

Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit – am Beispiel von Aluminium in Antitranspirantien

Communicating scientific uncertainty – using the example of aluminum in antiperspirants

Dr. Suzan Fiack, Professorin Dr. Gaby-Fleur Böl

Kontakt

Dr. Suzan Fiack | Bundesinstitut für Risikobewertung | Max-Dohrn-Straße 8–10 | 10589 Berlin |
E-Mail: suzan.fiack@bfr.bund.de

Hinweis

Erstveröffentlichung in: Umweltmedizin – Hygiene – Arbeitsmedizin 30 (1) 7-22 (2025)
© ecomed Medizin, ecomed-Storck GmbH, Landsberg. Der Abdruck erfolgt mit freundlicher Genehmigung.

Zusammenfassung

Wissenschaftliche Unsicherheit ist ein integraler Bestandteil des wissenschaftlichen Prozesses und spielt eine entscheidende Rolle in der Risikokommunikation. Sie kann auf verschiedene Weise entstehen, etwa durch unzureichende Daten, methodische Schwächen oder unterschiedliche Interpretationen von Ergebnissen. Neue Erkenntnisse erweitern den Wissensstand kontinuierlich, sodass sich wissenschaftliche Aussagen ändern können. Ein Beispiel hierfür ist die Überarbeitung der Stellungnahme des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR) zu Aluminiumverbindungen im Jahr 2020. Neue Studien zeigten, dass die Aufnahme von Aluminium über die Haut signifikant geringer ist als zuvor angenommen. Nach aktuellem Wissensstand ist die Wahrscheinlichkeit gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die regelmäßige Nutzung aluminiumhaltiger Antitranspirantien daher als sehr gering anzusehen. Der Artikel beleuchtet die Herausforderungen der Risikokommunikation und stellt Maßnahmen wie die visuelle Aufbereitung von Gesundheitsinformationen vor. Weitere Forschung zur Kommunikation von Unsicherheit und geeignete Strategien sind erforderlich, um diese Unsicherheiten effektiv zu vermitteln.

Abstract

Scientific uncertainty is an integral part of the scientific process and plays a crucial role in risk communication. It can arise in various ways, for example due to insufficient data, methodological weaknesses or differing interpretations of results. New findings continuously expand our knowledge, which means that scientific statements can change. One example is the update of the opinion on aluminium compounds in 2020 by the German Federal Institute for Risk Assessment (BfR). New studies have shown that the absorption of aluminium through the skin is significantly lower than previously assumed. Based on current knowledge, the likelihood of health impairments from regular use of aluminium-containing antiperspirants is therefore considered to be very low. The article highlights the challenges of risk communication and presents measures such as the visual presentation of health information. Further research on communicating uncertainty and appropriate strategies is needed to effectively convey these uncertainties.





Quelle: Goffkein/stock.adobe.com

Einführung

Aluminium ist eines der am weitesten verbreiteten Elemente der Erdkruste und findet aufgrund seiner vielseitigen Eigenschaften in zahlreichen Bereichen des täglichen Lebens Verwendung. Menschen kommen auf unterschiedliche Weise mit Aluminium in Kontakt, sei es durch Lebensmittel, Trinkwasser oder Alltagsgegenstände wie Geschirr und Lebensmittelverpackungen. Darüber hinaus spielt Aluminium eine Rolle in kosmetischen Produkten sowie in Arzneimitteln (BfR, [2020b](#)).

Ein häufig diskutiertes Thema ist die Verwendung von Aluminium in Antitranspirantien. Aluminiumverbindungen werden hier eingesetzt, um die Schweißdrüsen zu blockieren und so die Schweißproduktion zu reduzieren. Mögliche Langzeitwirkungen auf die Gesundheit bei dauerhafter Exposition gegenüber Aluminium aus diesen kosmetischen Mitteln gaben in der Vergangenheit daher in der Öffentlichkeit Anlass zur Besorgnis.

Bei der Beschreibung des Gefährdungspotenzials von Aluminiumverbindungen stehen insbesondere Wirkungen auf das Nervensystem, die geistige und motorische Entwicklung von Nachkommen sowie schädliche Effekte auf Nieren und Knochen im Fokus. Aluminium wirkt nephrotoxisch (Bildung von Nierensteinen, führt zur Hydronephrose (Wassersackniere) und damit Funktionseinschränkung), toxisch auf Hoden und Knochen, und neurotoxisch (kognitive Einschränkungen) (Dekant, [2019](#); Klotz et al., [2017](#); Krewski et al., [2007](#)).

Als sensitivster toxikologischer Endpunkt von Aluminium wird seine (Entwicklungs-) Neurotoxizität angesehen. Für eine kausale Verbindung zwischen Aluminium und der Alzheimer-Demenz oder Brustkrebs gibt es hingegen keine belastbare Datengrundlage (Drexler, 2018; Klotz et al., 2017).

Generell gilt der Grundsatz „Die Dosis macht das Gift“: Während gesundheitliche Beeinträchtigungen durch geringe Mengen Aluminium in der Regel nicht zu erwarten sind, können hohe oder kontinuierliche Mengen zu gesundheitlichen Beeinträchtigungen führen. Für die Risikobewertung ist daher entscheidend, wie viel Aluminium tatsächlich vom Körper aufgenommen wird, also die (innere) Exposition gegenüber Aluminium. Bei der Verwendung von Antitranspirantien in Spray-Form wird sowohl die dermale als auch eine unbeabsichtigte inhalative Exposition gegenüber Aluminium berücksichtigt. Vergleicht man den Beitrag der inhalativen zur dermalen systemischen Exposition, so trägt wegen der höheren Bioverfügbarkeit die inhalative Exposition signifikant zur Gesamtexposition bei. Trotzdem ist der Sicherheitsabstand (Margin of Safety, MoS) für diesen Expositionspfad in einem hohen Bereich, weil die über Inhalation verfügbaren Mengen sehr gering sind (BfR, 2020a). Die Einschätzung der Aluminiumaufnahme über die Haut erwies sich in der Vergangenheit als besonders herausfordernd, war von zahlreichen Unsicherheiten geprägt und stellte die Risikokommunikation vor Herausforderungen. Dazu gehörte die transparente Kommunikation von Unsicherheiten in der Risikobewertung, um fundierte Entscheidungen über die Verwendung aluminiumhaltiger Antitranspirantien zu ermöglichen. Dies gilt insbesondere dann, wenn neue Daten bzw. eine verbesserte Datenlage zu einer Neubewertung des gesundheitlichen Risikos führen. Die Diskussion um die möglichen Gesundheitsrisiken bei der Anwendung von aluminiumhaltigen Antitranspirantien ist daher Kern der folgenden Betrachtungen.

Wissenschaftliche Stellungnahmen des Bundesinstituts für Risikobewertung (BfR)

Das BfR hat sowohl im Jahr 2014 als auch im Jahr 2020 Stellungnahmen zu möglichen gesundheitlichen Risiken, die von aluminiumhaltigen Antitranspirantien ausgehen könnten, veröffentlicht (BfR, 2014; BfR, 2020a). Im Jahr 2014 stellte das BfR fest, dass die dermale Aufnahme von Aluminium zu einer Überschreitung des gesundheitlich abgeleiteten Richtwerts führen könnte und sah daher weiteren Forschungsbedarf zur Abklärung der tatsächlichen Aluminiumaufnahme über die Haut. Im Jahr 2020 kam das BfR auf Basis neuer Daten zu dem Schluss, dass gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Aluminiumaufnahme über die Haut als unwahrscheinlich angesehen werden können.

Aluminiumhaltige Antitranspirantien tragen zur Aufnahme von Aluminium bei

Im Jahr 2014 bewertete das BfR erstmals die dermale Aufnahme von Aluminium durch aluminiumhaltige Antitranspirantien im Hinblick auf gesundheitliche Risiken (BfR, 2014). Zu diesem Zeitpunkt war die Datenlage nicht belastbar. Die Risikobewertung stützte sich auf eine Studie, die zu diesem Zeitpunkt die einzige bekannte Humanstudie war (Flarend et al., 2001), welche die dermale Aufnahme von Aluminium aus einer Formulierung mit Aluminiumchlorohydrat – dem am häufigsten verwendeten schweißhemmenden Wirkstoff in Antitranspirantien – untersucht hatte.

Für die gesundheitliche Bewertung der geschätzten dermalen Aluminiumaufnahme über Antitranspirantien wurden zusätzlich Daten aus In-vitro-Experimenten mit gesunder und geschädigter Haut herangezogen. Die berechneten systemischen Aufnahmemengen überschritten bei täglicher Anwendung die tolerierbare wöchentliche Aufnahmemenge (Tolerable weekly Intake, TWI) der europäischen Lebensmittelbehörde (EFSA, 2008). Bei geschädigter Haut, wie etwa nach einer Rasur, waren die Werte um ein Vielfaches höher als bei intakter Haut. Darüber hinaus mussten weitere Quellen für die orale Aluminiumaufnahme wie Lebensmittel, Kochutensilien berücksichtigt werden, aber auch weitere Quellen für die dermale Aufnahme wie andere Kosmetika. Ein kausaler Zusammenhang zwischen erhöhter Aluminiumaufnahme durch Antitranspirantien und Erkrankungen wie Alzheimer oder Brustkrebs wurde trotz zahlreicher Studien nicht wissenschaftlich bestätigt.

Wissenschaftliche Unsicherheiten bestanden jedoch weiterhin, insbesondere hinsichtlich der tatsächlichen Aufnahme durch die Haut (Penetrationsrate) und der Langzeitfolgen chronischer Aluminiumexposition. Da sich die individuelle Aluminiumaufnahme prinzipiell reduzieren lässt und aluminiumhaltige Kosmetika wie Antitranspirantien oder Cremes nach der Bewertung von 2014 zur Gesamtaufnahme beitragen, hatte das BfR entsprechend informiert: „Die Aluminiumaufnahme durch Antitranspirantien kann vor allem gesenkt werden, indem diese nicht unmittelbar nach der Rasur bzw. bei geschädigter Achselhaut verwendet werden. Es kann auch ein Deodorant ohne Aluminiumsalze verwendet werden“ (BfR, 2014).

Das BfR wies in seiner ersten Stellungnahme ausdrücklich auf den Bedarf an weiterführender Forschung zur tatsächlichen Aluminiumaufnahme über die Haut sowie zu den langfristigen gesundheitlichen Auswirkungen hin. Es stellte klar, dass eine abschließende Bewertung des gesundheitlichen Risikos von aluminiumhaltigen Antitranspirantien und anderen kosmetischen Produkten erst möglich sei, wenn umfassende Daten zur langfristigen dermalen Exposition vorliegen.

Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Aluminium-Aufnahme über die Haut sind unwahrscheinlich

Im Jahr 2020 veröffentlichte das BfR eine weitere Stellungnahme zu aluminiumhaltigen Antitranspirantien unter dem Titel „Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Aluminiumaufnahme über die Haut sind unwahrscheinlich“ (BfR, 2020a). Diese Bewertung basierte auf inzwischen veröffentlichten Humanstudien aus den Jahren 2016 und 2019, die neue Erkenntnisse zur dermalen Bioverfügbarkeit von Aluminium lieferten (TNO, 2016; TNO, 2019). Diese Studien haben die Aluminiumkonzentration im Blut und/oder Urin der Probanden gemessen und verwendeten Formulierungen, die mit dem seltenen Radionuklid Aluminium-26 markiert waren. Diese Markierung ermöglichte es, die Quelle des Aluminiums im Körper eindeutig von anderen Aluminiumexpositionen, wie etwa aus Lebensmitteln, abzugrenzen.

Die Studie von 2019 lieferte die zuverlässigste Bioverfügbarkeitsrate, die bei 0,00192 Prozent der aufgetragenen Aluminiummenge lag. Auf Basis dieses Wertes führte das BfR eine Modellrechnung zur Aluminiumaufnahme über die Haut durch. Das Ergebnis der Bewertung zeigte, dass die Eintrittswahrscheinlichkeit gesundheitlicher Beeinträchtigungen durch die Verwendung von Antitranspirantien nach dem wissenschaftlichen Kenntnisstand als sehr gering einzustufen ist.

Herausforderungen bei der Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit

Gelungene Risikokommunikation beruht auf einem Prozess, der sowohl Fachkenntnis als auch Vertrauenswürdigkeit durch verschiedene Maßnahmen vermittelt. Dazu zählen Offenheit, Transparenz und Dialogbereitschaft. Angesichts der Unsicherheit des Wissens und der Komplexität der gesellschaftlichen Kommunikation ist diese Aufgabe jedoch alles andere als einfach (Renn, 2022).

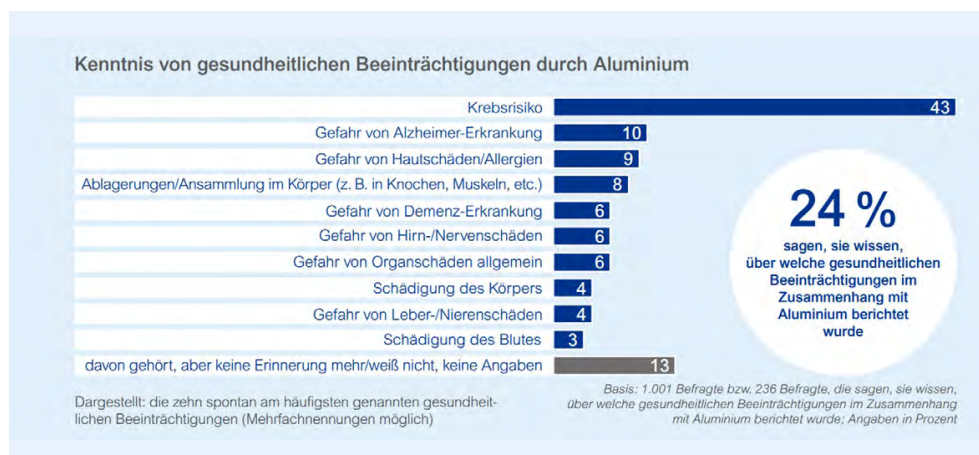
Das Leitliniendokument der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit (EFSA, 2018) definiert Unsicherheit als einen allgemeinen Begriff für alle Arten von Wissenslücken, die die Bandbreite und Wahrscheinlichkeit möglicher Antworten auf eine Bewertungsfrage beeinflussen. Diese Unsicherheit zu kommunizieren, bringt zahlreiche Herausforderungen mit sich.

Risikowahrnehmung

In der Forschung wurden verschiedene Ansätze entwickelt, um die individuelle Wahrnehmung von Risiken zu erklären. Schon seit den späten 1970er-Jahren arbeitete die Forschungsgruppe um Fischhoff, Slovic und Lichtenstein an dem „Risk Perception Model“ (Fischhoff et al., 1987). Dieses Modell basiert auf psychologischen Theorien und zielt darauf ab, die spezifischen Merkmale von Risiken zu identifizieren, die die Wahrnehmung von Risiken beeinflussen können. Beispielsweise führen wissenschaftliche Unsicherheit und eine zeitliche Verzögerung der Auswirkungen eines Risikos zu einer hohen Risikowahrnehmung, während bekannte Risiken, ein Gefühl von Kontrolle über die Situation sowie freiwillig eingegangene Risiken mit einer geringeren Risikowahrnehmung verknüpft sind (Slovic, 1987).

Im Jahr 2017 führte das BfR eine repräsentative Befragung zum Thema Aluminium durch, die sich auf die Lebensmittelsicherheit konzentrierte (BfR, 2017). Ziel war es, die Einstellungen, Risikowahrnehmungen und Kenntnisse der Bevölkerung zu Aluminium zu erfassen. Auf die Frage, welche gesundheitlichen Beeinträchtigungen im Zusammenhang mit Aluminium bekannt sind, nannten die Befragten am häufigsten das Krebsrisiko, gefolgt von der Gefahr einer Alzheimer-Erkrankung und allergischen Reaktionen (□ **Abbildung 1**).

Abbildung 1: Kenntnis von gesundheitlichen Beeinträchtigungen durch Aluminium



Die Bedenken hinsichtlich der gesundheitlichen Auswirkungen von Chemikalien sind groß, insbesondere in Bezug auf das Krebsrisiko (Matisāne et al., 2022). Nach aktuellem wissenschaftlichen Stand wird Aluminium jedoch nicht als krebserregend eingestuft (BfR, 2019). Dennoch gibt es weiterhin Debatten in den Medien, Sozialen Medien und der Öffentlichkeit über einen möglichen Zusammenhang zwischen der Aluminiumaufnahme, insbesondere durch Antitranspirantien, und Brustkrebs. Bisher konnte jedoch kein direkter ursächlicher Zusammenhang nachgewiesen werden, und selbst bei hohen Dosierungen zeigten Tierstudien keine krebserregenden Effekte (BfR, 2019). Derzeit liegen auch keine konsistenten epidemiologischen Daten vor, die einen Zusammenhang zwischen Aluminiumexposition und Brustkrebsrisiko belegen; die Mehrheit der bisherigen Studien findet keine solche Assoziation (Klotz et al., 2017).

Die Angst vor Krebs spielt aber eine bedeutende Rolle in der Risikowahrnehmung und kann zu erheblicher Verunsicherung führen, die durch die mediale Berichterstattung verstärkt werden kann.

Kommunikationslandschaft

Wissenschaftliche Diskussionen finden heute in einer Öffentlichkeit statt, die stark vom digitalen Wandel und einem sich permanent verändernden Mediensystem geprägt ist. Während klassische Medien wie Zeitungen und Fernsehen einst die dominierenden Informationsquellen waren, hat sich dies grundlegend gewandelt (Schulze et al., 2023). Soziale Medien ermöglichen es heute vielen Menschen, aktiv an der Kommunikation teilzunehmen und diese mitzugestalten, was die Kommunikationsformen vielfältiger und dynamischer macht. Besonders herausfordernd ist die Kommunikation unsicherer Daten, da medial oft klare und eindeutige Aussagen bevorzugt werden. Dies kann dazu führen, dass Unsicherheiten entweder übertrieben oder abgeschwächt werden. Zudem erhalten negative Nachrichten bereits in den traditionellen Medien eine höhere Aufmerksamkeit (Pinker, 2018). In sozialen Netzwerken entfaltet sich diese Dynamik in weit größerem Ausmaß, wobei zudem Fehlinterpretationen schneller geteilt und verbreitet werden (Vosoughi et al., 2018).

In den Medien wird die Aufnahme von Aluminium häufig als problematisch dargestellt, vor allem aufgrund von Umwelt- und Gesundheitsbedenken. Zahlreiche Berichte stellten Verbindungen zwischen der Aufnahme des Metalls und verschiedenen Erkrankungen her. Besonders große Aufmerksamkeit erregten persönliche Erfahrungsberichte, wie der einer Brustkrebspatientin, deren Ärztin ihr riet, auf aluminiumhaltige Deodorants zu verzichten (Beispiel: Arte, 2014). Diese Medienberichte führten dazu, dass das BfR eine Vielzahl von Anfragen besorgter Verbraucherinnen und Verbraucher erhielt.

Politikberatung

Entscheidungsträger in den Institutionen des Risikomanagements (Bundesoberbehörden wie Ministerien, gesetzgebende Institutionen etc.) beziehen ihre Informationen unter anderem aus wissenschaftlichen Einrichtungen und Fachbehörden wie dem BfR. Diese Informationen dienen dazu, fundierte Entscheidungen zu treffen und Maßnahmen umzusetzen, die den Verbraucherschutz gewährleisten und Risiken minimieren. Dabei werden von den Entscheidungsträgern jedoch nicht nur wissenschaftliche Erkenntnisse berücksichtigt, sondern auch ökonomische und soziale Aspekte einbezogen. Das BfR hat als unabhängige Institution im gesundheitlichen Verbraucherschutz die Aufgabe, wissenschaftlich

fundierte Grundlagen für politische Entscheidungen bereitzustellen. Dabei sollten auch der tatsächliche Evidenzgrad und vorhandene Unsicherheiten benannt werden (Wissenschaftsrat, 2021). Entscheidungsträger wünschen sich jedoch häufig klare, gesicherte Aussagen, die die Wissenschaft nicht immer bieten kann.

Darüber hinaus prägt die Wissenschaft nicht allein die öffentlichen Diskurse, die für die politischen Entscheidungsträger eine Rolle spielen. Medien, Soziale Medien, Nichtregierungsorganisationen (NGOs), die Wirtschaft und die Öffentlichkeit können unterschiedliche Perspektiven und Interessen haben, was den Diskurs komplex und vielschichtig macht.

Zu Aluminium in Antitranspirantien haben verschiedene Akteure Fragen und Forderungen an die Bundesregierung gerichtet, etwa zur Bewertung der Stellungnahme des BfR, zur Kenntnis des Ausmaßes der geschätzten Aluminiumaufnahme über Deodorants und Antitranspirantien sowie zu den daraufhin ergriffenen Maßnahmen (Deutscher Bundestag, 2014). Die Kommunikation im Bereich der Politikberatung in diesem Kontext bewegt sich in einem Spannungsfeld unterschiedlicher Interessen und Perspektiven.

Gefahr und Risiko

Die Begriffe „Gefahr“ und „Risiko“ stellen eine besondere Herausforderung in der Kommunikation gesundheitlicher Risiken und deren Unsicherheiten dar, insbesondere für politisch beratende Institutionen (Brand et al., 2022). Wissenschaftlich unterscheiden sich „Gefahr“ und „Risiko“, auch wenn sie in der Öffentlichkeit oft synonym verwendet werden.

Das Allgemeine Lebensmittelgesetz definiert „Gefahr“ oder „Gefährdungspotenzial“ als einen Stoff oder Zustand in Lebens- oder Futtermitteln, der eine Gesundheitsbeeinträchtigung verursachen kann (Verordnung (EG), 2002). Im Gegensatz dazu bezieht sich „Risiko“ auf die Wahrscheinlichkeit des Eintritts und die Schwere einer Gesundheitsbeeinträchtigung, wenn man einer Gefahr ausgesetzt ist. Oft wird bereits das bloße Vorhandensein eines Stoffes als kritisch betrachtet, und es besteht ein großer Wunsch, diese Substanz grundsätzlich zu vermeiden. Entscheidend ist jedoch, wie oft, wie lange und wie häufig man mit der Substanz in Kontakt kommt („Exposition“), um zu bewerten, ob tatsächlich ein gesundheitliches Risiko damit verbunden ist.

Im Fall der Gefahr beziehungsweise des Gefährdungspotentials von Aluminium und seinen Verbindungen spielen unter anderem nephrotoxische Effekte, die zu Funktionsstörungen der Niere führen können, eine Rolle. Außerdem sind Aluminiumverbindungen toxisch für den Hoden und die Knochen und können neurotoxische Effekte hervorrufen, die kognitive Einschränkungen verursachen können. Der empfindlichste toxikologische Endpunkt von Aluminium ist seine (Entwicklungs-)Neurotoxizität. Es liegen jedoch keine belastbaren wissenschaftlichen Belege für eine kausale Verbindung zwischen Aluminium und Erkrankungen wie Alzheimer-Demenz oder Brustkrebs vor (BfR, 2019).

Ob Aluminiumverbindungen tatsächlich gesundheitliche Beeinträchtigungen verursachen, also ein Risiko besteht, hängt von der Exposition ab. Im Falle von Antitranspirantien ist eine der entscheidenden Fragen, wie viel Aluminium durch die Haut gelangt. Nach dem

aktuellen Stand des Wissens ist der Beitrag von Aluminium in kosmetischen Mitteln zur Gesamtaufnahme von Aluminium gering.

Verständlichkeit der Kommunikation

Komplexe wissenschaftliche Konzepte und Wahrscheinlichkeiten sollten in allgemeinverständlicher Weise für fachfremde Personen zugänglich gemacht werden (Wissenschaftsrat, 2021). Dabei ist eine Balance zwischen der notwendigen Vereinfachung von Inhalten und der Genauigkeit zu wahren. Wissenschaftliche Unsicherheiten sollten in einer Sprache vermittelt werden, die für Laien verständlich ist, ohne dabei die Wissenschaftlichkeit der Informationen zu beeinträchtigen. Die Verwendung von Fachjargon kann unbeabsichtigt den Eindruck erwecken, dass es den Kommunizierenden gleichgültig ist, ob ihre Botschaft verstanden wird, oder dass Fachsprache gezielt eingesetzt wird, um unbequeme Wahrheiten zu verschleiern (Intemann, 2023).

Bei der Kommunikation von Unsicherheit werden häufig Begriffe wie „möglich“ oder „wahrscheinlich“ verwendet, die oft missverstanden oder als vage empfunden werden, was die Verständlichkeit der Aussagen beeinträchtigen kann (Kause et al., 2022). Diese Begriffe sollten, wenn sie verwendet werden, im Kontext klar definiert werden.

Vielfalt der fachlichen Interpretationen

Unterschiedliche Interpretationen wissenschaftlicher Sachverhalte durch Fachleute sind ein integraler Bestandteil des wissenschaftlichen Prozesses. Sie können jedoch enorme Herausforderungen für die Risikokommunikation darstellen. Wenn es abweichende Schlussfolgerungen über die Höhe und Art eines gesundheitlichen Risikos gibt, kann dies die Öffentlichkeit verwirren und das Vertrauen in wissenschaftliche Aussagen beeinträchtigen. Diese Divergenzen können auf verschiedene Faktoren wie zum Beispiel unterschiedliche methodische Ansätze, unterschiedliche Dateninterpretationen oder variierende Bewertungsmaßstäbe zurückzuführen sein.

Die Debatte über die möglichen gesundheitlichen Risiken von Aluminium ist ein Beispiel für die Vielfalt der fachlichen Interpretationen. Einige Fachleute weisen auf mögliche neurologische Erkrankungen wie Alzheimer hin und präsentieren Daten, die Aluminium als potenziellen Hauptfaktor für die Entstehung von Alzheimer nahelegen (Exley & Mold, 2019). Im Gegensatz dazu kommt das BfR zu dem Schluss, dass zwar Hinweise auf mögliche neurologische Schäden durch Aluminium bestehen, nach derzeitiger Datenlage aber kein Zusammenhang mit der Alzheimer-Krankheit besteht. Studien, die hohe Aluminiumkonzentrationen in geschädigten Hirnregionen von Alzheimer-Patienten fanden, konnten nicht differenzieren, ob diese Aluminiumablagerungen die Ursache oder nur ein Symptom der Erkrankung sind. Außerdem zeigt sich, dass die neuropathologischen Merkmale der Alzheimer-Krankheit sich deutlich von denen einer Dialyse-Enzephalopathie unterscheiden, was eine aluminiuminduzierte Auslösung der Alzheimer-Krankheit als eher unwahrscheinlich erscheinen lässt (BfR, 2019).

Ein weiteres Beispiel ist die Sorge einiger Fachleute, dass Aluminiumverbindungen über die Haut aufgenommen und sich in Brustgeweben anreichern könnten, was möglicherweise das Risiko für Brustkrebs erhöhen könnte (Darbre et al., 2013). Bis heute konnte jedoch kein Nachweis erbracht werden, dass Aluminium ursächlich für Krebs verantwortlich ist. Tierstudien haben selbst bei hohen Dosierungen keine kanzerogenen Effekte gezeigt, und

epidemiologische Studien konnten keinen Zusammenhang zwischen der Verwendung von Antitranspirantien und Brustkrebs feststellen (BfR, 2019).

Wenn Fachleute zu unterschiedlichen Schlussfolgerungen gelangen, fällt es Laien oft schwer, die Qualität der Informationen zu beurteilen. Dies kann zu einer verzerrten Risikowahrnehmung führen und die Entscheidungsfindung für politische und regulatorische Stellen erschweren. Die Vielfalt der Interpretationen kann zudem dazu führen, dass alarmierende Perspektiven überproportional hervorgehoben werden.

Schnelligkeit

Schnelligkeit stellt bei der Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit eine besondere Herausforderung dar, da wissenschaftliche Erkenntnisse oft komplex und vorläufig sind. Fundierte Aussagen brauchen in der Regel Zeit für sorgfältige Analysen und wissenschaftliche Diskussionen. Gleichzeitig ist es jedoch wichtig, dass sich die Wissenschaft schnell in den öffentlichen Diskurs einbringt, um rasch auf gesellschaftliche Fragen und Bedenken zu reagieren. In Situationen, in denen schnelle Kommunikation erwartet wird, kann es schwierig sein, Unsicherheiten angemessen zu vermitteln, ohne Missverständnisse oder voreilige Schlüsse zu riskieren. Vereinfachte Darstellungen können dabei die wissenschaftliche Komplexität verzerren.

Bei dem Thema Aluminium wurde vereinzelt von Medienvertreterinnen und -vertretern kritisiert, dass das BfR für die Bewertung der neuen Studien zu viel Zeit bräuchte beziehungsweise seine Stellungnahmen „zu einem fragwürdigen Zeitpunkt“ veröffentlichen würde (Feldwisch-Drentrup, 2020). Schließlich hätte ein anderes Gremium, das Scientific Committee on Consumer Safety (SCCS), seinen Entwurf bereits im Dezember 2019 mit der Aussage, dass über Antitranspirantien-Formulierungen angewandtes Aluminium außerhalb des Körpers bleibt, veröffentlicht (SCCS, 2020). Das BfR hätte keine grundlegende Kritik an dem SCCS-Entwurf geltend gemacht. Die offizielle Stellungnahme des BfR wurde schließlich am 20. Juli 2020 nach eingehender wissenschaftlicher Prüfung veröffentlicht. Sie bot eine umfassende Übersicht über die Studiendesigns der Humanstudien zur dermalen Anwendung von Aluminium. In einem sensiblen Bereich wie der Risikobewertung ist es wichtig, dass alle Daten und Fakten sorgfältig abgewogen werden, um fundierte Entscheidungen zu treffen. Diese Gründlichkeit kann jedoch auch zu zeitlichen Verzögerungen führen, die von einigen Kritikern als problematisch angesehen werden. Der Prozess, also das Verfahren, das der wissenschaftlichen Bewertung zugrunde liegt, ist dementsprechend transparent darzustellen und (noch besser) zu erklären.

Maßnahmen der Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit

Wissenschaftliche Unsicherheit und Vertrauen

Die Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten wird in der Praxis der Wissenschaftskommunikation zunehmend als wichtig erachtet. Entsprechende Leitlinien empfehlen, Unsicherheiten offen darzulegen (EFSA, 2021; Schuster & Scheu, 2023). Sie sollten klar und transparent kommuniziert werden, um sowohl die Genauigkeit der Informationen zu maximieren als auch ethischen Prinzipien gerecht zu werden (Gustafson & Rice,

[2019](#)). Dennoch wird die Art und Weise, wie wissenschaftliche Unsicherheit kommuniziert wird, in der Literatur unterschiedlich diskutiert. Ein zentraler Punkt ist die Annahme, dass die Öffentlichkeit im Vergleich zu Fachleuten ein begrenztes Verständnis von Wissenschaft hat. Allerdings bleibt unklar, wie sich dieses unterschiedliche Verständnis auf die Reaktionen hinsichtlich der Offenlegung wissenschaftlicher Unsicherheiten auswirkt (Ratcliff & Wicke, [2023](#)).

Studien haben gezeigt, dass die Offenlegung wissenschaftlicher Unsicherheit, etwa durch das Hervorheben von Unbekanntem oder das Betonen des vorläufigen Charakters, meist neutrale oder sogar positive Effekte auf die Wahrnehmung der Vertrauenswürdigkeit der Quelle hat (van der Bles et al., [2020](#); Gustafson & Rice, [2020](#); Jensen, [2008](#)). Zudem wurde festgestellt, dass die Darstellung von Unsicherheiten in den Medien keinen wesentlichen Einfluss auf die wahrgenommene Glaubwürdigkeit des Artikels oder die Vertrauenswürdigkeit der Wissenschaft hat (Ratcliff & Wicke, [2023](#)).

Auf der anderen Seite gibt es Hinweise darauf, dass die Kommunikation von Unsicherheit das Vertrauen in den wissenschaftlichen Prozess auch schwächen kann (Johnson & Slovic, [1998](#); Maier et al., [2016](#); Siegrist, [2019](#); Wiedemann et al., [2021](#)). Negative Auswirkungen auf die Glaubwürdigkeit und Überzeugungen der Öffentlichkeit sind besonders dann zu beobachten, wenn Unsicherheit als Uneinigkeit oder Konflikt innerhalb der Wissenschaft dargestellt wird (sogenannte Konsensunsicherheit). Diese Form der Unsicherheit hat tendenziell keine positiven Effekte. Im Gegensatz dazu wird technische Unsicherheit, die durch quantifizierte Fehlerbereiche oder Wahrscheinlichkeiten vermittelt wird, überwiegend positiv oder zumindest neutral wahrgenommen (Gustafson & Rice, [2020](#)). Ein transparenter Umgang mit Unsicherheiten könnte daher auch den Eindruck einer fehlenden Einigkeit unter Wissenschaftlern verringern und das Vertrauen in die wissenschaftliche Gemeinschaft stärken (Ratcliff & Wicke, [2023](#)).

Ein Erklärungsansatz für diese unterschiedlichen Reaktionen auf Unsicherheitskommunikation ist die Theorie des „motivierten Informationsmanagements“, die besagt, dass Menschen in bestimmten Situationen Gewissheit bevorzugen, in anderen jedoch Unsicherheit tolerieren oder sogar begrüßen (Gustafson & Rice, [2020](#)). Unsicherheit kann auch genutzt werden, um die Autorität und Glaubwürdigkeit der Quelle gezielt zu hinterfragen (Collins & Nerlich, [2016](#)). Die Auswirkungen der Unsicherheitskommunikation können somit je nach Thema und Kontext variieren.

Ein weiterer wichtiger Aspekt ist die Wirkung der Unsicherheitskommunikation auf das langfristige Vertrauen. So kann die Präsentation von scheinbar sicheren Informationen kurzfristig die Öffentlichkeit beruhigen und das Vertrauen stärken, doch wenn ein weniger wahrscheinliches, aber dennoch mögliches Ergebnis eintritt, könnte die Öffentlichkeit überrascht sein und das Vertrauen in wissenschaftliche Vorhersagen verlieren (Kelp et al., [2022](#)).

Beispiele für Maßnahmen zur Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit

Bei der Bewertung gesundheitlicher Risiken ist es wichtig, Unsicherheiten, die in allen Phasen der Erarbeitung einer Stellungnahme auftreten können, angemessen zu berücksichtigen und transparent zu kommunizieren (BfR, [2024](#)). Visualisierungen können die

Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit unterstützen, weil sie komplexe Informationen und Unsicherheiten anschaulich machen, wodurch ein klareres Verständnis und eine bessere Entscheidungsfindung ermöglicht werden (Spiegelhalter et al., 2011).

Die Kommunikation wissenschaftlicher Bewertungen des BfR erfolgt über eine Vielzahl an Maßnahmen. Eine zentrale Rolle spielen dabei Veröffentlichungen auf der Webseite, die in Form von ausführlichen Stellungnahmen, wissenschaftlichen Mitteilungen und Pressemitteilungen präsentiert werden. Ergänzt werden können diese Formate durch „Fragen und Antworten“-Dokumente, die häufig gestellte Fragen der Öffentlichkeit aufgreifen und verständlich beantworten. Besonders bei hoher Unsicherheit ist es wichtig, diese klar und deutlich zu benennen; dies kann in Pressemitteilungen zum Beispiel durch gezielte Formulierungen in Überschriften oder Expertenzitaten geschehen. In den vergangenen Jahren sind zudem zahlreiche neue Formate hinzugekommen, wie Videos, verschiedene Kanäle sozialer Medien oder (Online-)Wissenschaftsmagazine wie das BfR2GO (BfR, 2023).

Es werden im Folgenden drei Beispiele für Maßnahmen der Kommunikation von Unsicherheit dargestellt.

Risikoprofil

Das Risikoprofil des BfR ist ein zentrales Instrument, um wissenschaftliche Bewertungen und Unsicherheiten übersichtlich und verständlich zu kommunizieren (BfR, 2024). Durch den gezielten Einsatz von Icons und prägnanten Textblöcken werden Art und Ausmaß eines möglichen Gesundheitsrisikos für verschiedene Zielgruppen verdeutlicht. Diese Visualisierung ermöglicht es, Unsicherheiten und Risiken auf einen Blick zu erfassen. Diese Zusammenfassungen heben die wichtigsten Merkmale von Risikobewertungen hervor: die betroffenen Personengruppen, die Wahrscheinlichkeit und Schwere gesundheitlicher Beeinträchtigungen im Falle einer Exposition, die Aussagekraft der verfügbaren Daten und die Möglichkeiten zur Beherrschung des Risikos (□ **Abbildung 2**). Für jedes Merkmal ist die gültige Kategorie dunkelblau hervorgehoben (z.B. wird die Aussagekraft der verfügbaren Daten im Beispiel als „hoch“ eingestuft). Die Risikoprofile, die als Ergänzung zu den detaillierteren Bewertungen (Stellungnahmen) entwickelt wurden, sollen standardisierte und vereinfachte Zusammenfassungen der Risikobewertungen darstellen. Das Risikoprofil des BfR wird kontinuierlich mithilfe sozialwissenschaftlicher Forschung weiterentwickelt (Ellermann et al., 2022).

Abbildung 2: Risikoprofil Aluminium in Antitranspirantien (2020).

A Betroffen sind	Allgemeinbevölkerung				
B Wahrscheinlichkeit einer gesundheitlichen Beeinträchtigung bei täglicher Verwendung von Antitranspirantien	Sehr niedrig	Niedrig	Mittel	Hoch	Sehr hoch
C Schwere der gesundheitlichen Beeinträchtigung bei täglicher Verwendung von Antitranspirantien	Keine Beeinträchtigung	Leichte Beeinträchtigung [reversibel/irreversibel]	Mittelschwere Beeinträchtigung [reversibel/irreversibel]	Schwere Beeinträchtigung [reversibel/irreversibel]	
D Aussagekraft der vorliegenden Daten	Hoch: Die wichtigsten Daten liegen vor und sind widerspruchsfrei		Mittel: Einige wichtige Daten fehlen oder sind widersprüchlich	Gering: Zahlreiche wichtige Daten fehlen oder sind widersprüchlich	
E Kontrollierbarkeit durch Verbraucher	Kontrolle nicht notwendig	Kontrollierbar durch Vorsichtsmaßnahmen	Kontrollierbar durch Verzicht	Nicht kontrollierbar	

Öffentliche Veranstaltungen

Veranstaltungen mit Teilnehmenden aus verschiedenen Bereichen wie Wissenschaft, Politik, Öffentlichkeit, Nichtregierungsorganisationen, Medien und Wirtschaft bieten eine wertvolle Plattform, um unterschiedliche Aspekte von Unsicherheiten zu beleuchten. Solche Veranstaltungen sollten eng in die Presse- und Öffentlichkeitsarbeit sowie in Social-Media-Aktivitäten eingebunden werden, um eine breite Öffentlichkeit zu erreichen. Dazu gehört auch die Online-Übertragung der Veranstaltungen sowie die Bereitstellung von Videoaufzeichnungen von Vorträgen und den dazugehörigen Diskussionen auf der Webseite.

Ein Beispiel dafür ist das BfR-Forum „Aluminium im Alltag: Ein gesundheitliches Risiko? Aufnahme über Lebensmittel, Kosmetika und andere Verbraucherprodukte“, das zu einem Zeitpunkt des größten medialen und öffentlichen Interesses für diese Thematik im Jahr 2014 stattfand. Vor dieser Veranstaltung führte das BfR eine repräsentative Umfrage durch, um die Risikowahrnehmung der in Deutschland lebenden Bevölkerung zu erheben. Die Ergebnisse dieser Umfrage wurden anschließend mit der (Fach-)Öffentlichkeit diskutiert. Diese Veranstaltung spiegelte die Vielfalt der Interpretationen von Expertinnen und Experten wider und ermöglichte einen offenen Austausch der Argumente.

Besonders wichtig bei solchen Veranstaltungen ist es, auch Einzelmeinungen zuzulassen und in den Dialog einzubeziehen. Forschungsprozesse werden dadurch vorangetrieben, dass einzelne, durch Empirie und wissenschaftlichen Diskurs noch nicht abgesicherte oder nur bedingt verallgemeinerbare Befunde in der fachlichen Diskussion auf ihre Validität überprüft werden (Wissenschaftsrat, 2021). Beim BfR-Forum waren daher auch Vertreterinnen und Vertreter mit eher unkonventionellen Ansichten anwesend (s. Kapitel

Vielfalt der fachlichen Interpretationen). Diese Offenheit gegenüber verschiedenen Perspektiven ist entscheidend, um die Komplexität von Unsicherheiten vollständig zu erfassen und die Vielfalt der Meinungen transparent darzustellen. Gleichzeitig muss betont werden, dass Wissenschaft nicht beliebig ist und durch sorgfältige Qualitätssicherungsmaßnahmen ein hohes Maß an fundiertem Wissen gewährleistet wird. Bei der BfR-Veranstaltung wurden Ergebnisse der europäischen Risikobewertung umfassend vorgestellt, wobei der gesamte Prozess einbezogen wurde. Einzelne Studien stellen dabei lediglich einen Mosaikstein in diesem umfassenden Prozess dar.

Partizipatorische Maßnahmen und Veranstaltungen gewinnen in der Risikokommunikation zunehmend an Bedeutung, da sie eine direkte Einbindung der Betroffenen ermöglichen (Brand et al., [2022](#)). Durch aktive Teilnahme können Unsicherheiten effektiver angesprochen und der Dialog zwischen Fachleuten und Öffentlichkeit gefördert werden.

Infografiken

Infografiken können helfen, wissenschaftliche Unsicherheit zu thematisieren, da sie komplexe Informationen auf einen Blick verständlich machen und visuell ansprechend darstellen. Sie ermöglichen es, Unsicherheiten durch klare Symbole, Farben und Diagramme zu veranschaulichen, was das Verständnis beim Publikum erleichtert. Zudem können Infografiken dazu beitragen, verschiedene Szenarien oder mögliche Interpretationen einer wissenschaftlichen Studie transparent zu kommunizieren. Infografiken fallen auf und bieten gerade im Internet eine gute Möglichkeit, das Wesentliche auf kleinem Raum merkwürdig zu präsentieren (Wissenschaft im Dialog, [2024](#)).

Die Infografik des BfR zu „Gefahr und Risiko“ ([□ Abbildung 3](#)) erklärt grundlegende Konzepte der Risikobewertung auf anschauliche Art und Weise und bildet so eine fundierte Basis für die Diskussion von Unsicherheiten. Sie unterscheidet klar zwischen „Gefahr“, als Potential zur Auslösung eines gesundheitlichen Schadens und „Risiko“, als die Wahrscheinlichkeit, dass diese Gefahr, das heißt der Schaden, tatsächlich eintritt. Diese Differenzierung ist entscheidend, um Missverständnisse in der öffentlichen Diskussion zu vermeiden und Unsicherheiten gezielt anzusprechen. Durch die anschauliche Darstellung in der Infografik wird deutlich, dass nicht jede Gefahr zwangsläufig ein hohes Risiko bedeutet, was zu einer sachlicheren Betrachtung von Unsicherheiten beiträgt. So hilft die Infografik, die Kommunikation von Risiken und Unsicherheiten zu verbessern und Vertrauen in wissenschaftliche Bewertungen zu stärken.

Im Fall von Aluminium war es wichtig, den Unterschied zwischen Gefahr und Risiko zu erklären. Wenn die Aufnahme über die Haut gering ist und nicht in einem relevanten Ausmaß zur Exposition beiträgt, sind gesundheitliche Beeinträchtigungen durch die Verwendung von Antitranspirantien mit Aluminiumverbindungen kaum zu erwarten. Dies verdeutlicht das Prinzip „Die Dosis macht das Gift“: Die potenziellen Risiken hängen maßgeblich von der aufgenommenen Menge der Substanz ab.

Abbildung 3: Infografik zu Gefahr und Risiko



Die gesamte Grafik ist unter <https://www.bfr.bund.de/veroeffentlichung/infografik-gefahr-oder-risiko-das-ist-der-unterschied/> einzusehen.

Methoden und Ergebnisse der Kommunikationsanalyse

Im Jahr 2020 veröffentlichte das BfR eine neue Bewertung des gesundheitlichen Risikos von Aluminium in Antitranspirantien, die zu einer anderen wissenschaftlichen Einschätzung führte. Die Herausforderung bestand darin, die bisherigen Bedenken der Öffentlichkeit hinsichtlich möglicher Gesundheitsrisiken und die Einschätzung des gesundheitlichen Risikos durch das BfR im Jahr 2014 aufzugreifen und gleichzeitig die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse klar, verständlich und transparent darzustellen. Um dies zu erreichen, wurden verschiedene Kommunikationsmaßnahmen (s. Kapitel Maßnahmen der Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheit) umgesetzt, die darauf abzielten, die Informationen gezielt in die mediale Berichterstattung und die öffentliche Diskussion einzubringen. Die Reaktionen in den Medien und der Öffentlichkeit waren insgesamt neutral.

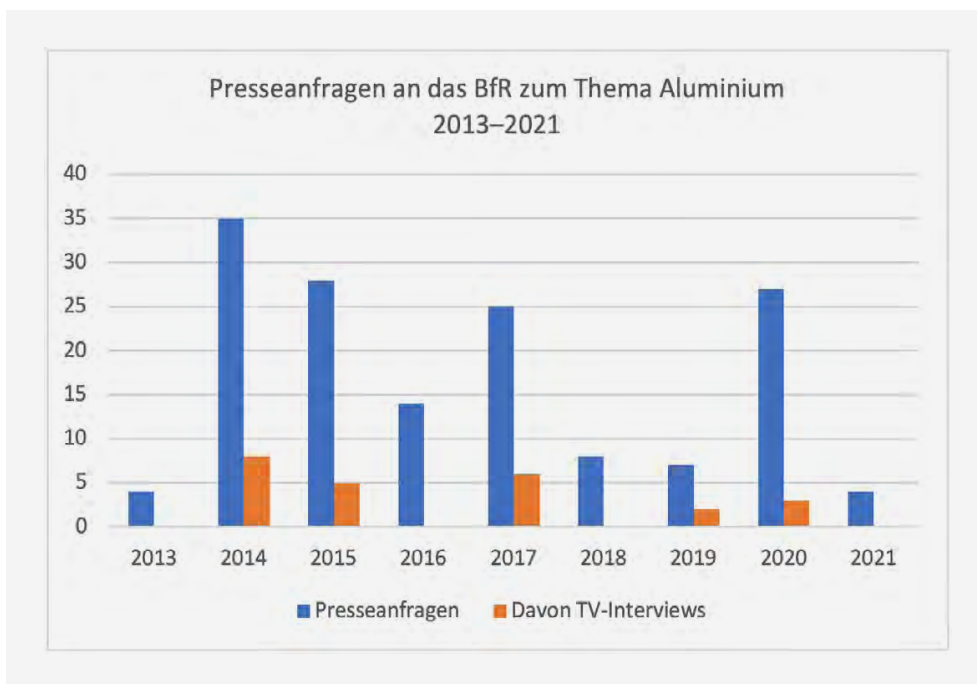
Zur Auswertung der Wirkung der Kommunikation über die neuen wissenschaftlichen Erkenntnisse und die geänderte Bewertung wurden Belegartikel ermittelt, in denen das BfR im Zusammenhang mit Aluminium in Antitranspirantien erwähnt wurde. Hierzu wurde die Datenbank PMG (Presse-Monitor-Gesellschaft) als zentrale Quelle genutzt. Die analysierten Daten umfassen Berichte aus Print- und Onlinemedien im Zeitraum von 2014 bis 2021. **Abbildung 4** zeigt, dass die Berichterstattung in den Jahren 2014 und 2020, in denen die relevanten BfR-Stellungnahmen veröffentlicht wurden, deutlich anstieg (450 Belegartikel im Jahr 2014 und 544 im Jahr 2020).

Abbildung 4: Anzahl der BfR-Belegartikel zu Aluminium



In den Jahren zwischen 2014 und 2020 blieb die Anzahl der Berichte stabil bei etwa 100 Artikeln pro Jahr. Diese Entwicklung zeigt, dass die Kommunikation des BfR öffentlich wahrgenommen wurde, was sich auch in einem erhöhten Aufkommen von Presseanfragen und insbesondere TV-Interviewanfragen in den Jahren 2014/2015 und 2020 widerspiegelt (□ [Abbildung 5](#)). Der Peak im Jahr 2015 kann auf die BfR-Veranstaltung im November 2014 zurückgeführt werden.

Abbildung 5: Anzahl der Presseanfragen an das BfR zu Aluminium (TV anteilig)



Ein weiterer Peak im Jahr 2017 ist auf die Veröffentlichung eines BfR-Forschungsprojekts zurückzuführen, das belegte, dass bereits ein zweistündiges Warmhalten von

Lebensmitteln in unbeschichteten Aluminiumschalen die Aluminiumaufnahme der Verbraucher erheblich erhöhen kann.

Zusätzlich wurden die Überschriften der Belegartikel nach der Veröffentlichung der Stellungnahme vom 20. Juli 2020 analysiert. Im Zeitraum vom 21. bis 27. Juli 2020 erschienen 28 Artikel im Pressespiegel des BfR. Die Tonalität war überwiegend neutral: 26 Artikel berichteten sachlich über die neuen Erkenntnisse, wie „Aluminium in Deos weniger belastend als angenommen“ (dpa-InfoLine, 2020) oder „Aluminiumhaltige Deos sind doch nicht so gesundheitsschädlich“ (Spiegel.de, 2020). Ein Artikel wies eine positive Tonalität auf, mit der Überschrift „Hurra, hurra, das Aluminium ist wieder da!“ (die tageszeitung, 2020). Ein weiterer Artikel fiel durch eine kritischere Sichtweise auf, da hier die Kanzerogenität von Aluminium thematisiert wurde, unter der Überschrift „Deo mit Aluminium: Überraschende Erkenntnisse zum krebserregenden Wirkstoff“ (Münchener Merkur, 2020).

Das BfR führt themenübergreifend regelmäßig Stakeholderbefragungen zur Wahrnehmung des gesundheitlichen Verbraucherschutzes durch. Eine solche Befragung wurde auch im Zeitraum vom 20. August bis 29. Oktober 2020 durchgeführt, kurz nach der Veröffentlichung der Aluminium-Bewertung. 96 Prozent der Stakeholder gaben an, dass sie die Arbeit des BfR als gesellschaftlich relevant erachten, 87 Prozent stufen die Vertrauenswürdigkeit des BfR als hoch ein, und etwa drei Viertel der Befragten hielten das BfR für wissenschaftlich unabhängig. Ein Zitat aus der Politik fasst diese Wahrnehmung zusammen: „Ich habe da im Laufe der letzten Monate einen Bericht gelesen. Ich fand die Expertise nicht schlecht. Hat mich überzeugt. Aluminium in Deos.“ (Freudenstein et al., 2021)

Insgesamt zeigt die Auswertung, dass die Kommunikationsmaßnahmen des BfR zur Bewertung von Aluminium in Antitranspirantien größtenteils neutral aufgenommen wurden. Die Peaks in der Berichterstattung sowie die positiven Ergebnisse der Stakeholderbefragung geben Hinweise darauf, dass das BfR als vertrauenswürdige und wissenschaftlich fundierte Institution wahrgenommen wird.

Schlussfolgerung

Die Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten kann das Vertrauen der Öffentlichkeit in wissenschaftliche Erkenntnisse und die darauf basierenden politischen Maßnahmen beeinflussen. Politische Entscheidungsträger stehen in vielen Fällen vor der Herausforderung, fundierte Entscheidungen auf Basis unsicherer wissenschaftlicher Daten zu treffen. Unabhängige Risikobewertungsinstitutionen wie das BfR sind hierbei von großer Bedeutung, da sie durch ihre Expertise eine sachliche und fundierte Grundlage für eine öffentliche Debatte liefern.

In der Kommunikation sollte deutlich werden, dass neue Erkenntnisse nicht als unumstößliche Wahrheiten, sondern als der aktuelle Stand des Wissens verstanden werden sollten. Gleichzeitig sollte betont werden, dass die Wissenschaft nicht beliebig ist und durch Qualitätssicherungsmaßnahmen ein hohes Maß an fundiertem Wissen hervorbringt.

Weitere Forschung zur Kommunikation von wissenschaftlicher Unsicherheit ist nach wie vor erforderlich. Neue und geeignete Maßnahmen sollten entwickelt werden, um Unsicherheiten effektiver zu vermitteln. Zudem sollte der Prozess des wissenschaftlichen Arbeitens, inklusive des Zeitbedarfs, der Vorläufigkeit des Wissens und der integralen Unsicherheit der Wissenschaft anhand aktueller Beispiele erklärt werden. Die Evaluierung der Perzeption ist wichtig, um zu bewerten, ob die Zielgruppen mit den entsprechenden Maßnahmen und Botschaften erreicht werden. Risikokommunikationsstrategien müssen regelmäßig überprüft und weiterentwickelt werden, um auch in Zukunft den Herausforderungen einer sich ständig verändernden Wissenslandschaft gerecht zu werden. [BfR] ●

Literatur

- [1] Arte (2014). Die Akte Aluminium [TV-Dokumentation]
- [2] Brand, F., Dendler, L., Fiack, S. et al (2022). Risikokommunikation politikberatender Wissenschaftsorganisationen: Ein Themenauftritt am Beispiel des Bundesinstituts für Risikobewertung. Bundesgesundheitsbl., 65, 599–607. <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03520-3>
- [3] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2024). Leitfaden für die gesundheitliche Bewertung. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://www.bfr.bund.de/publikationen/leitfaden-fuer-die-bewertung-gesundheitlicher-risiken/>
- [4] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2023). Wenn Stoffe wandern. BfR2GO, 1, 41. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://mobil.bfr.bund.de/cm/350/bfr-2-go-ausgabe-1-2023.pdf>
- [5] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2020a). Neue Studien zu aluminiumhaltigen Antitranspirantien: Gesundheitliche Beeinträchtigungen durch Aluminium-Aufnahme über die Haut sind unwahrscheinlich. Stellungnahme Nr. 030/2020 vom 20. Juli 2020, aktualisiert am 6. Oktober 2023. Abgerufen am 14. August von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/neue-studien-zu-aluminiumhaltigen-antitranspirantien-gesundheitliche-beeintraechtigungen-durch-aluminium-aufnahme-ueber-die-haut-sind-unwahrscheinlich.pdf>
- [6] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2020b). Fragen und Antworten zu Aluminium in Lebensmitteln und verbrauchernahen Produkten. FAQ des BfR vom 20. Juli 2020. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/fragen-und-antworten-zu-aluminium-in-lebensmitteln-und-verbrauchernahen-produkten.pdf>
- [7] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2019). Reduzierung der Aluminiumaufnahme kann mögliche Gesundheitsrisiken minimieren. Stellungnahme Nr. 045/2019 des BfR vom 18. November 2019. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/reduzierung-der-aluminiumaufnahme-kann-moegliche-gesundheitsrisiken-minimieren.pdf>
- [8] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2017). BfR-Verbrauchermonitor 2017 | Spezial Aluminium im Lebensmittelbereich. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://mobil.bfr.bund.de/cm/350/bfr-verbrauchermonitor-2017-spezial-aluminium-im-lebensmittelbereich.pdf>
- [9] BfR – Bundesinstitut für Risikobewertung. (2014). Aluminiumhaltige Antitranspirantien tragen zur Aufnahme von Aluminium bei. Stellungnahme Nr. 007/2014 des BfR vom 26. Februar 2014. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://www.bfr.bund.de/cm/343/aluminiumhaltige-antitranspirantien-tragen-zur-aufnahme-von-aluminium-bei.pdf>
- [10] Collins, L. C. & Nerlich, B. (2016). Uncertainty discourses in the context of climate change: A corpus-assisted analysis of UK national newspaper articles. *Communications*, 41(3), 291–313. <https://doi.org/10.1515/commun-2016-0009>

- [11] Darbre, P. D., Mannello, F., Exley, C. (2013). Aluminium and breast cancer: Sources of exposure, tissue measurements and mechanisms of toxicological actions on breast biology. *J Inorg Biochem*, 128, 257–61.
- [12] Dekant, W. (2019). Metal salts with low oral bioavailability and considerable exposures from ubiquitous background: Inorganic aluminum salts as an example for issues in toxicity testing and data interpretation. *Toxicol Lett*, 314, 1–9.
- [13] Deutscher Bundestag. (2014). Kleine Anfrage. Drucksache 18/1147. 18. Wahlperiode. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://dserver.bundestag.de/btd/18/011/1801147.pdf>
- [14] Dpa Infoline (2020). Aluminium in Deos weniger belastend als angenommen.
- [15] Drexler, H. (2018). Aluminium in dermatologischen Externa – gibt es für den Einsatz Kontraindikationen aufgrund der systemischen Toxizität? *Dermatologie in Beruf und Umwelt*, 66, 145–150.
- [16] Ellermann, C., McDowell, M., Schirren, C. O. et al. (2022). Identifying content to improve risk assessment communications within the Risk Profile: Literature reviews and focus groups with expert and non-expert stakeholders. *PLoS One*, 11;17(4).
- [17] EFSA – Europäische Lebensmittelbehörde (2021). Scientific report on technical assistance in the field of risk communication. *EFSA Journal*, 19(4), 6574. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2021.6574>
- [18] EFSA – Europäische Lebensmittelbehörde (2018). EFSA Panel on Contaminants in the Food Chain. Guidance on Uncertainty Analysis in Scientific Assessments *EFSA Journal*, 16(1), 5123.
- [19] EFSA – Europäische Lebensmittelbehörde. (2008). Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Food Contact Materials (AFC). Safety of aluminium from dietary intake. *EFSA Journal*, 754, 1–34.
- [20] Exley, C. & Mold, M. J. (2019). Aluminium in human brain tissue: how much is too much? *J Biol Inorg Chem*, 24, 1279–82. <https://doi.org/10.1007/s00775-019-01710-0>
- [21] Feldwisch-Drentrup, H. (2020). Offizielle Entwarnung für Aluminium in Kosmetika. Medwatch. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://medwatch.de/leben/offizielle-entwarnung-fuer-aluminium-in-kosmetika/>
- [22] Fischhoff, B., Slovic, P., Lichtenstein, S. et al. (1987). How safe is safe enough? A psychometric study of attitudes towards technological risks and benefits. *Policy Sci*, 9, 127–152. <https://doi.org/10.1007/BF00143739>
- [23] Flarend, R., Bin, T., Elmore, D. et al. (2001). A preliminary study of the dermal absorption of aluminium from antiperspirants using aluminium-26. *Food Chem Toxicol*, 39, 163–168.
- [24] Freudenstein, F., Lindemann, A.-K., Lohmann, M. et al. (2021). BfR-Stakeholder- und Bevölkerungsbefragung: Fünfte Evaluation zum gesundheitlichen Verbraucherschutz in Deutschland. Berlin: Bundesinstitut für Risikobewertung. BfR-Wissenschaft 02/2021. <https://doi.org/10.17590/20210705-112013>
- [25] Gustafson, A. & Rice, R. E. (2020). A review of the effects of uncertainty in public science communication. *Public Underst Sci.*, 29(6), 614–633. <https://doi.org/10.1177/0963662520942122>
- [26] Gustafson, A. & Rice, R. E. (2019). The Effects of Uncertainty Frames in Three Science Communication Topics. *Science Communication*, 41(6), 679–706. <https://doi.org/10.1177/1075547019870811>
- [27] Intemann, K. (2023). Science communication and public trust in science. *Interdiscip Sci Rev*, 48(2), 350–365. <https://doi.org/10.1080/03080188.2022.2152244>

- [28] Jensen, J. D. (2008). Scientific Uncertainty in News Coverage of Cancer Research: Effects of Hedging on Scientists' and Journalists' Credibility. *Human Communication Research*, 34(3), 347–369. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2958.2008.00324.x>
- [29] Johnson, B. B. & Slovic, P. (1998). Lay views on uncertainty in environmental health risk assessment. *Journal of Risk Research*, 1(4), 261–279. <https://doi.org/10.1080/136698798377042>
- [30] Kause, A., Bruine de Bruin, W., Persson, J. et al (2022). Confidence levels and likelihood terms in IPCC reports: a survey of experts from different scientific disciplines. *Climatic Change*, 173, 2. <https://doi.org/10.1007/s10584-022-03382-3>
- [31] Kelp, N. C., Witt, J. K., Sivakumar, G. (2022). To Vaccinate or Not? The Role Played by Uncertainty Communication on Public Understanding and Behavior Regarding COVID-19. *Science Communication*, 44(2), 223–239. <https://doi.org/10.1177/10755470211063628>
- [32] Klotz, K., Weistenhöfer, W., Neff, F. et al. (2017). Gesundheitliche Auswirkungen einer Aluminiumexposition. *Dtsch Arztebl Int*, 114, 653–659. <https://doi.org/10.3238/arztebl.2017.0653>
- [33] Krewski, D., Yokel, R. A., Nieboer, E. et al. (2007). Human health risk assessment for aluminium, aluminium oxide, and aluminium hydroxide. *J Toxicol Environ Health B Crit Rev*, 10, Suppl 1, 1–269.
- [34] Maier, M., Milde, J., Post, S. et al. (2016). Communicating scientific evidence: Scientists', journalists' and audiences' expectations and evaluations regarding the representation of scientific uncertainty. *Communications*, 41(3), 239–264.
- [35] Matisāne, L., Knudsen, L. E., Lobo Vicente, J. et al. (2022). Citizens' Perception and Concerns on Chemical Exposures and Human Biomonitoring-Results from a Harmonized Qualitative Study in Seven European Countries. *Int J Environ Res Public Health*, 19(11), 6414.
- [36] Münchner Merkur (2020). Deo mit Aluminium: Überraschende Erkenntnisse zum krebserregenden Wirkstoff.
- [37] Pinker, S. (2018). *Enlightenment Now: The Case for Reason, Science, Humanism, and Progress*. New York: Viking.
- [38] Ratcliff, C. L. & Wicke, R. (2023). How the public evaluates media representations of uncertain science: An integrated explanatory framework. *Public Underst Sci*, 32(4), 410–427. <https://doi.org/10.1177/09636625221122960>
- [39] Renn, O. (2022). Vertrauen als Grundlage einer erfolgreichen institutionellen Risikokommunikation. *Bundesgesundheitsbl*, 65, 529–536. <https://doi.org/10.1007/s00103-022-03519-w>
- [40] SCCS – Scientific Committee on Consumer Safety. (2020). Final Opinion on the safety of aluminium in cosmetic products – submission II. SCCS/1613/19. Abgerufen am 14. August 2025 von https://health.ec.europa.eu/document/download/c60cc5db-260d-4707-a75f-b994293a618b_en
- [41] Schulze, A., Brand, F., Leschzyk, D. K. et al (2023). Optimierung der Risiko- und Krisenkommunikation von Regierungen, Behörden und Organisationen der Gesundheitssicherung – Herausforderungen in lang anhaltenden Krisen am Beispiel der COVID-19-Pandemie. *Bundesgesundheitsbl Gesundheitsforsch Gesundheitsschutz*, 66(8), 930–939. <https://doi.org/10.1007/s00103-023-03708-1>
- [42] Schuster, C. & Scheu, A. M. (2023). Wie beeinflusst die Kommunikation wissenschaftlicher Unsicherheiten Vertrauen in Wissenschaft? – Ein Systematic Review. Abgerufen am 14. August 2025 von https://wissenschaft-im-dialog.de/documents/112/SystematicReview_UnsicherheitenVertrauen_TransferUnit.pdf

- [43] Siegrist, M. (2019). Uncertainties about the Communication of Uncertainties – Presentation. 22 February 2019. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://www.bfr.bund.de/cm/349/uncertainties-about-the-communication-of-uncertainties.pdf>
- [44] Slovic, P. (1987). Perception of risk. *Science*, 236:280–285. <https://doi.org/10.1126/science.3563507>
- [45] Spiegel (2020). Aluminiumhaltige Deos sind doch nicht so gesundheitsschädlich.
- [46] Spiegelhalter, D., Pearson, M., Short, I. (2011). Visualizing uncertainty about the future. *Science*, Sep 9, 333(6048), 1393–1400.
- [47] Taz – Die tageszeitung (2020). Hurra, hurra, das Aluminium ist wieder da!
- [48] TNO (2019): Assessment of bioavailability of aluminium in humans after topical application of a representative antiperspirant formulation using a [26Al] microtracer approach. Study commissioned by the Cosmetics Industry via Cosmetics Europe.
- [49] TNO (2016): Assessment of bioavailability of aluminium, as aluminium chlorohydrate, in humans after topical application of a representative antiperspirant formulation using a [26Al] microtracer approach. Study commissioned by the Cosmetics Industry via Cosmetics Europe.
- [50] van der Bles, A. M., van der Linden, S., Freeman, A. L. J. et al. (2020). The effects of communicating uncertainty on public trust in facts and numbers. *Proc Natl Acad Sci U S A*, Apr 7;117(14),7672–7683. <https://doi.org/10.1073/pnas.1913678117>
- [51] Verordnung (EG) Nr. 178/2002 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 28. Januar 2002 zur Festlegung der allgemeinen Grundsätze und Anforderungen des Lebensmittelrechts, zur Errichtung der Europäischen Behörde für Lebensmittelsicherheit und zur Festlegung von Verfahren zur Lebensmittelsicherheit. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/?uri=CELEX:32002R0178>
- [52] Vosoughi, S., Roy, D., Aral, S. (2018). The spread of true and false news online. *Science*. 359, 1146–1151. <https://doi.org/10.1126/science.aap9559>
- [53] Wiedemann, P., Boerner, F. U., Freudenstein, F. (2021). Effects of communicating uncertainty descriptions in hazard identification, risk characterization, and risk protection. *PLoS One*, 13, 16.
- [54] Wissenschaft im Dialog. (2024). Infografik. Abgerufen am 11. Oktober 2024 von <https://www.wissenschaftskommunikation.de/format/infografik/>
- [55] Wissenschaftsrat. (2021). Wissenschaftskommunikation | Positionspapier; Kiel. Abgerufen am 14. August 2025 von <https://www.wissenschaftsrat.de/download/2021/9367-21.htm>