

Anorganisches Arsen in Reis und Reisprodukten

Ulrike Pabel, BfR



Arsen in Lebensmitteln



Mordgift....



Süddeutsche.de

Wissen

17. Mai 2010, 21:02 Gefahr durch Arsen

Gift im Korn

Reis ist ein Grundnahrungsmittel. Doch es gibt einen grausigen Verdacht: Das Getreide, das die halbe Menschheit ernährt, könnte aufgrund einer Anreicherung von Arsen Krebs verursachen.

Abo Heft Premium Editionen E-Cards Mobil Gewin

Gesunde Ernährung **Brigitte**

Reiswaffeln – kein guter Snack für Kinder?

Reiswaffeln gelten als gesunder und fettarmer Snack - auch für kleine Kinder. Doch jetzt verunsichern Arsen- und Cadmiumfunde die Verbraucher. Wie gefährlich ist das?

.... im Reis?



Vorkommen und Eintragspfade

- natürliches Vorkommen in der Erdkruste

Freisetzung z.B. durch

- Verwitterung arsenhaltiger Gesteine
- Vulkanismus

- anthropogene Prozesse, z.B.
 - Verbrennung fossiler Brennstoffe
 - Verhüttung arsenhaltiger Zink-, Blei- und Kupfererze
 - Landwirtschaftliche Praxis (z.B. Phosphatdünger)



Arsenverbindungen in Lebensmitteln

➤ Toxizität ist abhängig von der Verbindung und der Oxidationsstufe, in der Arsen vorliegt

- **Toxisches Potenzial**

anorganische Arsenverbindungen

>

organische Arsenverbindungen
(Arsenobetain, Arsenocholin)

- **Gehalte Gesamtarsen**

aquatische Lebensmittel

>

terrestrische Lebensmittel

- **Anteil anorganisches Arsen an Gesamtarsen**

terrestrische Lebensmittel

>

aquatische Lebensmittel

Arsengehalte in Lebensmitteln

Beispiele

Lebensmittel	Anorganisches Arsen		Gesamtarsen	
	Anzahl Messungen	µg/kg	Anzahl Messungen	µg/kg
Reis	1126	130	5628	200
Getreide, Mehl, Brot (ohne Reis)	37	9,2	161	16
Kuhmilch	14	0,93	16	2,9
Fisch	1374	45	1920	5000
Meeresfrüchte	835	130	2417	10000
Algen	312	11000	421	39000

Lynch et al. (2014) Sci Total Env 496, 229-313

Arsengehalte in Reis

- **höhere Gehalte als in anderen Getreidearten**
 - biogeochemische Bedingungen im Boden der Reisfelder
 - Physiologie der Reispflanze
- **Gehalte im Reis sind abhängig von:**

Roher Reis



- Gehalten im Boden
- Gehalten im Bewässerungswasser
- landwirtschaftlicher Praxis / Kulturbedingungen
- Reissorte
- Verarbeitung

Gekochter Reis



- Gehalten im Kochwasser
- Art der Zubereitung

Gesundheitliche Bewertung Anorganisches Arsen in Reis und Reisprodukten

- Toxikokinetik und Toxikologie
- Exposition durch Verzehr von Reis und Reisprodukten
- Gesundheitliche Bewertung des BfR
- Handlungsoptionen und Empfehlungen

Toxikokinetik und Toxizität

Anorganisches Arsen

➤ Toxikokinetik

- Absorption gut
- Übergang in die Plazenta/den Fötus
- Kaum Übergang in die Milch
- Verteilung in Leber, Niere, Milz, Lunge; später (nach Wochen) in **Haaren, Nägel, Haut**
- Metabolismus: Methylierung
- Exkretion hauptsächlich mit dem Urin

➤ Akute Toxizität

- nahezu alle Organe können betroffen sein
- tödliche einmalige Dosis 2 mg/kg Körpergewicht (KG) (*ATSDR 2007*)
- subakute Effekte ab 0,05 bis 0,1 mg/kg KG (*ATSDR 2007*)
- empfindlichste Organsysteme: Gastrointestinaltrakt, Blut, Haut

EFSA 2009

Toxikokinetik und Toxizität

Anorganisches Arsen

➤ Chronische Toxizität

➤ Bewertung auf Basis von epidemiologischen Studien, Exposition über das **Trinkwasser**

➤ Assoziationen zu

- erhöhtem Risiko für **Krebserkrankungen** (Lunge, Haut, Blase), IARC Group 1
- **Hauterkrankungen** (Hyperpigmentation, Hyperkeratose, Hautläsionen)
- **Entwicklungstoxizität**



Hyperkeratose

Smith et al. (2000) Bull. WHO, 78 (9)

- Neurotoxizität
- Cardiovasculäre Erkrankungen
- Störungen des Glukosemetablismus und Diabetes

EFSA 2009

Bei hohen Konzentrationen im Trinkwasser (z.B. >100 µg/L) (*EFSA 2009*)

Gesundheitliche Bewertung, EFSA 2009

- Ableitung eines toxikologischen Grenzwertes ist **nicht** möglich
 - keine direkte Genotoxizität
 - verschiedene Mechanismen der Kanzerogenese werden diskutiert
 - für diese Mechanismen wird die Existenz einer Aufnahmemenge ohne Wirkung angenommen
 - aber: Unsicherheit bezüglich Dosis-Wirkungsbeziehung; kein Wert für eine sichere Aufnahmemenge ableitbar

- **Risikobewertung sollte auf dem MoE-Konzept basieren**

Margin of Exposure-Konzept (MoE-Konzept)

Exposition, die in einer Studie* mit einer
gesundheitlichen Beeinträchtigung einhergeht
(z.B. Effektdosis für eine gegebene Tumorinzidenz)

$$\text{MoE} = \frac{\text{Exposition, die in einer Studie* mit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung einhergeht (z.B. Effektdosis für eine gegebene Tumorinzidenz)}}{\text{Exposition von Verbrauchern}}$$

*Tierexperiment, epidemiologische Studie

Gesundheitliche Bewertung, EFSA 2009

- niedrigste Effektdosis Benchmark Dose Lower confidence Limit (BMDL₀₁)-Werte für Lungenkrebs
- Wertebereich **0,3 - 8 µg/kg KG pro Tag**
- Datenbasis:

Endpunkt	Studie	BMCL ₀₁ µg/L Wasser	BMDL ₀₁ µg/kg KG/d
Dermale Läsionen	Ahsan et al., 2006 <i>Bangladesch</i>	23	2,20 - 5,70
Dermale Läsionen	Xia et al., 2009 <i>Mongolei</i>	0,3	0,93 - 3,70
Lungenkrebs	Ferrecchio et al., 2000 <i>Chile</i>	14	0,34 - 0,69
Blasenkrebs	Chiou et al., 2001 <i>Taiwan</i>	42	3,20 - 7,50

Fazit für die gesundheitliche Bewertung von anorganischem Arsen in Lebensmitteln

- kanzerogen, nicht direkt genotoxisch, IARC Group 1
- kein Wert für eine “sichere” Aufnahmemenge ableitbar
- Bewertung bezüglich Kanzerogenität basierend auf dem “margin of exposure”- Konzept (MoE-Konzept)

Gesundheitliche Bewertung des BfR

Anorganisches Arsen in **Reis und Reisprodukten**

Gehalte*

Produkt	Anzahl Messwerte	Mittelwert Gehalte mg/kg	Hohe Gehalte 95. Perzentil mg/kg
Reiskörner	80	0,10	0,21
Reiswaffeln	51	0,26	0,42
Snack mit Reis (süß/salzig)	10	0,05	0,11*
Milchreis (verzehrbar zubereitet)	14	0,02**	0,02**
Säuglingsnahrung auf Reisbasis	25	0,19	0,31

*aufgrund des Stichprobenumfangs in Richtung Maximum verzerrt

**upper bound

*Daten aus der Lebensmittelüberwachung der Bundesländer 2010, 2011
und aus einem Projekt eines Bundeslandes 2012

Reis

Verzehrmengen

Altersgruppe (Verzehrsstudie)	Alle Befragte der Altersgruppe		Nur Verzehrer aus der Altersgruppe	
	g/ kg Körpergewicht pro Tag		g/ kg Körpergewicht pro Tag	
	Mittelwert	95. Perzentil	Mittelwert	95. Perzentil
14 bis 80 Jahre (NVS II)	0,2	0,6	0,2	0,7
12 bis 17 Jahre (EsKiMo)	0,4	1,3	0,5	1,5
6 bis 11 Jahre (EsKiMo)	0,4	2,0	1,2	3,2
0,5 bis <5 Jahre (VELS)	0,3	1,6	1,0	2,5
2 bis <5 Jahre	0,3	1,6	1,0	2,4
1 bis <2 Jahre	0,4	2,1	1,2	2,9
0,5 bis <1 Jahr	0,1	1,0	0,9	1,4*

NVS II: Nationale Verzehrsstudie II, EsKiMo: Ernährungsstudie als KIGGS-Modul, VELS: Hesecker et al. 2003

Reisprodukte

Verzehrmengen



Verzehrer der Altersgruppe (Verzehrsstudie)	Reiswaffel g/ kg Körpergew. je Tag		Säuglingsnahrung g/ kg Körpergew. je Tag		Snack mit Reis g/ kg Körpergew. je Tag	
	Mittelwert	95. Perz.	Mittelwert	95. Perz.	Mittelwert	95. Perz.
14 bis 80 Jahre (NVS II)	0,1	0,5			0,3	1,6
12 bis 17 Jahre (EsKiMo)	0,1	0,3			0,1	0,5
6 bis 11 Jahre (EsKiMo)	0,3	0,7*			0,5	1,2
0,5 bis <5 Jahre (VELS)	0,2	0,5	0,7	3,4*	0,3	1,2
2 bis <5 Jahre	0,2	0,4*	0,4	0,6*	0,2	0,7
1 bis <2 Jahre	0,2	0,4*	0,2	0,3*	0,6	1,5
0,5 bis <1 Jahr	0,4	0,5*	0,9	3,4*	0,2	0,8*

*aufgrund des Stichprobenumfangs in Richtung Maximum verzerrt

Reisprodukte

Verzehrmengen



Verzehrer der Altersgruppe (Verzehrsstudie)	Reiswaffel g/ kg Körpergew. je Tag		Säuglingsnahrung g/ kg Körpergew. je Tag		Snack mit Reis g/ kg Körpergew. je Tag	
	Mittelwert	95. Perz.	Mittelwert	95. Perz.	Mittelwert	95. Perz.
14 bis 80 Jahre (NVS II)	0,1	0,5	0,7	3,4*	0,3	1,6
12 bis 17 Jahre (EsKiMo)	7 g/Tag	0,3	0,4	0,6*	0,1	0,5
6 bis 11 Jahre (EsKiMo)	0,3	0,7*	0,2	0,3*	0,5	1,2
0,5 bis <5 Jahre (VELS)	0,2	0,5	0,9	3,4*	0,3	1,2
2 bis <5 Jahre	0,2	0,4*	0,2	0,3*	0,2	0,7
1 bis <2 Jahre	0,2	4 g/Tag	0,2	0,3*	0,6	1,5
0,5 bis <1 Jahr	0,4	0,5*	0,9	3,4*	0,2	0,8*

*aufgrund des Stichprobenumfangs in Richtung Maximum verzerrt

Anorganisches Arsen in Reis und Reisprodukten

Gesundheitliche Bewertung des BfR

Alle Befragte der Altersgruppe (Verzehrsstudie)	Exposition gegenüber anorganischem Arsen $\mu\text{g}/\text{kg KG}/\text{Tag}^*$		MoE**	
	Mittelwert***	95. Perz.***	Mittelwert***	95. Perz.***
14 bis 80 Jahre (NVS II)	0,008	0,025	37-1000	12- 320
12 bis 17 Jahre (EsKiMo)	0,016	0,056	19- 500	5- 143
6 bis 11 Jahre (EsKiMo)	0,02	0,088	15- 400	3- 91
0,5 bis <5 Jahre (VELS)	0,023	0,095	13- 348	3- 84
2 bis <5 Jahre	0.019	0,081	16- 421	4- 99
1 bis <2 Jahre	0,026	0,093	12- 308	3- 86
0,5 bis <1 Jahr	0,034	0,170	9- 235	2- 47

* die Expositionsschätzung basiert auf der Annahme mittlerer Gehalte an anorganischem Arsen in Reis und Reisprodukten

** MoE: BMDL_{01} -Wertebereich 0,3-8 $\mu\text{g}/\text{kg}$ Körpergewicht pro Tag/Exposition, EFSA (2009)

*** Mittelwerte bzw. 95. Perzentil für die Verzehrsmengen an Reis und Reisprodukten

Anorganisches Arsen in einzelnen Reisprodukten

Gesundheitliche Bewertung des BfR

Verzehrer der Altersgruppe (Verzehrsstudie)	MoE* Reiswaffel	MoE* Säuglingsnahrung	MoE* Snack mit Reis
14 bis 80 Jahre (NVS II)	8 - 200		19 - 500
12 bis 17 Jahre (EsKiMo)	13 - 333		43 - 1143
6 bis 11 Jahre (EsKiMo)	4 - 118		12 - 320
0,5 bis <5 Jahre (VELS)	5 - 131	2 - 59	15 - 400
2 bis <5 Jahre	7 - 195	4 - 95	23 - 15
1 bis <2 Jahre	5 - 129	8 - 211	9 - 50
0,5 bis <1 Jahr	3 - 73	2 - 48	23 - 15

***MoE: BMDL₀₁-Wertebereich 0,3-8 µg/kg Körpergewicht pro Tag /Exposition, EFSA (2009)**

- die zugrundeliegende Expositionsschätzung basiert auf der Annahme mittlerer Gehalte an anorganischem Arsen in den Reisprodukten und mittlerer Verzehrsmengen (nur Verzehrer)

Fazit der gesundheitlichen Bewertung für anorganisches Arsen in Reis und Reisprodukten

- Für Verbraucher **aller Altersgruppen** ergeben sich vergleichsweise **geringe MOE-Werte**
- **Hohe Priorität für Risikomanagementmaßnahmen**
- **gesundheitliche Beeinträchtigungen** durch die langfristige Aufnahme von anorganischem Arsen über Reis und Reisprodukte sind nach aktuellen Expositionsschätzungen **möglich**

Handlungsoptionen und Empfehlungen des BfR



- Gehalte an anorganischem Arsen in Reis und Reisprodukten sollten so gering sein wie vernünftigerweise erreichbar (ALARA-Prinzip)
- Einführung von Höchstgehalten
- Einführung besonders niedriger Höchstgehalten für Reis und Reisprodukte in Säuglings und Kleinkindernahrung
- Aufklärung der Ursachen für die höheren Gehalte in einigen Reisprodukten im Vergleich zu weißem Reis

Handlungsoptionen und Empfehlungen des BfR



- Berücksichtigung der allg. Empfehlung zur Abwechslung und Vielfalt in der Ernährung
- Variation der verzehrten Getreidearten
- Produkte wie Reiswaffeln, Reisbrei in Maßen verzehren und mit Produkten aus anderen Getreidearten abwechseln
- Eltern sollten Säuglinge und Kinder nicht ausschließlich mit reisbasierten Gerichten ernähren
- Reiswaffeln nur gelegentlich anbieten, mit nicht-reisbasierten Lebensmitteln abwechseln
- Möglichkeit der Reduktion der Arsengehalte im gekochten Reis durch Zubereitungsart

VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT

Bundesinstitut für Risikobewertung
Max-Dohrn-Str. 8-10 • D-10589 Berlin
Tel. 0 30 - 184 12 - 0 • Fax 0 30 - 184 12 - 47 41
bfr@bfr.bund.de • www.bfr.bund.de