

FAQ

1. November 2023

Aufnahme von Kupfer: In Spuren lebensnotwendig, in größeren Mengen riskant

Kupfer ist ein Schwermetall und kommt in den Böden je nach geologischen Gegebenheiten natürlicherweise in unterschiedlichen Konzentrationen vor. Durch landwirtschaftliche Nutzung können die natürlichen Konzentrationen in bestimmten Regionen wie Wein- oder Obstanbaugebieten entsprechend erhöht sein, wenn dort kupferhaltige Pflanzenschutz- oder Düngemittel ausgebracht werden oder Kupfer-imprägniertes Holz, z. B. als Pfähle, eingesetzt wird. Auch in der Umgebung der kupferverarbeitenden Industrie können lokal erhöhte Kupfergehalte im Boden auftreten.

Als Spurenelement ist Kupfer in geringen Mengen als Bestandteil bestimmter Proteine und Kofaktoren für Mensch, Tier und Pflanzen lebensnotwendig. Da es vom Körper nicht selbst gebildet werden kann, muss es über die Nahrung aufgenommen werden. Allerdings können zu hohe Aufnahmemengen von Kupfer insbesondere längerfristig zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Zudem ist es als Schwermetall nicht abbaubar und hat daher die Tendenz, sich bei Verwendung, z. B. in Böden, anzureichern.

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) hat Fragen und Antworten zur Aufnahme von Kupfer aus gesundheitlicher Sicht zusammengestellt.

Was ist Kupfer?

Als Schwermetall ist Kupfer Bestandteil der Erdkruste und damit auch von landwirtschaftlich genutzten Böden. In der Landwirtschaft, etwa im Obst und Weinbau, finden Kupferverbindungen außerdem als Pflanzenschutzmittel Anwendung, so auch im ökologischen Landbau. Ferner erfolgt ein Einsatz zum Holzschutz, z. B. bei den in der landwirtschaftlichen Produktion verwendeten Pfählen. In der Regel verbleibt es nach dem Einsatz in den Böden. Kupfersalze können von Pflanzen aus dem Boden aufgenommen werden, aber auch in Trinkwasser gelangen, das aus Brunnen in kupferhaltigen Böden gewonnen wird. Über Pflanzen, die als Rohstoffe für die Lebensmittel- und Futtermittelproduktion verwendet werden, aber auch über Trinkwasser gelangt das Schwermetall in die Nahrungskette. Ein weiterer Eintragspfad für Kupfer in die Nahrungskette sind kupferhaltige Zusatzstoffe in Futtermitteln, die bei lebensmittelliefernden Nutztieren eingesetzt werden.

Wie wirkt Kupfer im Körper?

Kupfer wird in Spuren vom Körper benötigt, da es Bestandteil vieler Enzyme und Proteine ist. Das Metall spielt hier insbesondere bei Oxidations- und Reduktionsprozessen eine wichtige Rolle. Da es als Element vom Körper nicht gebildet werden kann, muss Kupfer über die Nahrung von außen zugeführt werden und zählt somit zu den essentiellen Spurenelementen. Als täglich vom Körper benötigte Kupfermenge wird von der Deutschen Gesellschaft für Ernährung (DGE) bei Jugendlichen über 15 Jahren und Erwachsenen zwischen 1,0 und 1,5 Milligramm (mg) angegeben. Bei Säuglingen und Kleinkindern sollte die Aufnahmemenge entsprechend ihrem Körpergewicht geringer sein. Als angemessene Zufuhr gelten bei Säuglingen und Kleinkindern zwischen 0,2 mg und 0,7 mg pro Tag, bei Kindern von einem bis zu vier Jahren liegt die Spanne zwischen 0,5 und 1 mg. Ältere Kinder ab sieben Jahren, Jugendliche und Erwachsene sollten zwischen 1 und 1,5 mg Kupfer täglich aufnehmen.

Was sind die Aufnahmequellen von Kupfer?

Die Bevölkerung in Deutschland nimmt Kupfer über Lebensmittel einschließlich Trinkwasser auf. Zu den besonders kupferreichen Lebensmitteln vom Tier gehören vor allem Innereien wie Leber oder Nieren, aber auch einige Käsesorten. Pflanzliche Lebensmittel mit relativ hohen Kupfergehalten sind zum Beispiel Kakao, Nüsse, Ölsaaten, Weizenkeime und Weizenkleie, aber auch Hülsenfrüchte. Ein weiterer wichtiger Aufnahmepfad ist das Trinkwasser, das nach der Trinkwasserverordnung bis zu 2 mg je Liter enthalten darf. Die in der Studie „Mahlzeiten für die Expositionsschätzung und Analytik von Lebensmitteln“ (MEAL) des Bundesinstituts für Risikobewertung ermittelten Werte lagen aber deutlich unter diesem Grenzwert. Eine weitere Quelle können kupferhaltige Nahrungsergänzungsmittel sein.

Wie viel Kupfer nehmen in Deutschland lebende Menschen über Lebensmittel auf?

Die in Deutschland lebende Bevölkerung ist nach Aussagen der Deutschen Gesellschaft für Ernährung in allen Altersgruppen über Lebensmittel ausreichend mit Kupfer versorgt.

Dies wird durch eine auf die Kupferaufnahme fokussierte Auswertung der MEAL-Studie des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) bestätigt. Die Kupferaufnahme von Kindern im Alter von 0,5 bis unter 6 Jahren in Deutschland liegt demnach zwischen 0,04 und 0,08 mg/kg Körpergewicht pro Tag (Median). Die hohe Exposition (95. Perzentil) bei Kindern dieser Altersgruppe liegt zwischen 0,07 und 0,11 mg/kg Körpergewicht/Tag. Die Exposition von Erwachsenen in Deutschland liegt zwischen 0,02 (Median) und 0,04 mg/kg Körpergewicht pro Tag (95. Perzentil). Die Kupferaufnahme im Median war etwa 10 % höher in einem Szenario, in dem die Verbrauchenden vornehmlich ökologisch produzierte Varianten der Lebensmittel wählten. Getreide und Getreideprodukte leisten aufgrund ihres hohen Verzehrs den höchsten Beitrag zur Kupferaufnahme. Die mittlere und hohe Exposition von Kindern lag über der täglich akzeptablen Aufnahmemenge (ADI) von 0,07 mg/kg Körpergewicht pro Tag, die 2022 von der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA) abgeleitet wurde. Dabei ist wichtig zu bemerken, dass Kinder aufgrund ihres Wachstums einen höheren Kupferbedarf haben, sodass nach Einschätzung der EFSA auch in dieser Größenordnung kein Grund zur Besorgnis besteht. Bei der in Deutschland üblichen Ernährung wird die gesundheitlich tolerierbare Obergrenze für die tägliche Aufnahme (tolerable upper intake level) von Kupfer bei Kindern bis zu 85 % ausgeschöpft, bei Jugendlichen und Erwachsenen werden über 50 % der Obergrenze erreicht.

Was sind die Folgen, wenn über einen längeren Zeitraum zu wenig Kupfer aufgenommen wird?

Im Allgemeinen ist die Bevölkerung in Deutschland gut mit Kupfer versorgt. Wird aber über lange Zeit zu wenig Kupfer aufgenommen, kann ein Kupfermangel auftreten. Dieser kann wiederum zu einem Mangel an bestimmten weißen Blutkörperchen führen. Außerdem besteht die Gefahr einer Störung des Knochenstoffwechsels mit fortschreitendem Knochenabbau (Osteoporose).

Was sind die Folgen einer zu hohen Aufnahme an Kupfer?

Entscheidend für die gesundheitlichen Effekte einer zu hohen Kupferaufnahme ist die sogenannte Kupferhomöostase. Diese ist zu verstehen als die Aufrechterhaltung von Kupferspiegeln im Körper, welche den Ablauf von normalen (lebenswichtigen) physiologischen Prozessen gewährleisten, ohne dass es zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen kommt. Die Kupferhomöostase gründet sich auf den regulierten und koordinierten Ablauf von verschiedenen Prozessen wie der Aufnahme von Kupfer, seiner Verteilung im Organismus, seiner Speicherung und seiner Ausscheidung.

Nach einer kurzfristigen Aufnahme einer höheren Kupferdosis über 10 mg wurden bei Erwachsenen gastrointestinale Störungen wie Erbrechen oder Magenbrennen beobachtet. Solche Gesundheitsstörungen sind häufig reversibel, sofern Kupfer nicht weiter in höherer Dosierung zugeführt wird.

Die Entwicklung einer chronischen Kupfertoxizität ist von der Auslastung der Kupferhomöostase abhängig. Gesundheitliche Beeinträchtigungen sind langfristig zu erwarten, wenn es zu einer Überlastung von Mechanismen kommt, die einer Erreichung toxischer Kupferspiegel im Körper entgegenwirken, insbesondere bei der Überschreitung der Ausscheidungskapazität für Kupfer. Bei langfristiger übermäßiger Zufuhr reichert sich Kupfer beim Menschen vor allem in der Leber an, was zu einer Beeinträchtigung der Leberfunktion (Hepatotoxizität) führen kann.

Säuglinge und Kleinkinder reagieren besonders empfindlich auf Kupfer. Bei einer langfristigen Aufnahme hoher Kupfermengen können schwere, nicht reversible Leberschäden auftreten.

Ist die zusätzliche Aufnahme von Kupfer über kupferhaltige Nahrungsergänzungsmittel bei den in Deutschland üblichen Ernährungsgewohnheiten sinnvoll?

Angesichts der mehr als ausreichenden Versorgung der Menschen in Deutschland mit dem Spurenelement Kupfer ist eine zusätzliche Aufnahme über Nahrungsergänzungsmittel nicht sinnvoll. Sie kann vielmehr auch zu einer Überschreitung der sicheren Obergrenze der Kupferzufuhr und in der Folge zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen.

Gibt es Höchstmengen für Kupfer in Nahrungsergänzungsmitteln?

Der Gesetzgeber hat für Nahrungsergänzungsmittel keine Kupfer-Höchstmengen festgelegt. Laut den Höchstmengenvorschlägen des Bundesinstituts für Risikobewertung für Vitamine und Mineralstoffe in Nahrungsergänzungsmitteln sollte die empfohlene Tagesmenge eines Nahrungsergänzungsmittelproduktes maximal 1 mg Kupfer enthalten, um eine zu hohe zusätzliche Kupferaufnahme zu vermeiden. Diese Empfehlung gilt nicht für Kinder und Jugendliche, da diese Bevölkerungsgruppen allein über Lebensmittel schon relativ hohe Mengen des Spurenelements aufnehmen.

Wird Kupfer in der Tierernährung eingesetzt?

Kupfer ist auch für Tiere ein essentielles Spurenelement und wird, als zugelassener Futtermittelzusatzstoff, in der Tierernährung eingesetzt, um eine bedarfsgerechte Versorgung der Tiere sicherzustellen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass festgelegte Höchstgehalte an Kupfer in einem Futtermittel nicht überschritten werden dürfen. So wird ein übermäßiger Eintrag in tierische Lebensmittel und in die Umwelt, etwa durch die Ausscheidung von Kupfer mit dem Kot der Tiere, vermieden. Insbesondere bei der Aufzucht von Ferkeln kann Kupfer, welches über den Bedarf hinaus gefüttert wird, eine wesentliche Rolle spielen, da Kupfer die Darmgesundheit positiv beeinflussen und somit die Futteraufnahme der Ferkel verbessern kann. Um die in die Umwelt freigesetzte Menge an Kupfer zu reduzieren, wurden die zugelassenen Höchstgehalte in Futtermitteln für Schweine zuletzt im Jahr 2018 durch die EU-Kommission herabgesetzt.

Kann Kochgeschirr aus Kupfer zu einer erhöhten Aufnahme von Kupfer beitragen?

Kupfergefäße werden traditionell für die Zubereitung einer ganzen Reihe von Lebensmitteln verwendet, beispielsweise Schokolade, Käse, Marmelade sowie in Brauereien und Brennereien. Die Gefäße bestehen in der Regel aus elementarem Kupfer, sind aber häufig (z. B. Kochtöpfe) auf der Innenseite mit Zinn oder Edelstahl beschichtet. Kupfer findet auch in Legierungen wie Messing oder Bronze Anwendung.

Es gibt für Lebensmittelkontaktmaterialien aus Metall keine spezifischen EU-weiten Regelungen zur Freisetzung von Elementen in Lebensmittel. Allerdings hat der Europarat 2013 eine Technische Leitlinie zu Metallen und Legierungen für Materialien und Gegenstände mit Lebensmittelkontakt veröffentlicht, in der auch für Kupfer ein spezifischer

Freisetzungsgrenzwert (SRL) – also die Menge, die aus einem Lebensmittelkontaktmaterial aus Metall maximal auf das Lebensmittel übergehen darf – von 4 mg je kg Lebensmittel abgeleitet wird.

Kupfer kann unter bestimmten Umständen bei der Zubereitung von Speisen in Kochgeschirr wie unbeschichteten Kupferpfannen oder -töpfen in relevanten Mengen in die zubereiteten Lebensmittel übergehen. Gleiches gilt für unbeschichtete Trinkgefäße aus Kupfer. Welche Mengen aus der Kupferwand des Gefäßes herausgelöst werden, hängt vom Lebensmittel und seinem Säuregehalt sowie weiteren Parametern wie der Dauer des Kontaktes und der Temperatur des Lebensmittels ab. Eine Studie aus dem Jahr 2020 konnte beispielsweise zeigen, dass über einen Zeitraum von drei Stunden etwa 80-mal so viel Kupfer in dreiprozentige Zitronensäure bei 60 °C freigesetzt wurde wie in Wasser bei 4 °C. Um eine erhöhte Kupferfreisetzung zu vermeiden, sollte unbeschichtetes Kupfer(koch)geschirr entsprechend nicht mit säurehaltigen Lebensmitteln wie Glühwein, Sauerkraut, Fruchtsäften oder Fruchtsalaten verwendet werden, insbesondere nicht bei höherer Temperatur und über einen längeren Zeitraum.

Sind Trinkwasserleitungen aus Kupfer im Wohnhaus ein Gesundheitsrisiko?

Die Trinkwasserverordnung legt für Kupfer einen Grenzwert von 2 Milligramm je Liter fest. Wird dieser nicht überschritten, sind gesundheitliche Beeinträchtigungen auch für Kleinkinder und Säuglinge als empfindlichste Gruppen nicht zu erwarten. Kupfer ist auf Grund seiner hohen Korrosionsbeständigkeit, der glatten Oberfläche und seiner guten Verbindungstechnik ein häufig verwendeter Werkstoff in der Trinkwasserinstallation. Auf Kupferrohren bildet sich im Kontakt mit Trinkwasser eine Deckschicht aus, welche durch Korrosionsprodukte entsteht und nach deren Bildung die weitere Metallabgabe ins Trinkwasser reduziert sein kann.

Das Risiko einer erhöhten Kupferaufnahme über Trinkwasser hängt maßgeblich vom pH-Wert des durch die Kupferleitungen fließenden Wassers ab. Der pH-Wert gibt an, wie sauer oder basisch eine Lösung ist. Laut Trinkwasserverordnung darf der pH-Wert von Trinkwasser zwischen 6,5 und 9,5 liegen. Wasser mit einem pH-Wert unter 7 oder niedriger ist jedoch sauer und löst, abhängig vom Säuregrad und der Härte des Trinkwassers, vermehrt Kupferionen aus dem Kupferrohr. Bei harten, sauren Trinkwässern (pH-Wert unter 7) mit hohem TOC-Anteil ist die Kupferlöslichkeit dauerhaft erhöht.

Kupferrohre können in Trinkwässern mit einem pH-Wert ab 7,4 und höher bedenkenlos eingesetzt werden. Im pH-Wert Bereich zwischen 7,0 und 7,4 darf zusätzlich der TOC (Gesamtorganischer Kohlenstoff) den Wert 1,5 mg/l nicht überschreiten. Die Verwendung von Kupferrohren ist bei Trinkwässern mit einem pH-Wert unter 7,0 nicht erlaubt.

Bei zentraler Wasserversorgung durch die Wasserwerke, also auch bei dezentralen Wasserversorgungsanlagen, existieren kaum Trinkwässer, in welchen Kupferrohre nicht verwendet werden dürfen. Der pH-Wert der Trinkwässer dieser Wasserversorgungen liegt meistens mit 7-8 im neutralen bis leicht basischen Bereich, so dass kein Kupfer aus Trinkwasserleitungen herausgelöst wird. Der pH-Wert liegt oft aber auch höher, vor allem wenn das Trinkwasser aufbereitet wird, um das Kalk-Kohlensäure-Gleichgewicht einzustellen.

Ein potenzielles Risiko stellen Wohngebäude mit Trinkwasserleitungen aus Kupfer mit einer individuellen Hauswasserversorgung, d.h. Eigenwasserversorgungsanlagen dar, wenn der pH-Wert des selbst gewonnenen Trinkwassers nicht durch geeignete Maßnahmen der Betreiber überwacht und auf 7-8 oder höher eingestellt wird. Bei diesen Wasserversorgungsanlagen existieren vermehrt Trinkwässer, mit welchen Kupfer nicht verwendet werden darf.

Zuständig für die Festlegung von Grenzwerten für Kupfer und anderen Stoffen im Trinkwasser ist das Bundesministerium für Gesundheit. Die wissenschaftliche Grundlage dafür erarbeitet das Umweltbundesamt.

Können über Obst, Gemüse oder Weintrauben sowie Wein größere Mengen an Kupfer in den Körper gelangen?

Im Obst-, Gemüse- und Weinanbau können Rückstände über die Anwendung zugelassener sind kupferhaltige Pflanzenschutzmittel ins Lebensmittel gelangen. Auch stellen eingesetzte Pfähle aus kupferimprägniertem Holz einen Eintragsweg dar. Rückstände können daher auch bis zur Höhe der erlaubten Höchstgehalte auf den Lebensmitteln verbleiben. Das gilt auch für Produkte aus dem biologischen Landbau, denn dort ist Kupfer als Pflanzenschutzmittel zugelassen.

Die erlaubten Rückstände aus der sachgerechten Anwendung von Pflanzenschutzmitteln tragen nur zu einem geringen Teil zur Ausschöpfung der gesundheitlich tolerierbaren Obergrenzen für die Kupferaufnahme bei.

Weitere Informationen auf der BfR-Website zum Thema Kupfer

Kupfer

https://www.bfr.bund.de/de/a-z_index/kupfer-5218.html#fragment-2

Höchstmengenvorschläge für Kupfer in Lebensmitteln inklusive Nahrungsergänzungsmitteln

<https://www.bfr.bund.de/cm/343/hoechstmengenvorschlaege-fuer-kupfer-in-lebensmitteln-inklusive-nahrungsergaenzungsmitteln.pdf>

Toxikologische und ernährungsphysiologische Aspekte der Verwendung von Mineralstoffen und Vitaminen in Lebensmitteln. Teil I: Mineralstoffe (einschließlich Spurenelemente)

https://www.bfr.bund.de/cm/343/verwendung_von_mineralstoffen_und_vitaminen_in_lebensmitteln.pdf

Über das BfR

Das Bundesinstitut für Risikobewertung (BfR) ist eine wissenschaftlich unabhängige Einrichtung im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL). Es berät die Bundesregierung und die Bundesländer zu Fragen der Lebensmittel-, 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. Andreas Hensel

Aufsichtsbehörde: Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft

USt-IdNr: DE 165 893 448

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



BfR | Risiken erkennen –
Gesundheit schützen