2	5,9	22,5	66,50
Fruchtgemüse hoch	358	265,2	459,1	23,7	76,7	85,72
Fruchtgemüse eingelegt	203	13,6	33,7	6,3	30,6	66,38
Paprika	315	35,6	72,8	11,6	48,4	79,02
Tomate	444	15,7	45,4	46,4	133,1	97,80
Tomatenmark	249	96,4	242,4	2,5	9,3	84,30
Zucchini/Kürbis	160	739,9	2928,0	3,1	16,9	28,58
Kartoffel roh	647	154,4	291,4	56,6	133,7	96,26
Kartoffel verarbeitet	13	30,6	57,3	11,0	39,0	62,44
andere Gemüse verarbeitet	53	22,8	71,6	6,9	32,3	40,03
Gewürze/Kräuter	248	1427,5	4714,5	6,0	16,4	99,69
Pilze andere	6	24,2	48,0	0,4	1,6	18,10
Grapefruit/Orange	3	459,0	661,3	23,0	145,0	36,10
Obst hoch	285	85,1	118,5	38,8	120,0	77,96
Melone	239	147,9	446,0	4,9	21,4	12,18
Obst niedrig	359	12,6	17,3	145,5	412,9	94,29
Saft/Nektar niedrig	2209	10,8	19,1	120,0	571,8	95,42

hoch, mittel, niedrig – bezieht sich auf mittlere Gehalte der Lebensmittel in der Gruppe im Vergleich zu Gemüse/Obst der gleichen Art;

*einige Lebensmittelgruppen wurden in der Gesamtbewertung berücksichtigt, sind aber wegen geringer Verzehrsmengen und -häufigkeiten (<10 %) Verzehrer) in der Tabelle nicht aufgeführt.

Für Rucola liegen keine Verzehrdaten vor. Somit waren Auswertungen, die den Rucola-Verzehr mit einbeziehen, nur auf Grundlage von Szenarien möglich (Tab. 12). In den letzten Jahren ist aber ein steigender Trend bei den Absätzen und damit verbunden bei den Verzehrsmengen von Rucola zu verzeichnen gewesen, wie Tabelle 10 zeigt.

Tabelle 10: Absatzmengen der Erzeugermärkte* von Rucola in Dezitonnen (Quelle: ZMP)

Jahr	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
dt	9.153	9.149	11.619	14.839	20.818	19.581	26.468

* Rückschlüsse auf genaue Verzehrsmengen lassen sich nicht ziehen, da dies nur einen Teil der Produktion darstellt.

3.1.3.4.3 Auswertungen zur Nitrat- Aufnahme

Die Grundlage der Aufnahmeberechnungen stellen die mittleren Nitratgehalte der Lebensmittel sowie der Durchschnittsverzehr (MW) bzw. das 95. Perzentil des Verzehrs (Vielverzehrer) aller Befragter dar. Da Nitrat überwiegend über häufig verzehrte Lebensmittel aufgenommen wird und somit nahezu jeder Verbraucher täglich mindestens kleine Mengen Nitrat aufnimmt, ist eine eingeschränkte Betrachtung derjenigen Befragten (nur Verzehrer), die das Lebensmittel tatsächlich verzehrt haben, nicht nötig. Weiterhin gibt es aufgrund der Vielfältigkeit der Aufnahmequellen keinen eindeutigen Anhaltspunkt für eine wiederholt hohe Belastung von Verzehrern aufgrund häufiger Aufnahmen hoch belasteter Lebensmittel, weshalb keine Aufnahmen mit hohen Gehalten (95. Perzentil) ausgewertet wurden. Den Berechnungen zur ADI-Ausschöpfung liegen die individuellen Körpergewichte der Befragten und ein ADI von 3,7 mg/kg KG/d zugrunde.

Tabelle 11: Nitrat-Aufnahme und prozentuale ADI Ausschöpfung nach Aufnahme verschiedener Lebensmittelgruppen mit mittleren Nitratgehalten

Lebensmittelgruppe	Aufnahme (mg/d)		Aufnahme (mg/kg KG/d)		% ADI bezogen auf	
	Mittlerer V.	Hoher V.	Mittlerer V.	Hoher V.	Mittlerer V.	Hoher V.
Trinkwasser inkl. Getränke	28,3	69,4	0,4	1,0	10,4	27,0
Blattgemüse (inkl. Blattsalate)	38,8	106,7	0,5	1,5	14,3	40,5
Restliches Gemüse (außer Blattgemüse)*	72,9	172,1	1,0	2,4	26,8	64,9
Obst/Säfte	17,9	72,5	0,2	1,0	6,6	27,0
Gepökelte Fleischerzeugnisse	1,7	4,9	0,0	0,1	0,6	1,7
Schnitt-/Hartkäse	0,2	0,6	0,0	0,0	0,1	0,2
Summe	159,8	426,2	2,2	6,0	58,7	161,3

* inkl. Pilze, Kräuter/ Gewürze, Kartoffeln; V.= Verzehr

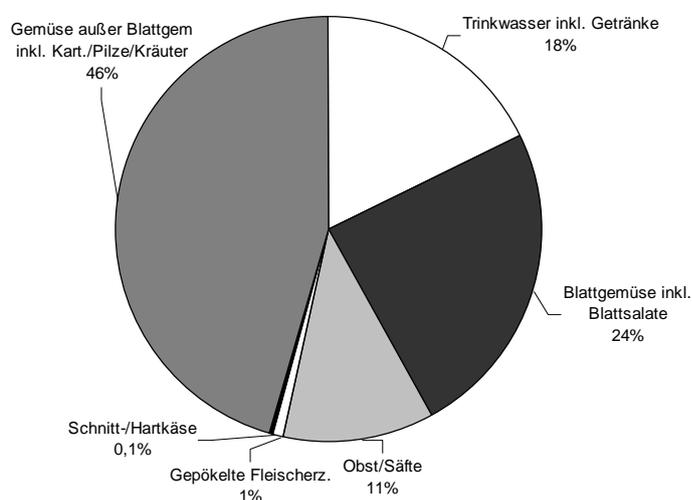
Blattgemüse ist der Oberbegriff für eine Gemüseart, zu der Blattsalate und andere Blattgemüse zählen. Um die Oberkategorie von den Unterkategorien zu trennen, werden im Folgenden Blattgemüse (Gemüseart) als „Blattgemüse (inkl. Blattsalate)“ (Oberkategorie), „Blattsalate“ (u.a. Rucola und Feldsalat), sowie „andere Blattgemüse“ (u.a. Spinat und Mangold) als Unterkategorie unterschieden.

Betrachtet man die wichtigsten Aufnahmequellen, liegt die errechnete mittlere Nitrat-Gesamtaufnahme bei 159,8 mg/Tag bzw. 2,2 mg/d/kg Körpergewicht. Der ADI wird damit zu 58,7 % ausgeschöpft (Tab. 11). Ein Großteil der Nitrataufnahme (Abb.1) resultiert aus dem Verzehr von Gemüse (Blattgemüse und restliches Gemüse) mit 70 %, Trinkwasser inklusive Getränken mit 18 % und Obst/-Säften mit 11 %. Gepökelte Fleischerzeugnisse und Käse machen nur 1 % bzw. 0,1 % der Aufnahme aus. Die Nitrat-Aufnahme durch das Gesamtge-

müse (Blattgemüse und restliches Gemüse) erfolgt zu ca. einem Drittel über den Verzehr von „Blattgemüse inkl. Blattsalate“ (Abb. 1).

Im Hinblick auf die Vielverzehrer (95. Perzentil) wird eine durchschnittliche Gesamtaufnahme von 426,2 mg/Tag (6,0 mg/ kg KG/ d) erreicht, was eine Überschreitung des ADI um 61,3 % zur Folge hat. Ein alleiniger hoher Blattgemüseverzehr (inkl. Blattsalate) (95. Perzentil) resultiert in einer ADI-Ausschöpfung von 40,5 %. Betrachtet man diesen alleinigen hohen Blattgemüseverzehr und berücksichtigt den mittleren Verzehr der anderen in Tabelle 11 genannten Lebensmittelgruppen, wird der ADI zu 85 % ausgeschöpft.

Abbildung 1: Anteile verschiedener Lebensmittelgruppen an der Nitrat- Gesamtaufnahme (%)



Eine geringe Menge an Nitrat wird außerdem über Getreideprodukte, Milch und Frischfleisch aufgenommen (etwa 5 % der Gesamtaufnahme). Aufgrund fehlender Gehaltsdaten wurden Aufnahmen dieser Lebensmittel nicht berechnet. Nach Wirth werden durchschnittlich 3,4 mg/Tag über Getreideprodukte, 0,7 mg/Tag über Milch/-produkte und 0,6 mg/Tag über Frischfleisch aufgenommen (Wirth, 1990). Zusammengefasst würde dies eine zusätzliche Aufnahme von ca. 5 mg Nitrat/Tag zur errechneten Gesamtaufnahme (Tab. 11) bedeuten.

Da es weder in den NVS II-Daten noch in anderen Untersuchungen Werte zum Rucola-Verzehr Erwachsener gibt, wurden verschiedene Szenarien für die Aufnahmeschätzung erstellt (Tab. 12). Unter Einbeziehung dieser Verzehr-Szenarien ergibt sich auf Grundlage eines mittleren Verzehrs der wichtigsten Lebensmittelgruppen (Tab.11) folgendes Bild: Die Annahme, alle verzehrten Blattsalate, als Unterkategorie des Blattgemüses, wurden als Rucola gegessen (Sz.1), ergibt eine mittlere Nitrat-Aufnahme (inklusive der anderen Lebensmittelgruppen) von 214 mg/Tag (78,9 % des ADI). Der zusätzliche Verzehr von 25 g (mittlerer Verzehr) bzw. 50 g (hoher Verzehr) Rucola pro Tag zum Durchschnittsverzehr aller wichtigsten Lebensmittelgruppen inklusive Gemüse (Sz. 2) resultiert in einer Aufnahme von 266,1 bzw. 372,4 mg Nitrat/Tag. Dies würde einer Ausschöpfung des ADI von 97 % bzw. einer Überschreitung (135 %) entsprechen (Tab. 12). Daraus folgend führt ein zusätzlicher Verzehr

von mehr als 25 g Rucola mit mittlerer Nitratkonzentration von 4252 mg/kg zu einer Überschreitung des ADI.

Tabelle 12: Mittlere Nitrataufnahme unter Einbeziehung verschiedener Rucola Verzehr-Szenarien

Rucola- Verzehr	Aufnahme (mg/d)		Aufnahme (mg/d/kg KG)		% ADI bezogen auf	
	Mittlerer V.	Hoher V.	Mittlerer V.	Hoher V.	Mittlerer V.	Hoher V.
Berechnete mittlere Aufnahme (siehe Tab. 11)	159,8	426,2	2,2	6,0	58,7	161,3
Szenario 1	214,4	607,2	2,9	8,5	78,9	228,8
Szenario 2	266,1	372,4	3,6	5,0	97,0	135,4

Sz. 1 = Verzehr aller Blattsalate (20,9 bzw. 63,2 g/d) als Rucola berechnet (mittlerer Gehalt: 4252 mg/kg)
 Sz. 2 = zusätzlicher Verzehr von 25 g (mittlerer V.) bzw. 50 g (hoher V.) Rucola pro Tag (Nitrataufnahme wird in beiden Fällen zur berechneten mittleren Aufnahme hinzugerechnet). Den Berechnungen liegt ein durchschnittliches Körpergewicht von 75 kg (mittleres KG in der NVSII) zugrunde.

Berechnet man Szenario 2 (mittlerer Verzehr von 25 g Rucola/Tag zum Durchschnittsverzehr) mit unterschiedlichen Nitrathöchstgehalten im Rucola, wird der ADI bereits bei einem Gehalt von 5000 mg/kg überschritten (103,7 % ADI). Bei einem Gehalt von 6000 mg/kg liegt die Nitrataufnahme 13 % über dem ADI (Tab. 13).

Tabelle 13: Durchschnittliche Nitrataufnahme beim Verzehr von zusätzlich 25 g Rucola (Sz. 2) mit verschiedenen Nitratgehalten bei fiktiven Höchstgehalten

Nitratgehalt Rucola	Gesamt-Aufnahme (mittlerer Verzehr)		% ADI
	mg/d	mg/ kg KG/d	
4000 mg/kg	259,6	3,5	94,7
5000 mg/kg	284,6	3,8	103,7
6000 mg/kg	309,6	4,2	112,7

3.1.3.4.4 Diskussion (Unsicherheitsanalyse) der Ergebnisse

Die Ergebnisse der Auswertungen zeigen, dass bei einem durchschnittlichen Verzehr aller in Bezug auf Nitrat wichtigen Lebensmittelgruppen die deutsche Bevölkerung Nitrat in Höhe von 2,2 mg/kg Körpergewicht pro Tag (159,8 mg Nitrat/Tag pro Person) aufnimmt. Hauptaufnahmequellen stellen Gemüse (70 %), vor allem Blattgemüse inkl. Blattsalate (24 %), Trinkwasser, inklusive Getränke (18 %) und Obst/Säfte (11 %) dar (Abb. 1). Der Verzehr von mehr als 25 g Rucola pro Tag (mittlerer Nitratgehalt von 4252 mg/kg) zusätzlich zum Durchschnittsverzehr aller in Bezug auf Nitrat wichtigen Lebensmittelgruppen ergibt eine Überschreitung des ADI. Ebenso wird der ADI überschritten, wenn 25 g Rucola pro Tag mit Nitratkonzentrationen von 5000 mg/kg (fiktive Höchstmenge) und mehr zusätzlich zum mittleren Verzehr der für Nitrat wichtigsten Lebensmittelgruppen aufgenommen wird.

Aufgrund der fehlenden Daten zum Rucola-Verzehr ist eine genauere Aufnahmeschätzung derzeit nicht möglich. Die angewandte Befragungsmethode (DISHES-Interview) der NVS II ist nicht geeignet, um Rucola von anderen Blattsalaten zu trennen. Möglicherweise liefern die 24h-Recalls der NVSII genauere Daten hierzu.

Ferner muss beachtet werden, dass die Nitratgehalte im Trinkwasser je nach Region sehr unterschiedlich sein können. Somit kann es immer Bevölkerungsteile geben, die aufgrund starker landwirtschaftlicher Nutzung des Bodens über einen längeren Zeitraum hohe Nitratmengen mit dem Trinkwasser aufnehmen (z.B. Bewohner ländlicher Gebiete). Haben diese Personen gleichzeitig einen hohen Blattgemüseverzehr oder konsumieren regelmäßig hoch belasteten Rucola, kann es zu häufigen Überschreitungen des ADI kommen.

Eine Unsicherheit in der Aufnahmeschätzung von Nitrat resultiert aus dem Fehlen einiger Verzehrsmengen von für Nitrat wichtigen Lebensmitteln aus Rezepten, so dass bei den Berechnungen von einer leichten Unterschätzung der Nitrataufnahme auszugehen ist und die Auswertungen als vorläufig anzusehen sind.

Die Auswertungen bestätigten Unterschiede in den Gehaltsdaten je nach Erntezeitpunkt und Anbauart. In Freilandgemüse (Blattgemüse/-salate) sowie in im Sommer geerntetem Gemüse wurden geringere Nitrat-Gehalte gemessen im Vergleich zu Gewächshaus- bzw. Wintererntegemüse. Somit wurde ein Einfluss beider Faktoren auf die Nitratanreicherung erneut bestätigt (Tabelle 6).

Eine Reduzierung des Nitratgehaltes in Lebensmitteln und der Gesamt-Nitrataufnahme lässt sich erreichen durch:

- Minimierung des Gehaltes im Boden (verminderter Düngemittleinsatz) und daraus folgend verringerte Nitrat-Aufnahme in die Pflanze bzw. ins Grundwasser (Trinkwasser);
- vermehrten Anbau von Gemüse im Freiland (höhere Lichteinstrahlung und Frischluftzufuhr);
- Anpassung der Erntezeit (vorzugsweise abends, aufgrund vermehrtem Nitratabbau am Tag durch höhere Lichteinstrahlung);
- Zu-, Be- und Verarbeitungsprozesse;
- Reduzierung des Einsatzes von Zusatzstoffen durch vorbeugende Maßnahmen und
- gezielte Auswahl der Nahrungsmittel (saisonaler Gemüseverzehr, Gemüsesorte/-teil, Einschränkung des Trinkwasserverzehrs aus belasteten ländlichen Regionen etc.)

3.1.4 Risikocharakterisierung

Die WHO nennt für Natriumnitrat (NaNO_3) einen Acceptable Daily Intake (ADI) in Höhe von bis zu 5 mg/kg Körpergewicht (KG). Das entspricht einem Wert von 0 bis 3,7 mg/kg KG für das Nitrat-Ion (NO_3^-) oder einer als unbedenklich erachteten lebenslangen täglichen Nitrataufnahme von bis zu 256 mg für einen erwachsenen Mann (70 kg) bzw. 212 mg für eine erwachsene Frau (58 kg). Dieser ADI-Wert wurde aus der Dosis ohne Wirkung einer Langzeit-Fütterungsstudie mit Ratten abgeleitet. Dabei wurde zwar die Konversion von Nitrat zu Nitrit direkt berücksichtigt, die denkbare endogene Bildung kanzerogener N-Nitrosoverbindungen (NOC) allerdings nur indirekt, indem erklärt wurde, dass zahlreiche epidemiologische Studien keine konsistente Zunahme eines Krebsrisikos belegt haben. 2002 hat der gemeinsame FAO/WHO-Sachverständigenausschuss für Lebensmittelzusatzstoffe (JECFA) nach eingehender wissenschaftlicher Diskussion Nitrat neu bewertet und den bisher bestehenden ADI-Wert von bis zu 3,7 mg/kg KG bestätigt (JECFA, 2002). Die WHO weist bei der Festsetzung des ADI auch ausdrücklich darauf hin, dass aufgenommenes Nitrat in erheblichen Mengen zu Nitrit umgewandelt werden kann, weswegen der ADI für Nitrat nicht für Kinder gilt, die jünger als 3 Monate alt sind.

Die Tatsache, dass der ADI bei den Berechnungen der nahrungsbedingten Nitrataufnahme häufig überschritten wird, reicht allein nicht aus, hierin auch ein erhebliches Risiko für den Verbraucher zu sehen. Die Nitrataufnahme wird bis zum Erreichen des ADI als gesundheitlich unbedenklich angesehen. Gelegentliche Überschreitungen werden ebenfalls als gesundheitlich nicht relevant betrachtet. Regionale und individuelle Besonderheiten sind jedoch zu beachten, z.B. dass ein Verbraucher in Abhängigkeit von seinen Verzehrsgewohnheiten und dem Nitratgehalt seines Trinkwassers bereits relativ häufig erhöhte Nitratmengen aufnehmen kann.

Die Frage, in welchem Ausmaß die Aufnahme von Nitrat aus Lebensmitteln zur endogenen Bildung kanzerogener N-Nitrosoverbindungen führt und in welchem Verhältnis dies zur ohnehin vorhandenen Belastung mit derartigen Verbindungen steht, ist nach wie vor nicht ausreichend geklärt (SKLM, 2000).

Rucola (*Eruca sativa*) zählt nach den vorgelegten und nach anderen Untersuchungsergebnissen offensichtlich zu den Gemüsearten, die Nitrat in besonderem Maße anreichern. Anhand verschiedener Expositions-betrachtungen wird dargelegt, dass mit Rucola nicht unerhebliche Mengen an Nitrat aufgenommen werden können, wobei der von der WHO für Nitrat festgelegte ADI-Wert (duldbare tägliche Aufnahmemenge) für Erwachsene und Kinder von 0- bis 3,7 mg pro Kilogramm Körpergewicht gelegentlich erheblich überschritten werden kann (für Säuglinge unter drei Monaten gilt dieser Wert nicht).

Wegen der zahlreichen wissenschaftlich immer noch nicht geklärten Fragen über das von einer hohen Nitrataufnahme ausgehende mögliche gesundheitliche Risiko für den Verbraucher empfiehlt das BfR weiterhin, die Nitratzufuhr zu reduzieren.

Die Deutsche Gesellschaft für Ernährung (DGE) empfiehlt „5 am Tag⁵“: Täglich sollten ca. 600 g Obst und Gemüse verzehrt werden, wobei 3 Portionen auf Gemüse entfallen und 2 Portionen Obst verzehrt werden sollten. Eine Anhebung der geltenden Höchstwerte für Nitrat in Gemüse hätte bei Verbrauchern, die den Ernährungsempfehlungen der DGE und anderer Organisationen folgen, die auf die Vorteile einer ausreichenden Aufnahme von Obst und Gemüse hinweisen (z.B. World Health Organization, WHO), möglicherweise eine erhöhte Nitrataufnahme zur Folge.

3.2 Handlungsoptionen

Die gesundheitlichen Bedenken gegen eine überhöhte alimentäre Nitrataufnahme beziehen sich in erster Linie auf die mögliche Reaktionskette Nitrat-Nitrit-Nitrosamine. In Tierversuchen haben sich Nitrosamine als kanzerogen erwiesen. Deshalb sollte bis zur vollständigen Klärung der noch offenen Fragen, insbesondere zur Bedeutung dieses Befundes für den Menschen, alles unternommen werden, die Nitratzufuhr auf das geringst mögliche Maß zu reduzieren.

Die dem BfR vorliegenden Daten aus Deutschland aus Analysen der Landesuntersuchungsämter zu Nitrat in frischem Spinat und Rucola aus den Jahren 2000 bis 2008 zeigen keinen Anstieg der Nitratgehalte. Es deutet sich eher eine Tendenz zu einer Abnahme der Nitratgehalte in frischem Spinat und Rucola an. Ein Anheben von Höchstgehalten steht jeglichen Bestrebungen entgegen, die Nitratexposition durch Lebensmittel weiter abzusenken, wie es bereits in der Stellungnahme des Wissenschaftlichen Ausschuss 1995 (SCF, 1995) gefordert wurde.

⁵ http://www.machmit-5amtag.de/cms/www.machmit.de/download_dokumente/handzettel/handzettel.pdf

Die Festlegung einer guten landwirtschaftlichen Praxis sowie die Anstrengungen, die im Rahmen der Anwendung der guten landwirtschaftlichen Praxis in den letzten Jahren unternommen wurden, würden durch eine Anhebung der Höchstgehalte keine Unterstützung erfahren. Zudem würde bei einem einheitlichen ganzjährig geltenden Höchstgehalt für Nitrat bei frischem Spinat den unterschiedlichen jahreszeitlichen klimatischen Bedingungen, die einen wesentlichen Einfluss auf die Nitratgehalte haben und in den Auswertungen bestätigt wurden, dann keine Rechnung mehr getragen werden. Das BfR empfiehlt, die Anwendung der guten landwirtschaftlichen Praxis (GLP) zur Absenkung des Nitratgehaltes in Lebensmitteln, wie sie in den Erwägungsgründen zur Verordnung (EG) Nr. 466/2001 der Kommission zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln gefordert wird, weiterhin voranzutreiben.

Rucola (*Eruca sativa*) ist das derzeit am höchsten mit Nitrat belastete Gemüse. Für Rucola werden steigende Absatzmengen auf Erzeugermärkten verzeichnet. Damit verbunden ist auch von steigendem Verzehr auszugehen. Deshalb begrüßt das BfR die Festsetzung eines Höchstgehalts für Nitrat in Rucola. Dieser sollte so niedrig wie vernünftigerweise erreichbar sein.

Der Verzehr von mehr als 25 g Rucola pro Tag (mittlerer Nitratgehalt von 4252 mg/kg) zusätzlich zum Durchschnittsverzehr aller in Bezug auf Nitrat wichtigen Lebensmittelgruppen führt zu einer Überschreitung des ADI. Ebenso wird der ADI überschritten, wenn 25 g Rucola pro Tag mit Nitratkonzentrationen von 5000 mg/kg (fiktive Höchstmenge) und mehr, zusätzlich zum mittleren Verzehr der für Nitrat wichtigsten Lebensmittelgruppen, aufgenommen wird.

4 Referenzen

BfR (2005) „Nitrat in Rucola“. Stellungnahme Nr. 004/2005 des BfR vom 8. Dezember 2004

EFSA (2008) Nitrate in vegetables. Scientific opinion of the panel on contaminants in the food chain. The EFSA Journal 689, 1-79

JECFA (2002) Evaluation of certain food additives. Fifty-ninth report of the Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives pp 26-32. World Health Organization, Geneva.

LGL-Bayern (2004) Nitratgehalt in Lebensmitteln.

www.vis.bayern.de/ernaehrung/verbraucherschutz/unerwuenschte_stoffe/nitrat.htm

www.lgl.bayern.de/publikationen/doc/jahresberichte/2006/kap3_lebensmittel.pdf

Max Rubner-Institut (MRI) 2008, Nationale Verzehrsstudie II (NVS II), Ergebnisbericht Teil 1/2

Menard, C., Heraud, F., Volatier, J.-L., Leblanc, J.-C. (AFSSA 2008) Assessment of dietary exposure of nitrate and nitrite in France. Food Additives and Contaminants Vol. 25 No. 8, 971-988

Mirvish, SS (1994) Experimental evidence for inhibition of N-Nitroso Compound Formation as a factor in the negative correlation between Vitamin C consumption and the incidence of certain cancers. Cancer Research (Suppl) 54, 1948s-1921s.

Richtlinie Nr. 95/2/EG der Kommission vom 20. Februar 1995 und Richtlinie Nr. 98/72/EG vom 15. Oktober 1998 des Europäischen Parlaments und des Rates über andere Lebensmittelzusatzstoffe als Farbstoffe und Süßungsmittel, Anhang III, Teil C Andere Konservierungsmittel. Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften Nr. L 61/1 vom 18.3.1995.

SCF (1995) Commission of the European Communities Scientific Committee for Food. Opinion on Nitrate and Nitrite, expressed on 22 September 1995.

SKLM (2000) Tagesordnungen und Beschlüsse der 1. bis 22. Plenarsitzung von 1990 – 2000. Senatskommission der Deutschen Forschungsgemeinschaft zur Beurteilung der gesundheitlichen Unbedenklichkeit von Lebensmitteln.

Ternes, W, Täufel, A, Tunger, L, Zobel, M (Hrsg.) (2005) Lexikon der Lebensmittel und der Lebensmittelchemie. Wissenschaftliche Verlagsgesellschaft mbH Stuttgart.

UBA (2004) Nitrat im Trinkwasser. Maßnahmen gem. § 9 TrinkwV 2001 bei Nichteinhaltung von Grenzwerten und Anforderungen für Nitrat und Nitrit im Trinkwasser. Bundesgesundheitsbl-Gesundheitsforsch 10, 1018-1020.

Verordnung über diätetische Lebensmittel (Diätverordnung - DiätV) vom 28. April 2005

Verordnung (EG) Nr. 1881/2006 der Kommission vom 19. Dezember 2006 zur Festsetzung der Höchstgehalte für bestimmte Kontaminanten in Lebensmitteln, ABl. L 364 v. 20.12.2006, S.5

Verordnung (EG) Nr. 1822/2005 der Kommission vom 08.11.2005 zur Änderung der VO (EG) Nr. 466/2001 in Bezug auf Nitrat in bestimmten Gemüsen, ABl L 293 v. 09.11.2005 S.11

Verordnung über natürliches Mineralwasser, Quellwasser und Tafelwasser (Mineral- und Tafelwasser- Verordnung) vom 01. Dezember 2006

Verordnung über die Qualität von Trinkwasser für den menschlichen Gebrauch (Trinkwasserverordnung – TrinkwV) vom 21.05.2001

WHO (2003) Safety evaluation of certain food additives. WHO Food Additives Series 50 NITRATE and NITRITE

Wirth, F. (1990) AID Verbraucherdienst 35, 135-142

ZMP (Zentrale Markt- und Preisberichtsstelle GmbH), Gemüse Marktbilanz 2006

ZZuIV (1998) Zusatzstoff-Zulassungs-VO Anlage 5, Teil C Andere Konservierungsstoffe, Liste 1: Nitrite und Nitrate.