

Position

**BDI-Position zum Vorschlag einer
harmonisierten Einstufung von
Titandioxid**

Bundesverband der Deutschen Industrie e. V.

Hintergrund

Nach Vorschlag der französischen Behörde ANSES zur harmonisierten Einstufung von Titandioxid (TiO₂; EC 236-675-5; CAS 13463-67-7) als wahrscheinlich krebserzeugend beim Menschen (Kategorie 1B), hat der zuständige Ausschuss für Risikobewertung (RAC) der Europäischen Chemikalienagentur (ECHA) den Vorschlag zur harmonisierten Einstufung beraten und am 12.10.2017 folgenden Einstufungsvorschlag veröffentlicht: Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (Kategorie 2, bei Einatmen), Kennzeichnung mit Piktogramm GHS08 (Gesundheitsgefahr), dem Signalwort „Achtung“ und dem Gefahrenhinweis H351 „Kann vermutlich Krebs erzeugen“.

Auf der Sitzung der zuständigen Behörden der EU-Mitgliedstaaten CARACAL (Competent Authorities for REACH and CLP) am 15./16.11.2017 haben mehrere Mitgliedstaaten Vorbehalte gegen die Einstufung vorgetragen und weiteren Beratungsbedarf angemeldet.

Mit dem vorliegenden Positionspapier nimmt der BDI zum Vorschlag zur harmonisierten Einstufung und Kennzeichnung von Titandioxid Stellung.

Executive Summary

Die Einstufung von Titandioxid mit Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (Kategorie 2, beim Einatmen) ist nicht gerechtfertigt!

Begründung: Titandioxid besitzt keine stoffintrinsic gefährlichen Eigenschaften, es ist ein ungefährlicher Feststoff. Alle Ersatzstoffe besitzen entweder die gleichen oder kritischere Eigenschaften. Der Ersatz durch andere Stoffe führt somit zu keiner Gefahrenreduktion, vielmehr in den meisten Fällen jedoch zu zusätzlichen Gefährdungen. Die Bewertung ist aus toxikologischer Sicht nicht nachvollziehbar, führt zu einer großen Verunsicherung der Verbraucher und hat weitreichende Auswirkungen in Gewerbe und Industrie. Die mit der Einstufung verbundenen Rechtsfolgen sind sehr gravierend und mit erheblichen Nachteilen für Endverbraucher, Industrie und Gewerbe verbunden.

Die momentanen Diskussionen zu Titandioxid zeigen eindringlich, dass die Einstufungskriterien dringend den modernen wissenschaftlichen Kriterien angepasst werden müssen.

**Bundesverband der
Deutschen Industrie e.V.**
Mitgliedsverband
BUSINESSEUROPE

Hausanschrift
Breite Straße 29
10178 Berlin

Postanschrift
11053 Berlin

Ansprechpartner
Herbert Bender

T: +4916096992653
F: +493020282793

Internet
www.bdi.eu

E-Mail
H.Bender@bdi.eu

A Bewertung des Einstufungsvorschlages

Aus Sicht der deutschen Industrie ist eine Einstufung bezüglich der karzinogenen Wirkung in eine Kategorie gemäß CLP-Verordnung weder begründet noch sachgerecht. Zudem ist eine derartige Einstufung mit gravierenden negativen Auswirkungen verbunden, ohne einen Nutzen zu erzielen. Dieser Gesamtbewertung liegen insbesondere folgende Einschätzungen zugrunde:

Toxikologische Ausgangsbasis und Übertragbarkeit von Tierstudien

Ein möglicher Zusammenhang zwischen Titandioxid-Exposition und Lungenkrebs wurde in mehreren großen epidemiologischen Studien (Kohortenstudien und Fall-Kontroll-Studien an Beschäftigten der Titandioxid-Produktion) untersucht. In keiner relevanten Studie konnte ein Zusammenhang zwischen Titandioxid-Exposition und Lungentumoren festgestellt werden. Titandioxid wird seit Jahrzehnten sicher verwendet, aus der Praxis sind keine Gesundheitsgefährdungen für den Menschen bekannt.

Der Vorschlag zur Einstufung im CLH-Report basiert im Wesentlichen auf Studien an Ratten, welche extrem hohen Konzentrationen an Titandioxid-Stäuben exponiert waren, die zu sogenannten „lung overload“-Effekten führten. Die in den Versuchen¹ eingesetzten Staubkonzentrationen lagen bis zu 200-fach oberhalb des für die alveolengängige Staubfraktion (A-Staub) geltenden Arbeitsplatzgrenzwertes in Deutschland oder erfüllen nicht die Anforderungen an eine regulatorische Guideline Studie.

Alle relevanten Leitlinien von ECHA, OECD und ECETOC stellen übereinstimmend fest, dass Ergebnisse aus „lung overload“-Studien an Ratten nicht auf den Menschen übertragen werden dürfen, da die Relevanz für den Menschen nicht gegeben ist. Die Ratte ist in Bezug auf Inhalationstoxizität durch unlösliche Partikel im Vergleich zu allen anderen untersuchten Spezies besonders empfindlich¹: Nur in der Ratte wurden mit unlöslichen Partikeln Tumore in den Atemwegen ermittelt. Andere Tierarten wie Maus oder Hamster, entwickelten bei vergleichbarer Exposition keine Lungentumore. Aus toxikologischer Sicht und unter Berücksichtigung der Kriterien der ECHA-Leitlinie² ist eine Einstufung als karzinogen deshalb nicht gerechtfertigt.

Expositionssituation und Schutz durch bestehende gesetzliche Regelungen

Die zu betrachtende Wirkung von Titandioxid beruht auf partikelbedingten Entzündungsprozessen in der Lunge nach inhalativer Staubexposition gegenüber hohen Konzentrationen, hervorgerufen durch eine unter diesen Bedingungen auftretende Überlastung der physiologischen

¹ Relevance of the rat lung tumor response to particle overload for human risk assessment—Update and interpretation of new data since ILSI 2000; D.B. Warheit, R. Kreiling, L.S. Levy

Lungenreinigungsprozesse. Diese ist nicht stoffspezifisch für Titandioxid, sondern charakteristisch für schwer lösliche Stäuben (GBS-Stäube), unabhängig vom zugrundeliegenden Stoff.

Für die Einstufung karzinogener Stoffe fordert die CLP-Verordnung, ebenso wie das zugrundeliegende Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS), das Vorliegen einer intrinsischen Stoffeigenschaft (CLP-Verordnung, Anhang I, 3.6.2.2.1, GHS 1.1.3.1.1). Eine stoffspezifische Toxizität wurde im RAC nicht festgestellt. Somit ist eine entscheidende Bedingung für die Aufnahme in den Annex VI der CLP zur harmonisierten Einstufung nicht erfüllt.

Die Stellungnahme des RAC geht **nicht** von einer „intrinsischen“ Toxizität von Titandioxid aus, sondern führt die allgemeine Partikeleigenschaft an. Die Eigenschaft wurde für die gesamte Gruppe von PSLT (schwer lösliche Partikel mit geringer Toxizität) angenommen. Dies würde bedeuten, dass alle PSLT gemäß dieser Stellungnahme ebenso bewertet und behandelt werden müssten. Ein solches Vorgehen ist weder zielführend im Sinne des Gesundheitsschutzes, noch im Sinne der CLP-Verordnung, sondern führt zu einer breiten Überkennzeichnung und in deren Folge zu einer Abwertung der Gefahrenkennzeichnung.

Der Schutz vor Staub und allgemeinen Partikeleffekten ist primär ein Thema des Arbeitsschutzes. In Deutschland und den EU-Mitgliedstaaten gibt es deshalb entsprechende Staubgrenzwerte, um vor partikelbedingten Entzündungsprozessen in der Lunge durch die inhalative Staubexposition zu schützen. Der Allgemeine Staubgrenzwert (ASGW in Deutschland) soll die Beeinträchtigung der Funktion der Atmungsorgane infolge einer allgemeinen Staubwirkung verhindern und gilt für alle schwerlöslichen bzw. unlöslichen Stäube. Auf europäischer Ebene könnte die Staubexposition über die Richtlinien 98/24/EG zum Arbeitsschutz einheitlich geregelt werden.

Automatische Rechtsfolgen und Auswirkungen der vorgeschlagenen Einstufung

In vielen gesetzlichen Regelungen wie z. B. zur Anlagensicherheit, zum Umwelt- und Verbraucherschutz oder in Spezialgesetzgebungen für Spielzeuge, Lebensmittelkontaktmaterialien oder kosmetischen Mitteln entstehen durch eine Einstufung und Kennzeichnung als krebserzeugend in Kategorie 2 automatisch und ohne weitere Überprüfung, ob von der Verwendung des Stoffes tatsächlich Risiken ausgehen, umfangreiche Pflichten sowie weitreichende Verbote und Beschränkungen. So wären zum Beispiel Spielzeuge, die Titandioxid enthalten, nach der EU-Richtlinie für Spielzeugsicherheit verboten. Eine Einstufung als vermutlich krebserzeugend Kategorie 2 hätte daneben weitreichende Konsequenzen bei der Kennzeichnung von Gemischen. Entsprechende Produkte müssten mit dem Hinweis „Kann vermutlich Krebs erzeugen“

gekennzeichnet werden, was eine erhebliche Verunsicherung zur Folge hätte.

Wie bereits in der BDI-Grundsatzposition zum Umgang mit Einstufungen und deren Rechtsfolgen² gefordert, dürfen Einstufungsentscheidungen nicht zu einem schleichenden Abbau der stofflichen Basis für die deutsche Industrie führen. Insofern dürfen die Einstufung und ihre Folgen nicht isoliert betrachtet werden. Die nachgelagerten automatischen Rechtsfolgen in anderen Bereichen müssen jeweils im Gesamtkontext bewertet und erforderlichenfalls ganz, zumindest aber terminlich entkoppelt werden, um ganzheitliche risikoorientierte Betrachtungen differenziert erarbeiten zu können. Daraus ergibt sich, dass bei jeder einzelnen Neueinstufung zunächst eine Bestandsaufnahme der vorhandenen Anwendungsfälle mit Bewertung des jeweiligen Risikos erfolgen muss.

Aus Sicht der Industrie sind insbesondere folgende Auswirkungen und automatische Rechtsfolgen, die mit der vorgeschlagenen Einstufung von Titandioxid verbunden wären, kritisch zu bewerten:

- **Abfallrecht:**

Im europäischen Abfallrecht ist die Einstufung von Abfällen an das EU-Chemikalienrecht angelehnt. Die gefahrenrelevanten Abfalleigenschaften (sogenannte „HP-Kriterien“) wurden Ende 2014 an die GHS-Systematik angepasst. Die HP-Kriterien legen fest, ab wann die Eigenschaft eines gefährlichen Abfalls gegeben ist. Die Grundlagen zur Abfalleinstufung finden sich in der EU-Abfallrahmenrichtlinie (2008/98/EU) und im EU- Abfallverzeichnis. Enthält ein Abfall einen Stoff mit Verdacht auf krebserzeugende Wirkung (Kategorie 2) in einer Konzentration $\geq 1,0 \%$, so ist der Abfall nach HP 7 als gefährlich einzustufen. In Folge dessen wären grundsätzlich alle Abfälle, die Titandioxid in einer Konzentration von mehr als 1 % enthalten, wie z. B. Kunststoffe, Baumaterialien, Tapeten, Farbreste, hochwertige Papiere, Porzellangeschirr, Mutterboden (je nach Geologie), Importkohle oder Möbel, als gefährliche Abfälle einzustufen und zu entsorgen. Ausnahmen wären nur möglich, wenn die entsprechenden Abfälle gemäß EU- Abfallverzeichnis unzweifelhaft jeweils einem Abfallschlüssel ohne Sternchen zugeordnet sind, dem wiederum kein entsprechender „Spiegeleintrag“ eines Abfallschlüssels mit Sternchen zuzuordnen ist („Absolut-Einstufung“).

Die daraus automatisch erwachsenden Pflichten beim Umgang mit derartigem als gefährlich eingestuftem Abfall wären mit zahlreichen Erschwernissen und zusätzlichen Belastungen für die Unternehmen und die Endverbraucher verbunden, wie z. B. immissionsschutzrechtliche Anlagengenehmigungen nach 4. BImSchV, Anforderungen nach Nachweisverordnung mit hohen Dokumentationspflichten oder landesrechtliche Andienungs- und

² BDI-Konzept final: Grundsatzposition zum Umgang mit Einstufungen und deren Rechtsfolgen; Stand 9.1.2015

Überlassungspflichten, sowie Anforderungen an den Transport über Staatsgrenzen. Anders als in der CLP-Verordnung sind in den HP-Kriterien des Abfallrechts in der Regel keine Ausnahmen vorgesehen. Weiterhin ist fraglich, ob ein Recycling dieser Abfälle noch möglich sein wird oder gar sinnvoll ist, da sich durch die Einstufung auch für die Rezyklate Absatzmärkte verändern werden. Eine haushaltsnahe getrennte Wertstoffeffassung, wie sie derzeit über das Duale System in Deutschland erfolgt, wäre in ihrer heutigen Form nicht mehr möglich und die Quoten, die national (im Verpackungsgesetz) sowie europäisch (im Kreislaufwirtschaftspaket) festgelegt sind, ebenfalls nicht mehr einzuhalten.

- **Wegfall wichtiger Qualitätsmerkmale für Verbraucher**

Umweltzeichen wie der Blaue Engel dürfen für viele Produkte nicht vergeben werden, die Stoffe enthalten, die als krebserzeugend (Kategorie 2) eingestuft sind. Gleiches gilt für das Umweltzeichen EU-Ecolabel sowie für den Nordic Swan. Damit würden für die Verbraucher wichtige Qualitätsmerkmale entfallen.

- **EU-Spielzeugrichtlinie**

Auch Spielzeugwaren sind bei einer Einstufung von Titandioxid betroffen. Stoffe, die als krebserzeugend Kategorie 2 eingestuft wurden, sind in Spielzeug und Spielzeugkomponenten verboten und das Inverkehrbringen nach den Bestimmungen der Spielzeugrichtlinie (2009/48/EG) ist eingeschränkt. Zum Beispiel wären beschichtete Holzspielzeuge, bedruckte Plastikspielzeuge oder Malkästen mit Titandioxid-Komponenten nicht mehr zulässig.

- **TA-Luft:**

In der TA Luft Ziffer 5.2.2 besteht eine direkte Verknüpfung zwischen der Einstufung eines Stoffes nach der CLP-Verordnung und der Emissionsbegrenzung in der Abluft, die nicht auf Vorgaben aus der IED-Richtlinie oder anderen europäischen Vorgaben beruhen. Dies kann aufgrund der Verknüpfung zu unverhältnismäßigen Nachrüstungsanforderungen an Industrieanlagen führen.

- **Einstufung und Kennzeichnung von Gemischen:**

Eine Einstufung in Kategorie 2 führt ab 1,0 % zur Kennzeichnung von Gemischen mit dem Gefahrensymbol GHS08 „Gesundheitsgefahr“ und dem Gefahrenhinweis H351 – „Kann vermutlich Krebs erzeugen“ (Kategorie 2, bei Einatmen). Diese Einstufung und Kennzeichnung führt in den nachgelagerten Rechtsbereichen zu einer großen Verunsicherung, ohne zu berücksichtigen, dass eine reale Gesundheitsgefährdung sowohl für die Beschäftigten und den privaten Endverbraucher als auch eine Gefährdung für die Umwelt nicht besteht. Es ist davon auszugehen, dass die Akzeptanz eines „Krebsverdachtsstoffes“ in verbrauchernahen Produkten (Kennzeichnung mit „Kann vermutlich Krebs erzeugen“) nicht

gegeben ist. Es ist daher sehr wahrscheinlich, dass Verbraucher Produkte mit einer solchen Kennzeichnung meiden werden, obwohl keine Gefahr besteht. Die Einstufung von Titandioxid führt zu einer Überkennzeichnung und in deren Folge zu einer Abstumpfung beim Verbraucher. Die Einschätzung der tatsächlichen Gefahren durch den Anwender ist nicht mehr möglich und dies führt insgesamt zu einer Abwertung der Gefahrenkennzeichnung und der CLP-Verordnung.

- **Nutzung von Titandioxid als Negativkontrolle in Studien:**
Titandioxid wurde bei vielen Inhalationsversuchen zur Bewertung unterschiedlichster Stoffe als Negativkontrolle eingesetzt. Diese Versuche wurden i.d.R. in REACH-Dossiers genutzt. Eine Einstufung von Titandioxid würde dazu führen, dass alle entsprechenden Tierversuche mit anderen Kontrollsubstanzen wiederholt werden müssten. Da es sich, wie bereits dargestellt, um einen partikelbedingten, aber keinen toxikologischen Effekt handelt, wären entsprechende Kontrollsubstanzen nicht verfügbar. Die entsprechenden Dossiers wären demzufolge faktisch wertlos.

Schlussfolgerung

Der vorgelegte Vorschlag zur Einstufung und Kennzeichnung von Titandioxid ist aus toxikologischer und epidemiologischer Sicht nicht sachgerecht, die Kriterien zur Einstufung sind nicht erfüllt. Die rechtlichen Voraussetzungen für eine harmonisierte Einstufung liegen insgesamt nicht vor.

Die bestehende Gesetzgebung im Arbeitsschutz regelt den Schutz vor Staub und stoffunspezifischen, partikelbedingten Effekten. Eine Einstufung würde nicht zu einer Verbesserung im Gesundheits- und Umweltschutz beitragen, sondern gravierende und unverhältnismäßig problematische Auswirkungen in fast allen Rechtsbereichen haben, zudem eine Verschlechterung im Arbeitsschutz nach sich ziehen könnte und durch eine Überkennzeichnung zu einer Abwertung der Gefahrenkennzeichnung und der CLP-Verordnung führen würde. Eine entsprechende Entscheidung der Kommission sollte rechtlich geprüft werden. Betroffene Unternehmen sollten sich Rechtsmittel und ggf. auch Schadensersatzansprüche vorbehalten.

Für alle Stoffe sollten in Zukunft vor einem Vorschlag für eine harmonisierte Einstufung verpflichtend eine Risikobetrachtung und Folgeabschätzung (Impact Assessments) durchgeführt werden, in die Hersteller, Importeure und Verwender einzubeziehen sind. Falls keine zusätzlichen Maßnahmen bei der Verwendung für Verbraucher, Arbeitnehmer und Umwelt erforderlich sind, ist auf eine Bearbeitung des Stoffes zu verzichten. Falls in Teilbereichen ein Risiko festgestellt wird, sind im Rahmen der Verhältnismäßigkeit die Bereiche auszunehmen, in denen keine Gefährdungen und keine zusätzlichen Maßnahmen vorhanden sind. Dadurch wäre gewährleistet, dass durch das bezugnehmende

Regelwerk keine automatischen und unverhältnismäßigen Beschränkungen bzw. Verbote resultieren. Die automatischen und unverhältnismäßigen Rechtsfolgen bei einer Einstufung von Stoffen erfordern eine dringende Korrektur. Einstufungsentscheidungen dürfen nicht zu einem Wegfall etablierter und sicher verwendeter Stoffe führen. Da offensichtlich die derzeitigen Kriterien zur Einstufung von Stoffen zu Fehleinstufungen führen, müssen diese dringend überarbeitet und den modernen wissenschaftlichen Erkenntnissen angepasst werden. Die Industrie sowie alle relevanten Stakeholder sollten in diesen Prozess zeitnah eingebunden werden, um eine transparente Überarbeitung der Kriterien zu gewährleisten.

B Bedeutung von Titandioxid in verschiedenen Industriebranchen und sozioökonomische Auswirkungen der vorgeschlagenen Einstufung

Titandioxid ist wegen seiner hervorragenden Eigenschaften ohne gefährliche intrinsische Eigenschaft ein Allround-Rohstoff in fast allen Industriebereichen. Titandioxid findet überwiegend als weißes Pigment sowie als (photokatalytische) Beschichtung breite Verwendung.

In Deutschland wird an fünf Standorten mit einer Gesamtkapazität von ca. 480 000 Tonnen überwiegend das pigmentäre Titandioxid hergestellt. Deutschland ist damit weltweit das drittgrößte Produktionsland von Titandioxid, nach den USA und China.

Lack-, Farben- und Druckfarbenindustrie

Die Hersteller von Farben, Lacken und Druckfarben sind mit einem Anteil von 57 % Hauptabnehmer von Titandioxid. Das Weißpigment ist der mit Abstand wichtigste Rohstoff dieser Industrie und wird mit einem Anteil bis zu 55 % in z. B. Farben oder Lacken eingesetzt. Titandioxid wird vor allem aufgrund seiner Lichtbeständigkeit, dem hohen Brechungsindex und dem hohen Lichtstreuvermögen verwendet. Es besitzt aus koloristischer Sicht das höchste Deckvermögen aller Weißpigmente ebenso wie ein hervorragendes Aufhellvermögen gegenüber farbigen Medien. Außerdem ist Titandioxid thermisch stabil, nicht brennbar, nahezu unlöslich in Wasser, wetter- und UV-beständig. Von den 2.328 Farbtönen des RAL-Systems sind nur 119 (5%) ohne Titandioxid hergestellt. Alternativen zu Titandioxid sind für Lacke, Farben und Druckfarben kaum vorhanden, weil andere Rohstoffe qualitativ zumeist schlechter, nicht in der erforderlichen Menge verfügbar und zudem oft ökologisch und toxikologisch bedenklich sind. Titandioxid wird Farben als Pigment zugegeben und ist danach fest in die Bindemittel-Matrix eingebunden. Titandioxid stellt daher in Farben und Lacken keine Gefahr für den Menschen dar, weder am Arbeitsplatz noch beim Gebrauch titandioxidhaltiger Produkte.

Bei einer Einstufung als karzinogen Kategorie 2 ist mit einer erheblichen Verbraucherverunsicherung und mit Kaufzurückhaltung zu rechnen. Eine Einstufung als karzinogen (Kategorie 2) hätte zur Folge, dass Farbreste und titandioxidhaltiger Bauschutt als gefährlicher Abfall entsorgt werden

müssten. Allein die Kosten für die Entsorgung der gewerblich genutzten Gebinde (z. B. von Malern) würden von heute 10 Millionen Euro auf 200 Millionen Euro steigen. Umweltzeichen wie der Blaue Engel können im Falle einer Einstufung nicht mehr vergeben werden. Die Auswirkungen für die Vergabe von Umweltzeichen für Druckerzeugnisse sind derzeit kaum abschätzbar.

In der Lack- und Druckfarbenindustrie sind circa 25.000 Menschen beschäftigt. Viele dieser Arbeitsplätze, insbesondere bei den vielen kleinen und mittleren Unternehmen (KMU), wären bei einer Einstufung von Titandioxid als krebserzeugend massiv gefährdet, weil die meisten Unternehmen keine eigenen Forschungs- und Entwicklungsabteilungen haben, die eine solch umfassende Rezepturänderung durchführen könnten.

Bedeutung von Titandioxid für die Papierindustrie

Titandioxid wird in der Papier-, Pappen- und Kartonherstellung seit vielen Jahrzehnten als sicheres und unverzichtbares Weißpigment eingesetzt. Eine besondere Rolle spielt Titandioxid bei der Produktion sogenannter Dekorpapiere. Dabei handelt es sich um imprägnierfähige Spezialpapiere, die als Basis für die Herstellung dekorativer Oberflächen für die moderne Möbel- und Fußbodenproduktion dienen. Aufgrund seiner herausragenden optischen und technologischen Eigenschaften kann der Titandioxidanteil in Dekorpapieren bis zu 40 Prozent betragen. Eine Substitution mit anderen Rohmaterialien ist trotz jahrzehntelanger Anstrengungen bis heute nicht gelungen und auch nicht absehbar.

Für die Herstellung von Dekorpapieren werden in Europa ca. 14 Prozent des jährlichen Titandioxidbedarfs in Höhe von etwa 1,2 Mio. Tonnen benötigt. In Deutschland liegen die Fertigungskapazitäten für Dekorpapiere bei ca. 400.000 t pro Jahr und entsprechen damit knapp 30 Prozent der Weltproduktion. In diesem Segment erwirtschaften 2.000 Mitarbeiter einen Umsatz von rund 800 Mio. € pro Jahr. Der Wert der mit diesen Dekorpapieren hergestellten dekorativen Oberflächen wird europaweit auf etwa 15 Mrd. € pro Jahr geschätzt.

Kunststoffindustrie

Bei der Herstellung von Kunststoffen liegen die Haupteinsatzgebiete von Titandioxid im Bereich der Beschichtungen, gefolgt von Kunststoffefärbungen und Laminatpapieren. In der Kunststoffverarbeitung wird Titandioxid als Stabilisator, Opacifier oder Bestandteil von Farbpigmenten meistens nach dem Schritt der Herstellung von Kunststoffen in der Compoundierung oder bei der Verarbeitung zu Kunststoffwaren eingesetzt. Titandioxid hat sich als führendes Weißpigment durchgesetzt. Seine Wechselwirkung mit Licht macht sich zum einen als Lichtstreuung bemerkbar, die zu Deckvermögen führt, oder als Absorption der Energie von UV-Licht, um Polymere vor der Zersetzung durch UV-Licht zu schützen. Durch eine Einstufung von Titandioxid würde ein sehr hoher Anteil eingefärbter Kunststoffe zu gefährlichem

Abfall mit entsprechenden Konsequenzen für deren Reputation in der Öffentlichkeit und Problemen beim Abfallhandling und Recycling werden.

Herstellung von Pigmenten, Pigmentpräparationen, keramischen Farben und Masterbatches

Titandioxid nimmt als Rohstoff im Bereich der Pigmente und Pigmentpräparationen eine herausragende Stellung ein. Dabei wird es zur Synthese von wichtigen anorganischen Buntpigmenten verwendet. Das Titandioxid wird dabei während des Herstellungsprozesses vollständig umgesetzt und ist als strukturgebende Komponente die unverzichtbare Basis für die Herstellung dieser Buntpigmente. Aufgrund seines hervorragenden Deckvermögens wird Titandioxid als das wichtigste Weißpigment in anderen Pigmenten, keramischen Farben, Pigmentpräparationen, Masterbatches für die anschließende Einfärbung von Kunststoffen und Künstler- und Schulfarben eingesetzt. Je nach Anwendung liegen die Gehalte von Titandioxid in Pigmentpräparationen zwischen 1 und nahezu 100 %, in keramischen Farben zwischen 5 und 60 % und in Masterbatches zwischen 0,1 und 80 %.

Titandioxid ist äußerst lichtbeständig und es besitzt daher aus koloristischer Sicht das höchste Deckvermögen aller Weißpigmente. Aufgrund dieser überragenden Materialeigenschaften von Titandioxid in Kombination mit Gesundheits-, Sicherheits- und Umwelteigenschaften gibt es keine annähernd gleichwertigen Alternativen.

Natürliche Rohstoffe und Keramikindustrie

Titan ist mit 0,6 Masse-% das neunthäufigste Element in der Erdkruste. Zahlreiche mineralische Steine-und-Erden-Rohstoffe enthalten geogene Titandioxid-Gehalte, häufig in Größenordnungen bis zu mehreren Masse-%, z. B. Ton oder Kaolin. Ihren Ursprung haben die Titangehalte in magmatischen Gesteinen, gebunden u. a. an die Erzminerale Rutil (TiO_2), Ilmenit (FeTiO_3) und Ulvit (TiFe_2O_4) einerseits und gesteinsbildende Minerale wie Amphibole, Pyroxene und Glimmer (Biotit) andererseits. Rutil als chemisch resistentes und abrasionsbeständiges Mineral kann bei solchen Prozessen weiträumig verlagert und in Sedimentgesteinen, z. B. Tonen, abgelagert werden. Im Gegensatz hierzu verwittern die gesteinsbildenden Minerale und die hierbei freigesetzten Elemente bilden neue Mineralphasen. In Sedimenten, z. B. Tonen, dominiert dann die neue Mineralphase Anatas (TiO_2). Der Titandioxid-Gehalt in verwitterten Böden kann somit bis über 1 Masse-%, in manchen Böden auf Titanreichen Gesteinen sogar bis über 10 Masse-% ansteigen. Für Tonlagerstätten bedeutet dies beispielsweise, dass geogene Titandioxid-Gehalte in der Größenordnung bis 4,5 Masse-% auftreten, gebunden an die Minerale Rutil und Anatas.

Eine Einstufung von Titandioxid hätte somit weitreichende Folgen für die Rohstoffindustrie und die keramische Industrie. Keramische Rohstoffe sind ein Grundstein der industriellen Produktion und die daraus

hergestellten Produkte sind aus unserem täglichen Leben nicht mehr wegzudenken.

Die meisten Produkte der Keramikindustrie, die aus natürlichen Rohstoffen hergestellt sind, haben einen TiO₂-Gehalt von über einem Masse-%. Der Werkstoff Keramik, aus dem die Produkte bestehen, wäre also als krebserzeugend eingestuft. Das kann zu Akzeptanzproblemen bei den Verbrauchern führen, insbesondere bei Erzeugnissen, die dafür gedacht sind, mit Lebensmitteln in Berührung zu kommen, also z. B. Geschirr. Im Fall von glasierten Porzellanen befindet sich Titandioxid nicht nur als natürlicher Bestandteil im Rohstoff, sondern wird den Glasuren gezielt zugesetzt, um die Deckkraft zu erhöhen oder eine bestimmte Farbe einzustellen. Der Farbraum für Dekore auf Porzellan wäre ohne Titandioxid stark eingeschränkt (s. o.). Ebenso enthalten keramische Implantate (z. B. Hüftgelenke) einen Anteil von Titandioxid, der deutlich über einem Prozent liegt.

Alternativen für tonhaltige natürliche Rohstoffe sind praktisch nicht verfügbar; die Entsorgung keramischer Produkte müsste bei der beabsichtigten Einstufung von TiO₂ überwiegend als gefährlicher Abfall erfolgen.

Baustoffindustrie: Herstellung von Bauprodukten und bauchemischen Produkten

Bei der Herstellung von Bauprodukten und bauchemischen Produkten ist Titandioxid ein unverzichtbarer Einsatzstoff für die Formulierung von z. B. pigmentierten Beschichtungen, Spachtelmassen, pastösen und mineralischen Putzen, Fugenmörtel, Trockenmörtel, Dichtstoffen und sonstigen sichtbaren Oberflächenbeschichtungen. In der überwiegenden Anzahl der Anwendungsfälle fungiert Titandioxid hier als Weißpigment. Für Spezialanwendungen im Baustoffbereich wird Titandioxid teilweise auch als photokatalytisches Material zur Entfernung von Stickoxiden oder organischen Verbindungen eingesetzt. Innovative Baustoffe nutzen diese Effekte, um selbstreinigende Oberflächen oder Verbesserungen der Innenraumluftqualität zu erreichen.

Derzeit sind im Bereich der Baustoffe keine alternativen Einsatzstoffe bekannt, die vergleichbare Eigenschaften aufweisen. Zu den hervorzuhebenden Eigenschaften zählen insbesondere der hohe Brechungsindex (hohe Deckkraft) und der Weißgrad von Titandioxid. In der historischen Entwicklung hat Titandioxid andere Weißpigmente wie „Bleiweiß“ abgelöst, die im Gegensatz zu Titandioxid toxikologisch kritischer zu bewerten sind.

Stahlindustrie

Titandioxid wird in der Stahlindustrie in verschiedenen Formen eingesetzt. In Oxygenstahlwerken wird es in Form von Rutil als Legierungsmittel neben Ferrotitan eingesetzt. Außerdem wird Rutil unter bestimmten

Voraussetzungen in den Hochofen eingeblasen, um eine sichere Nutzung zu gewährleisten. Ebenso ist ein Einsatz im Pflannenofen möglich.

Als Bestandteil von Lacken, die in der Beschichtung von Blechen eingesetzt werden, können Titandioxidgehalte bis zu 50 % im Nasslack auftreten, im eingebrannten Lack kann die Konzentration deutlich höher sein. Daneben kann Titandioxid in verschiedenen Rohstoffen der Stahlindustrie wie Kohle und Erzen in einem natürlichen Anteil von mehr als 1 % auftreten. In Eisenhüttenschlacken liegt Titandioxid in Konzentrationen von mehr als 1 % vor. Häufig ist Rutil auch Bestandteil in Schweißelektroden.

Glasindustrie

Titandioxid wird in der Glasindustrie sowohl zur Herstellung von Spezialglas als auch von Flachglas verwendet. Bei der Spezialglasfertigung wird Titandioxid der Glasschmelze zugefügt und in einer Konzentration von unter einem bis zu 30 % eingesetzt. Dabei wurde Titandioxid im Fall von Spezialglas nach intensiver Forschung bewusst zur Substitution von Bleioxid eingeführt. Ein Erzeugnis der Spezialglasindustrie mit Titandioxid stellt z. B. die Glaskeramik (Ceran-Kochfeld oder ROBAX-Kaminsichtscheibe) dar. Bei der Flachglasherstellung dient es als Beschichtung für alle Gläser im Baubereich oder wird in Farben verwendet.

Es gibt derzeit keine Möglichkeit zur Substitution von Titandioxid, da kein anderer Stoff dieselben positiven Eigenschaften im Glas hat. Titandioxid hat deutliche Auswirkungen auf die chemische und physikalische Widerstandsfähigkeit von Gläsern, auf die Lichtbrechung, die UV-Absorption, auf Gewicht und Dichte, das Kristallisationsverhalten, das Ausdehnungsverhalten, die mechanische Belastbarkeit und auf die Sonnenschutzigenschaften sowie die gute Licht-Performance, Antireflexionsbeschichtung und Energieeffizienz für Fensterglas im Bau- und Automobilbereich .

Katalysatoren in der Heißgasreinigung

Titandioxid findet in seiner Modifikation Anatas breite Anwendung in SCR-Katalysatoren bei der Heißgasreinigung (SCR = selektiv katalytische Reduktion). Hierbei wird das Titandioxid für die selektive katalytische Reduktion von Stickoxiden (NO_x) in heißen Gasen (250- 800°C) benötigt.

Eine Einstufung von Titandioxid hätte weitreichende Folgen für dessen Einsatz als Katalysator und damit für eine effektive und wirtschaftliche Reduktion von Stickoxiden in Industrieprozessen und in Kraftfahrzeugen (Dieselmotor). Damit ist zu befürchten, dass eine Einstufung neben negativen ökonomischen auch ökologische Auswirkungen hätte.

Herstellung kosmetischer Produkte

Titandioxid ist ein bedeutender Formulierungsbestandteil vielfältiger kosmetischer Produkte, wie z. B. Hautschutz- und Hautpflegeprodukte, Sonnenschutzmittel, Zahnpasten und dekorative Kosmetika. Titandioxid ist im Rahmen der EG-Kosmetik-Verordnung als Farbpigment und als UV-Filter ausdrücklich zugelassen. Diese Zulassungen basieren auf umfassenden Risikobewertungen des zuständigen unabhängigen wissenschaftlichen EU-Komitees SCCS (Scientific Committee on Consumer Safety). Aktuell wurde die nanoskalige Form von Titandioxid nochmals speziell für den Einsatz als UV-Filter in allen toxikologischen Endpunkten bewertet. Titandioxid ist in jedem Fall in kosmetischen Formulierungen – typischerweise in Emulsionen – fest eingebunden, sodass gerade eine inhalative Exposition bei kosmetischen Mitteln in aller Regel nicht relevant ist.

Titandioxid als UV-Filter-Pigment legt sich als schützender Film auf die oberste Hautschicht und streut und absorbiert die UV-Strahlen der Sonne. Auf diese Weise wird die Haut vor der UV-Strahlung und ihren gesundheitsschädlichen Folgen (Sonnenbrand, DNA-Schäden, Hautalterung usw.) geschützt. Durch die Kombination mit anderen Filtersubstanzen können besonders hohe Lichtschutzfaktoren erzielt werden. Titandioxid zeichnet sich zudem durch eine optimale Hautverträglichkeit aus – Unverträglichkeiten bzw. allergische Reaktionen auf Titandioxid in Kosmetika sind praktisch nicht bekannt.

Pharmazeutische Industrie

Titandioxid findet in der pharmazeutischen Industrie seit Jahrzehnten einen breiten Einsatz bei der Herstellung von Arzneimitteln. Titandioxid wird hier u. a. als weißer Farbstoff in Filmüberzügen von Tabletten, in Dragees oder Kapselhüllen (feste Darreichungsformen) eingesetzt. Daneben spielt es auch bei Primärpackmitteln, die unmittelbar mit dem Arzneimittel in Berührung kommen, eine wichtige Rolle, z. B. um Blisterfolien undurchsichtig zu machen.

Verwendung in Medizinprodukten

Verschiedene Medizinprodukte enthalten Titandioxid als Pigment in gebundener Form, z. B. in Dentalabformmasse, Zahnfüllmaterial oder Zahnlabormaterialien und Befestigungszemente. Für all diese Dentalmaterialien erzielt Titandioxid die besten Ergebnisse, um ästhetische Farben zu erhalten, was bedeutet, dass selbst bei einer sehr niedrigen Pigmentkonzentration ästhetischste Dentalprodukte erzielt werden können. Darüber hinaus ist Titandioxid in verschiedenen Kunststoffteilen in Medizinprodukten oder medizinischen Geräten vorhanden. Die Weißfärbung der Produkte führt zum einen dazu, dass Schmutz und andere Verunreinigungen sofort sichtbar sind und zum anderen zu einem UV-Schutz aufgrund der Lichtbeständigkeit. Zusammenfassend ist zu sagen, dass Titandioxid einerseits für die Stabilität des Produkts und andererseits für hygienische Bedingungen

sorgt. Obwohl Titandioxid seit Jahrzehnten nicht nur in Arzneimitteln und Medizinprodukten verwendet wird, gibt es keine bekannten Beispiele für Nebenwirkungen, die durch den Stoff verursacht werden.

Textil- und Lederherstellung

Titandioxid nimmt eine bedeutende Rolle im Bereich der Textil- und Lederherstellung ein. Es wird beispielsweise eingesetzt als:

- Mattierungsmittel in Chemiefasern, z. B. zur Weißpigmentierung von Glasfaservliesen und Polyester
- Bestandteil in Farben und Beschichtungsprodukten; z. B. für LKW-Planen, Abdeckplanen, Zelte, Turnmatten, Schleifmittelträger, Bauprodukte, Faltenbälge, Dressierbeutel, technische Textilien, Sonnenschutz (Black-out, Dim-out)/Rollos & /Dekorationsmaterialien
- Bestandteil in Drucktinten (z. B. Inkjet, Digitaldruck) und in Druckpasten für den Pigmentdruck (z. B. Heimtextilien wie Bettwäsche)
- Trägermaterial für biozide Wirkstoffe
- Bestandteil zur Pigmentierung von Leder

Auf Grund seines hohen Brechungsindex ermöglicht Titandioxid die effektivste Weißpigmentierung mit bestmöglicher Deckkraft. Damit einher geht eine herausragende UV-Beständigkeit. Durch den Einsatz in Beschichtungen ist das Titandioxid immer in einer Beschichtungsmatrix eingebunden und eine Freisetzung somit kaum möglich. Mit seiner hohen Lebensdauer ist es ein sehr nachhaltiges Produkt. Damit ist es zum jetzigen Zeitpunkt alternativlos für die meisten Anwendungen im Bereich der Textil- und Lederherstellung.

Herstellung von Klebstoffen

Als Bestandteil von Klebstoffformulierungen findet Titandioxid als Weißpigment einen breiten Einsatz in verschiedensten Sektoren – von der Baubranche, der Papier- und Verpackungsindustrie über den Automobil-, Schienenfahrzeug-, Schiffs- und Flugzeugbau bis hin zur Elektronik und Elektrotechnik, dem Dentalbereich und anderen Branchen.

Titandioxid wird überwiegend in reaktiven Klebstoffen, pastösen Dispersionsklebstoffen und Schmelzklebstoffen eingesetzt.

Trotz des verhältnismäßig hohen Preises verwenden Klebstoffhersteller in ihren Formulierungen als Weißpigment aufgrund der unübertroffenen starken Deckkraft und des hohen Weißgrades nahezu ausschließlich Titandioxid. Aufgrund der hohen Deckkraft reichen meist geringe Mengen an Titandioxid aus, um den gewünschten Farbeffekt ohne eine starke, unerwünschte Viskositätssteigerung zu erreichen.

Schweißindustrie

Bei der Herstellung und Verarbeitung von Schweißzusätzen spielt Titandioxid eine herausragende Rolle. Titandioxid ist der wesentliche Bestandteil der Mehrheit konventioneller Schweißzusatz und -hilfsstoffe. Es bestimmt maßgeblich das Prozessverhalten verschiedenster Schweißverfahren und wird daher zur Klassifizierung der Schweißzusätze entsprechend der einschlägigen nationalen und internationalen Normen herangezogen.

Umhüllungsmassen von Stabelektroden zum Elektrode-Hand-Schweißen enthalten 5 % (basische Elektroden) bis 80 % (rutile Elektroden) Titandioxid. Bei Schweißpulvern zum Unter-Pulver-Schweißen beträgt dieser Wert 5 bis 40 %.

Bei Metall-Schutzgas-Schweißen werden in großen Mengen Fülldrähte mit Rutil als Füllungsbestandteil eingesetzt. Bei diesen Schweißzusätzen beträgt der Anteil am Produktgewicht zwischen 2 und 8 %. Weiterhin ist Titandioxid in Mengen größer 0,1 % in Ziehmitteln enthalten, wie sie bei der Herstellung von massiven Schweißdrähten zum Metall-Schutzgas- und Wolfram-Inertgas-Schweißen eingesetzt werden. Titandioxid ist in all diesen Produkten nicht substituierbar.

Die Herstellung und Verarbeitung dieser Produkte würde bei der Klassifizierung von Titandioxid in Kategorie 2 krebserzeugend sowohl Produzenten als auch Anwender zu kostenintensiven Veränderungen bei Herstellung und Verarbeitung von Schweißzusätzen bezüglich des Arbeitsschutzes zwingen. Betroffen hiervon wären eine Vielzahl von Unternehmen aus der produzierenden Industrie wie z. B. dem Handwerk, der Automobilindustrie, dem Baugewerbe, dem Maschinen- und Apparatebau sowie die Hersteller von metallischen Konsumgütern.

Die bei der Herstellung und Verarbeitung von rutilhaltigen Schweißzusätzen zwangsläufig anfallenden Schweißabfälle (Code 12 01 13) müssten dann als gefährlicher Abfall deklariert werden, was den weiteren Umgang deutlich erschweren würde.

Der Verzicht von Titandioxid bei der Herstellung von Schweißzusätzen hätte in der Konsequenz zur Folge, dass kompletten Fertigungsbereichen des produzierenden Gewerbes die Grundlage entzogen würde. Mangels Substituierbarkeit würde die Einstufung zwangsläufig zu weiteren Produktionsverlagerungen und damit nicht nur zum Verlust vieler Arbeitsplätze sondern auch zum Verlust von Kernkompetenzen in der Schweißindustrie führen.

Weitere Verwendungen

Titandioxid wird in zahlreichen weiteren Verwendungen in Industrie und Gewerbe eingesetzt. Weitere Beispiele, in denen Titandioxid größtenteils nicht durch adäquate Ersatzstoffe substituiert werden kann, sind:

- **Schleifmittel:** Titandioxid ist untrennbarer Bestandteil von vielen Korundkörnungen. Titandioxid liegt in den Korunden hauptsächlich in

Form von Verbindungen (z. B. Al_2TiO_5) oder gelöst im Kristallgitter vor. In geringem Maße kann auch kristallines Titanoxid ($< 0,5\%$) enthalten sein.

- **Chemiefasern:** Bei der Herstellung von chemischen Fasern wird Titandioxid als Mattierungsmittel verwendet.
- **Waschpflegemittel:** Verkapselte Waschmittel für den Endverbraucher enthalten Titandioxid in unterschiedlichen Gehalten, desgleichen Schuhcreme.
- **Stahl- und Metallbearbeitung:** Titandioxid ist in Konzentrationen von 1 bis 20 % enthalten. Dies sind z. B. Schmierstoffe, die beim Prozess der Kaltumformung von Walzdraht zur Herstellung von unterschiedlichen Drahtarten und Drahtqualitäten eingesetzt werden.
- **Automobil:** Alle Autolackierungen enthalten Titandioxid als essenzielles Pigment.
- **Elektrogeräte:** Das Gehäuse der meisten Haushaltsgeräte ist weiß eingefärbt oder lackiert.
- **Bergbau:** Importkohle enthält Titandioxid in schwankenden Konzentrationen

Über den BDI

Der BDI transportiert die Interessen der deutschen Industrie an die politisch Verantwortlichen. Damit unterstützt er die Unternehmen im globalen Wettbewerb. Er verfügt über ein weit verzweigtes Netzwerk in Deutschland und Europa, auf allen wichtigen Märkten und in internationalen Organisationen. Der BDI sorgt für die politische Flankierung internationaler Markterschließung. Und er bietet Informationen und wirtschaftspolitische Beratung für alle industrierelevanten Themen. Der BDI ist die Spitzenorganisation der deutschen Industrie und der industrienahen Dienstleister. Er spricht für 36 Branchenverbände und mehr als 100.000 Unternehmen mit rund 8 Mio. Beschäftigten. Die Mitgliedschaft ist freiwillig. 15 Landesvertretungen vertreten die Interessen der Wirtschaft auf regionaler Ebene.

Impressum

Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI)
Breite Straße 29, 10178 Berlin
www.bdi.eu
T: +49 30 2028-0

Ansprechpartner

Prof. Dr. Herbert F. Bender
Referent
Telefon: +49 160 96992653
h.bender@bdi.eu

BDI Dokumentennummer: D 0910