

Arbeitsmedizinisches Kolloquium der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (DGUV) am 02. April 2025 in Wuppertal

im Rahmen der 65. Wissenschaftlichen Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Arbeitsmedizin und
Umweltmedizin e.V., 02. – 05. April 2025 in Wuppertal

Schwerpunktthema "Stäube am Arbeitsplatz"

Advanced Materials - droht ein neues Asbest?

Dr. Rolf Packroff, Dipl.-Chem.

Wissenschaftlicher Leiter "Gefahrstoffe und Biostoffe"

BAuA - Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Was sind "Advanced Materials"

Advanced Materials sind Materialien, welche durch eine präzise Kontrolle ihrer Zusammensetzung sowie ihrer internen oder externen Struktur gezielt entworfen und konzipiert wurden, um neuartige funktionelle Anforderungen zu erfüllen.

Behördenübergreifende Arbeitsgruppe "Advanced Materials"



- Neuartige Legierungen (z.B. Legierungen mit Formgedächtnis)
- Neuartige Polymere
- Biopolymere (z.B. DNA-basiert, RNA-basiert)
- Poröse Materialien
- **Partikuläre Systeme** (z.B. Quantenpunkte, Suprapartikel, Nanoblüten, Graphen)
- **Neuartige Fasern** (z.B. organisch, kohlenstoffbasiert, anorganisch)
- **Komposite** (z.B. faserverstärkte, partikelverstärkte; Hybridmaterialien)
- Metamaterialien (z.B. elektromagnetische, akustische)
- **Nanomaterialien**

Advanced Materials for Industrial Leadership



Strasbourg, 27.2.2024
COM(2024) 98 final

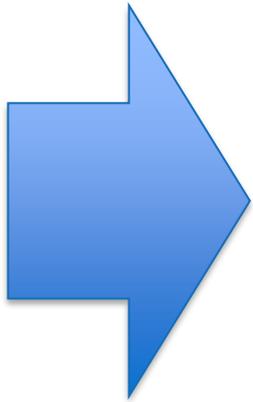
COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN
PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL
COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

Advanced Materials for Industrial Leadership

Ein koordinierter Plan von EU-Kommission und Mitgliedsstaaten für
übergreifende Prioritäten in der Forschungs- und Innovationsförderung

Steigende Bedeutung von Advanced Materials für den Arbeitsschutz

"The demand for advanced materials is expected to **significantly increase in the coming years**, for instance for the production of **renewable energy, batteries, zero-emission buildings, semiconductors, ...** "

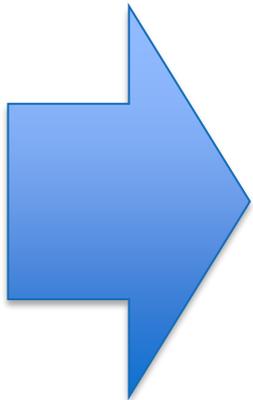


Dies bedeutet, dass die Zahl der Tätigkeiten mit Advanced Materials am Arbeitsplatz deutlich zunehmen wird

Erwartet werden u. a. ca. 800.000 neue Arbeitsplätze in der EU im Lebenszyklus von Energiespeichern / Batterien.

Arbeitsschutz über den gesamten Lebenszyklus denken

"When developing a product, it is key that **manufacturers are also aware** - as early as possible - of the **regulatory requirements** that concern them, such as **requirements on the protection of human health** and the environment as well as recyclability."



Dies bedeutet, dass die grundlegenden Anforderungen des Arbeitsschutzes bereits bei der Entwicklung neuer Materialien und Prozesse berücksichtigt werden müssen.

Anwendungssicherheit als Beitrag für ein sicheres und nachhaltiges Design

Safe and Sustainable by Design (SSbD)



**anwendungssicher
&
umweltverträglich**

**Keine Gefährdung von
Mensch und Umwelt
über den gesamten
Lebenszyklus**



generationengerecht

**Keine unakzeptablen
Folgen für die Natur und
kommende Generationen**



in das Design integriert

**Sicherheit,
Umweltschutz,
Nachhaltigkeit schon im
frühen Stadium der
Innovation mitgedacht**

Anwendungssichere Chemikalien, Materialien und Produkte

BAuA Positionspapier

Anwendungssichere Chemikalien, Materialien und Produkte gewährleisten

Ein Beitrag des Arbeitsschutzes zu "Safe and sustainable by design"

Rolf Packroff¹

baua: Fokus

Mit der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit beschreibt die Europäische Union eine wichtige Grundlage für die Umsetzung der globalen Entwicklungsziele der Vereinten Nationen. Ein Schwerpunkt liegt dabei auf dem sicheren und nachhaltigen Design von Chemikalien und Materialien. Die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA) trägt hierzu mit ihrem langfristigen strategischen Ziel "Anwendungssichere Chemikalien und Produkte gewährleisten" bei. Auch wenn der Schwerpunkt dieses Diskussionspapiers auf dem sicheren Arbeiten liegt, ist eine Verknüpfung mit dem Verbraucher- und Umweltschutz ausdrücklich erwünscht.

Inhalt

1	Einführung	1
2	Bedingungen für anwendungssichere Chemikalien, Materialien und Produkte	3
3	Drei Wege zu anwendungssicheren Lösungen	4
4	Eine Brücke schlagen vom Arbeitsschutz zur Nachhaltigkeit	4
	Literatur	6

1 Einführung

"Anwendungssichere Chemikalien und Produkte gewährleisten" ist eines von 4 strategischen Handlungsfeldern im Arbeits- und Forschungsprogramm 2022 - 23 der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAuA). Es wird durch eine Vielzahl von Aktivitäten in gesetzlichen Aufgaben, Politikberatung, Forschung und Entwicklung unterstützt (1). In Bezug auf chemische Risiken geht die Idee der "anwendungssicheren Chemikalien" auf die im Jahr 2002 gestartete Initiative "Neue Qualität der Arbeit" des Bundesarbeitsministeriums zurück. Im Mittelpunkt stand die Vision, dass Chemikalien von Hersteller und Importeur in einer Form auf den Markt gebracht werden sollten, die Risiken für Mensch und Umwelt weitgehend ausschließt. Die auf Paracelsus zurückgehende Erkenntnis, dass "es allein die Dosis macht, dass ein Ding kein Gift ist", bedeutet aber auch, dass eine Chemikalie nicht generell sicher sein kann. Die Exposition, z. B. am Arbeitsplatz, muss berücksichtigt werden. Die verlässliche Aussage für "sicher" muss daher die Anwendungsbedingungen und die anwendenden Personen berücksichtigen. Deshalb haben wir den Begriff "anwendungssichere Chemikalien und Produkte" eingeführt. Die drei verschiedenen Pfade zur "Anwendungssicherheit" wurden auf der Grundlage des Arbeitsschutz- und Chemikalienrechts vor 20 Jahren definiert (2).

¹ Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin

Direkte Anwendungssicherheit

- Design der **gefährlichen Eigenschaften** von Chemikalien, Materialien und Produkten auf ein geringes Risiko

Integrierte Anwendungssicherheit

- Design des **Expositionspotenzials** von Chemikalien, Materialien und Produkten auf ein geringes Risiko

Unterstützte Anwendungssicherheit

- Design einer **risikoarmen Anwendung** von gefährlichen Chemikalien, Stoffen und Produkten

Erweiterter Fokus der Risikoforschung



Nanomaterialien

**Nanomaterialien
&
Advanced Materials**

**Chemikalien
&
Materialien**

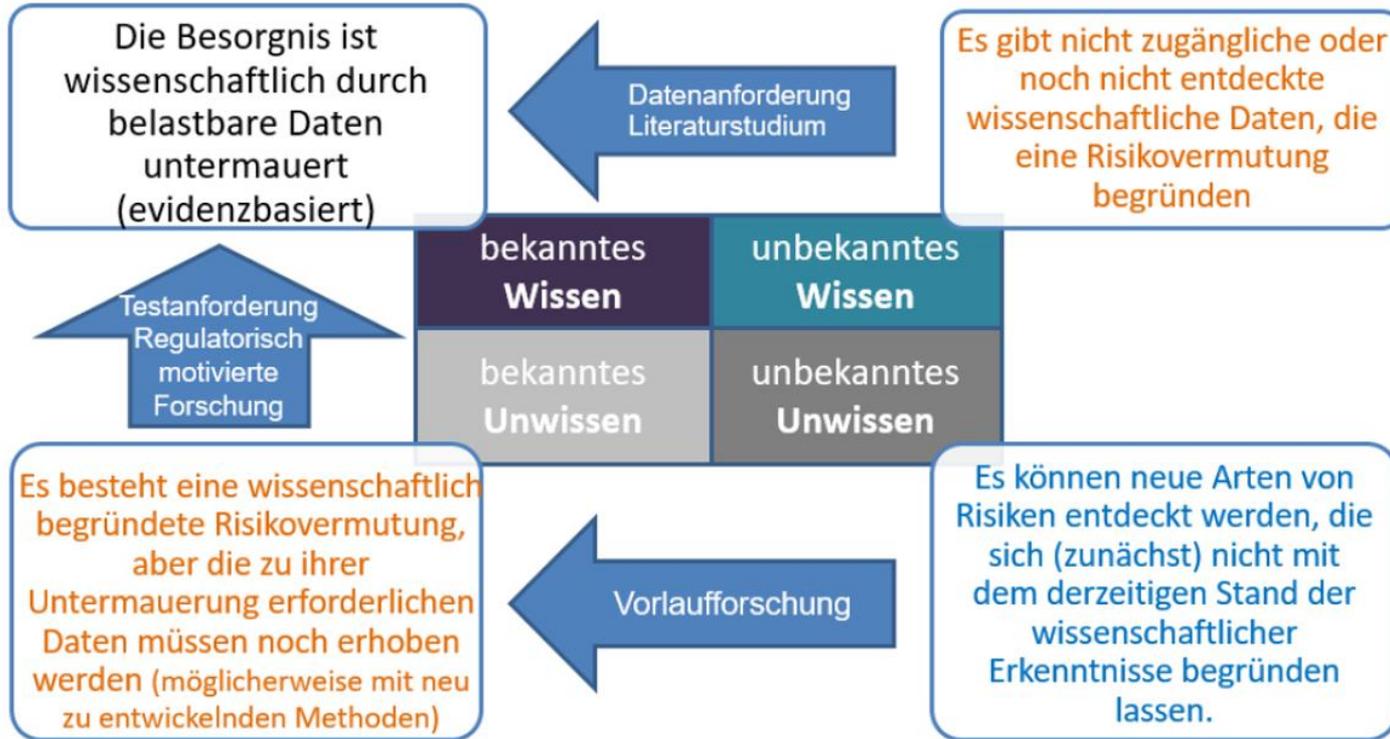


**7. Rahmenprogr.
(2007 - 2013)**

**Horizont 2020
(2014 - 2020)**

**Horizont Europa
(2021 - 2027)**

"Wissen" und "Wissen über Wissen"



Ziel:
**evidenzbasierte
Governance**

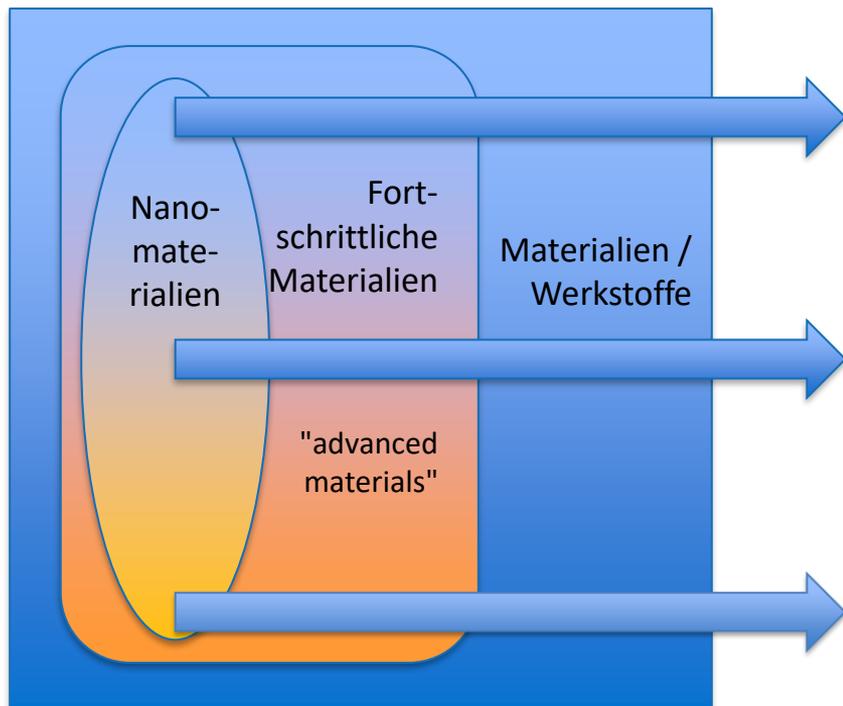
nur bei begründeter
Risikovermutung mit
unzureichender
Evidenz:
**Governance nach
Vorsorgeprinzip**

Die Besonderheit von (Advanced) Materialien

"A major challenge in this area is that **advanced materials can have unique properties** that are **not necessarily well understood in the context of existing toxicological or environmental studies.**"

... sind durch die Morphologie der Materialien bedingte Gefährdungen der Gesundheit!

Herausforderung "Arbeitsschutz und Advanced Materials"



Spezifische Toxizität

Toxikologie bestimmt durch die chemischen Stoffe oder besondere Eigenschaften

GBS-Toxizität

Toxikologie bestimmt durch Freisetzung lungengängiger **granulärer biobeständiger Staubpartikel**

Faserstaubtoxizität

Toxikologie bestimmt durch Freisetzung lungengängiger biobeständiger Fasern mit kritischer Morphologie

stoffinhärente
Eigenschaften
"chemische Risiken"

abhängig von
Material-
charakteristika
und

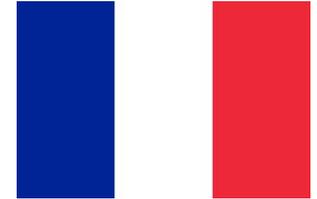
Freisetzung-
potenzial
"stofflich-
morphologische
Risiken"

Arbeitsschutzdefizite beim Batterierecycling

(Bachelor-Arbeit Julia Reese, TU Dortmund)

Biomonitoring zeigt erhöhte Co-Belastungen für Beschäftigte in Frankreich

*Ogier Hanser, Mathieu Melczer, Aurélie Martin Remy, Sophie Ndaw, Waste Management 2022, 122.



Das Werbevideo einer Pilotanlage in Deutschland zeigt einen offenen Umgang mit der Co-haltigen "schwarzen Masse"

https://live.cdn.cms.sms-group.com/Primobius/Services/Disposal_services/CAP1832E_Primobius-Eroffnungsfeier-lang_SMS-group.1080p50.mp4



Clean Industrial Deal (26. Febr. 2025)



Brussels, 26.2.2025
COM(2025) 85 final

COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN
PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL
COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS

The Clean Industrial Deal: A joint roadmap for competitiveness and decarbonisation

"As the European battery recycling industry is faced with a critical situation of a shortage of black mass, which is exported to third countries despite its economic and environmental importance for the European battery ecosystem. **Bearing in mind its hazardous properties, the Commission will adopt specific measures regarding black mass.**"





Das Faserprinzip (Pott, Stanton)

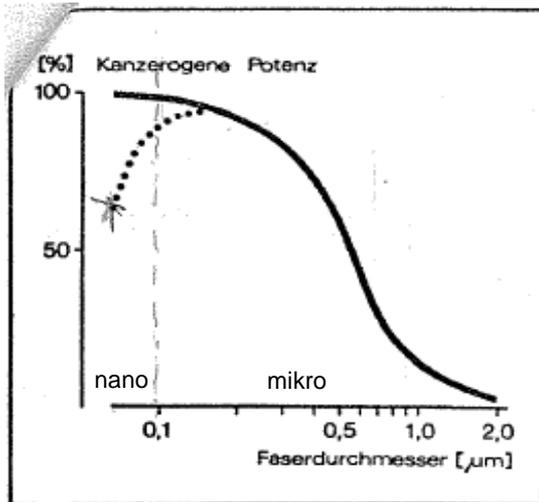


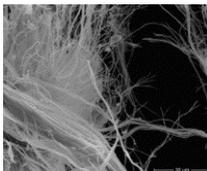
Abb. 4: Hypothese über die Abhängigkeit der kanzerogenen Potenz einer Faser vom Faserdurchmesser. (Bei konstanter Länge und gleichem Fasermaterial besitzen 5 Fasern von 1 µm Durchmesser etwa die gleiche kanzerogene Potenz wie 1 Faser von 0,5 µm Durchmesser.)

Prof. Pott, ASP 8/77

Faserstäube mit kanzerogener Potenz:

- gestreckt (Länge/Durchmesser > 3/1)
- dünn (unter 3 µm)
- lang (5 µm – ca. 100 µm)
- biobeständig

Asbest

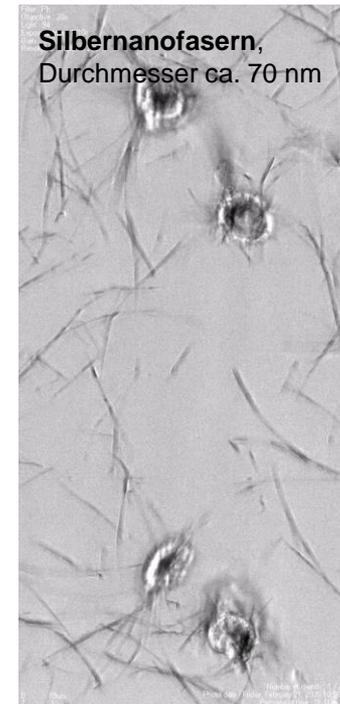


aber auch

- Mineralwollen (vor 2000)
- Keramikfasern
- Whisker
- bestimmte CarboNanoTubes
-

Gesundheitsschäden

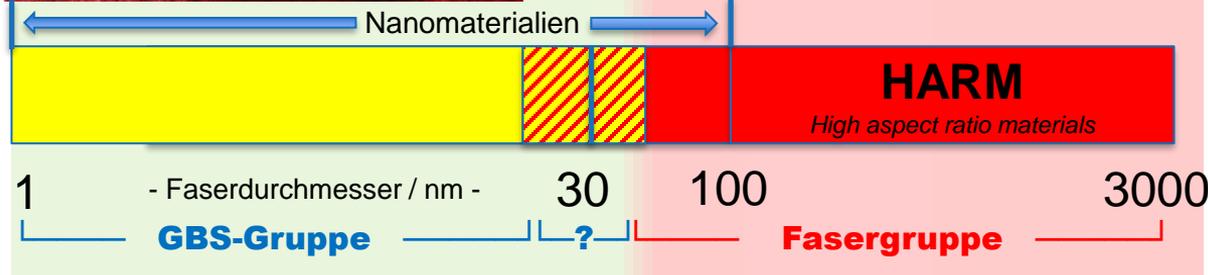
- Fibrogene Wirkung / Asbestose
- Krebserkrankungen: Lunge, Rippen, Bauchfell, ..



Silbernanofasern,
Durchmesser ca. 70 nm

Martin Wiemann, Münster

Erweitertes Faserprinzip: Gibt es einen unteren kritischen Faserdurchmesser?



mehrwandige Kohlenstoffröhren
(röhrenförmiger synthetischer Graphit)
mit einem geometrischen Durchmesser
der Röhren von $\geq 30 \text{ nm}$ bis $< 3 \text{ }\mu\text{m}$ und
einer Länge von $\geq 5 \text{ }\mu\text{m}$ und einem
Aspektverhältnis von $> 3:1$, einschließlich
mehrwandiger Kohlenstoffnanoröhren,
MWC(N)T;



sind seit 2024 legal eingestuft als

- **krebserzeugend**, Kategorie 1B
- chronisch toxisch, STOT RE 1
(Einatmen, Lunge)

BAuA-Projekt F 2376 CarboNanoTox

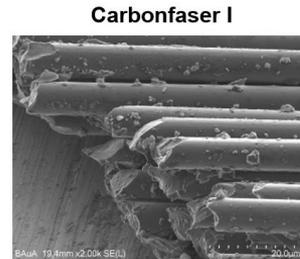
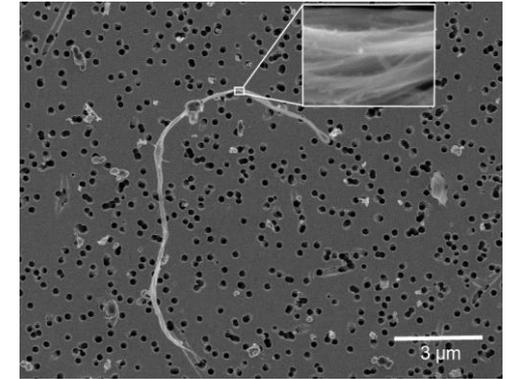
(Fraunhofer ITEM, Hannover)

Tests mit interperitonealer Applikation an Ratten mit 2 Dosierungen,
24 Monate Beobachtung, Vergleich: Amosit-Asbest (GMD 0.37 μm)

MWCNT Kohlenstoffnanoröhrchen, mehrwandig,
GM-Durchmesser 10, 20, 30 nm

SWCNT Kohlenstoffnanoröhrchen GMD < 10 nm,
einwandig, bilden Faserbündel

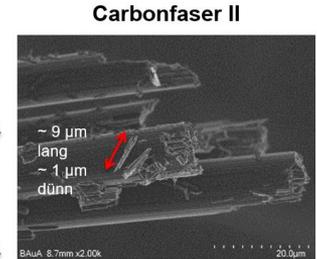
CF Faserstaub aus
pechbasierten
Carbonfasern
(GMD 1.3 μm)



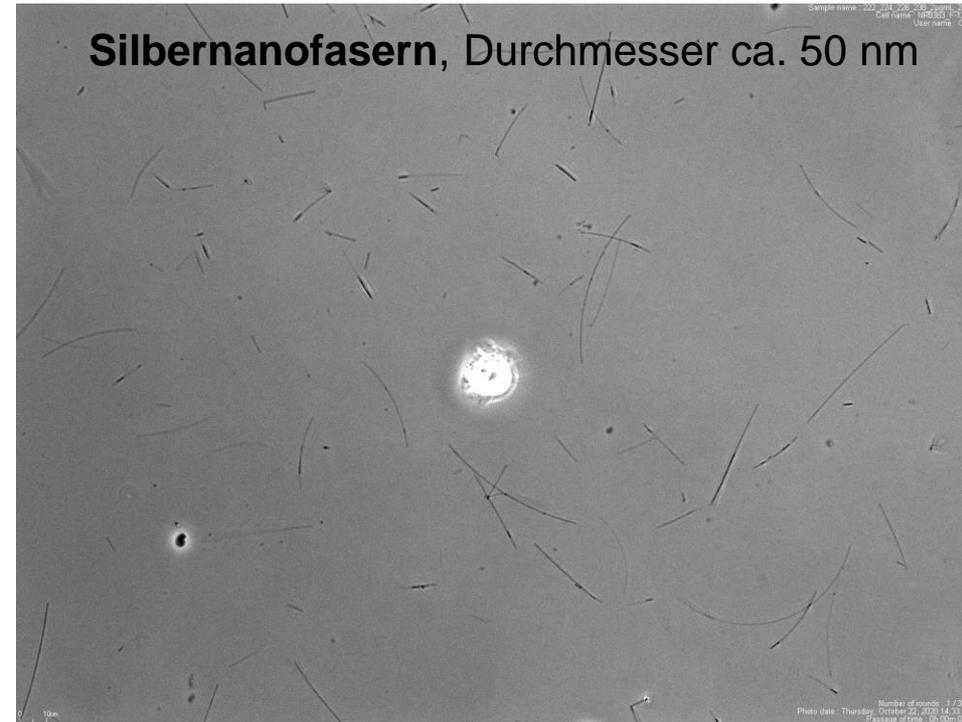
granulärer Bruch
geringe Gefährdung

~~CarboBreak~~

- amorph
- kristallin
- Dichte < 1.95
- > 1.95



faserförmiger Bruch
hohe Gefährdung



Auch die Staubigkeit hängt vom Faserdurchmesser ab!

Flexible fibres and arbitrary alignment

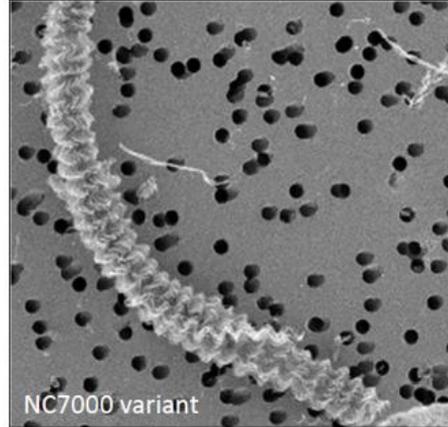


Dust particles:

- Large ball-like agglomerates
- Almost zero amount of single fibres

Low dustiness

Flexible fibres and parallel alignment

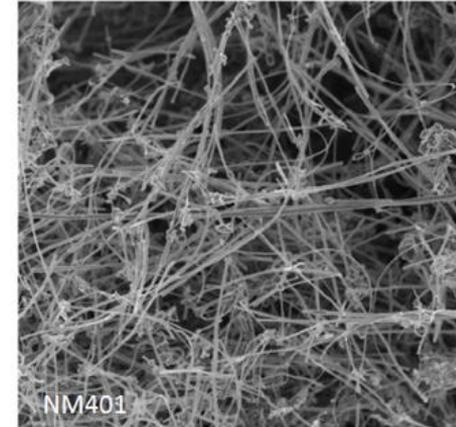


Dust particles:

- Rope-like agglomerates (WHO-criteria)
- Low amount of single fibres

Moderate dustiness

Rigid fibres and arbitrary alignment



Dust particles:

- Cluster-like agglomerates
- High amount of single fibres

High dustiness

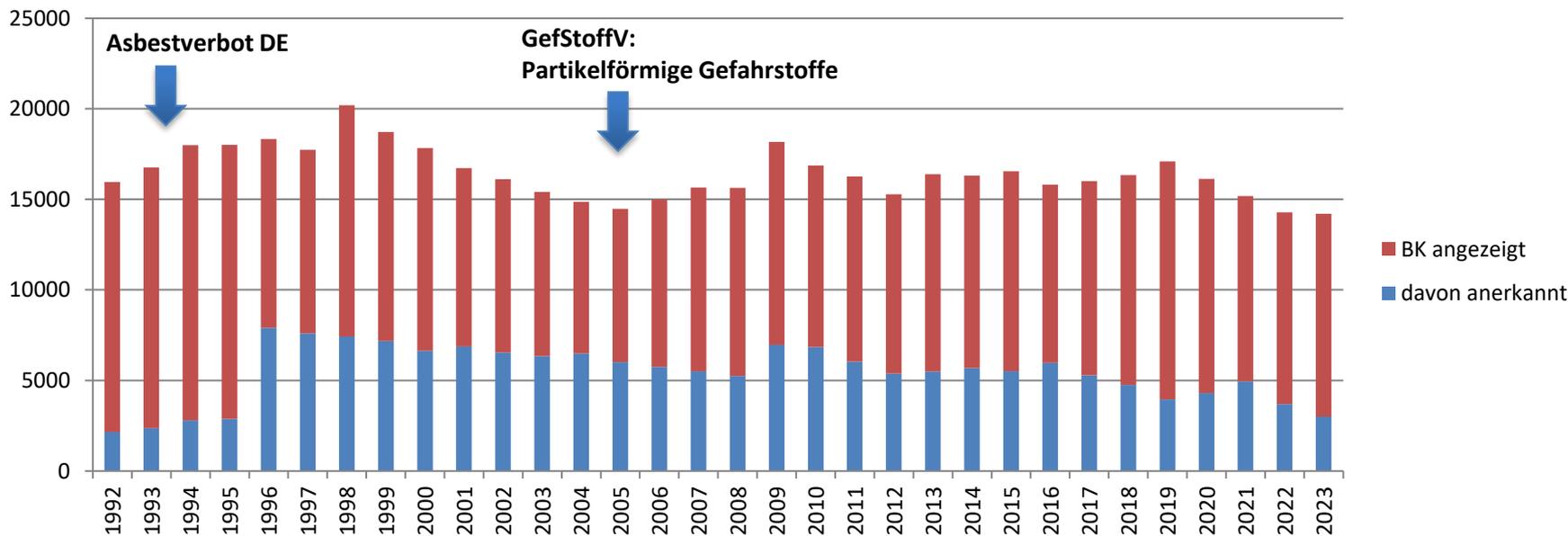
Anforderungen für eine Ergänzung der EU-Chemikalienregulierung

Um ein zweites Asbestdesaster zu verhindern müssen Grundlagen für eine risikobezogene und kohärente Regulierung der Faserstaubproblematik in der EU geschaffen werden, die ...

- alle Materialien erfasst, die **kritische Faserstäube** freisetzen können,
- eine auf die **Faserproblematik zugeschnittene Prüfstrategie** auslöst,
- das **Risikokonzept für krebserzeugende Gefahrstoffe** in sichere Verwendungsszenarien umsetzt,
- rechtssichere Möglichkeiten bietet um die **Anwendungssicherheit von Materialien** zu belegen,
- mit ihren Kriterien die **Entwicklung anwendungssicherer Materialien** ("safety-by-design") fördert und damit den "**clean industrial deal**" der EU und die UN-Nachhaltigkeitsziele unterstützt.

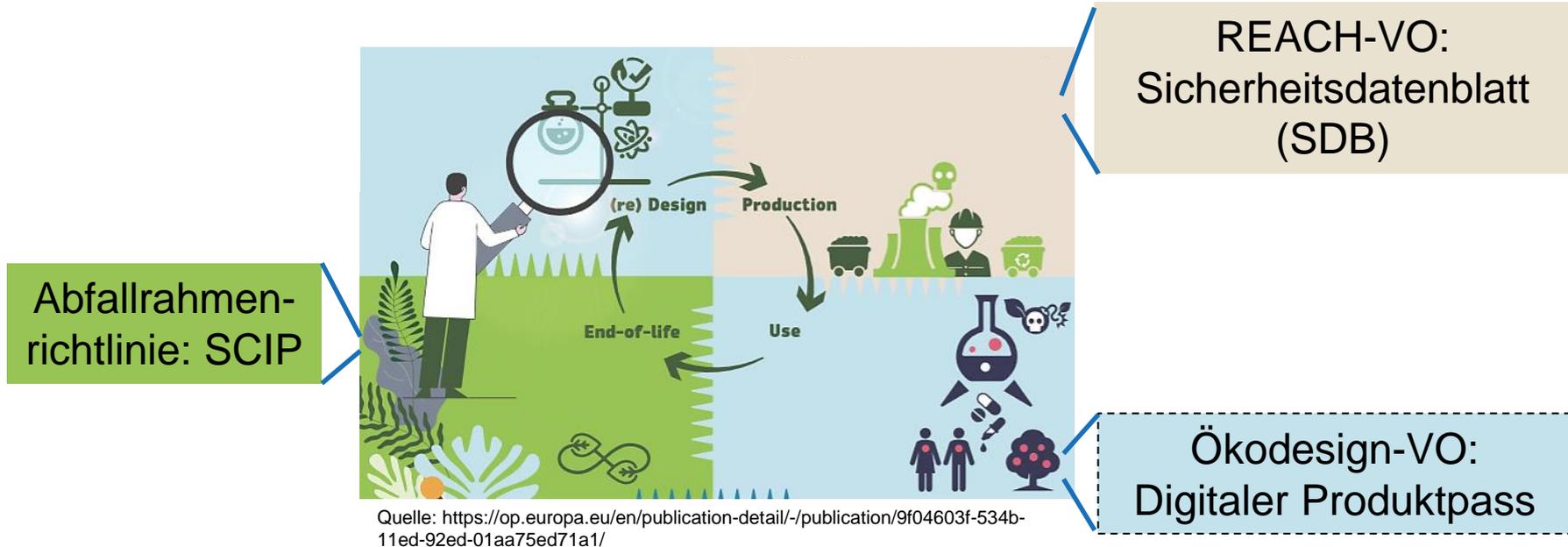
Der Durchbruch im Arbeitsschutz steht noch aus ...

Erkrankungen von Atemwegen, Lunge, Rippenfell, Bauchfell im Berufskrankheiten-Verfahren (Deutschland)



Informationen zur Gefährdungsbeurteilung am Arbeitsplatz

Informationen über Gefahrstoffe müssen verfügbar, verlässlich und verständlich sein.



Bildung und Information ist unerlässlich

"Increasing the innovation capacity and production of advanced materials requires EU-based technical skills of researchers and workers across a **variety of disciplines**. (...) **Increasing the pool of professionals** is especially relevant for deep and clean tech, skilled founders are needed for start-ups (16), as well as for **upskilling researchers and workers** in making use of digital tools, including AI."

Ihre Fragen?



Mit bestem Dank an die Kolleg*innen im Fachbereich "Gefahrstoffe und Biostoffe", die mit ihrer Forschung diesen Vortrag ermöglicht haben.

