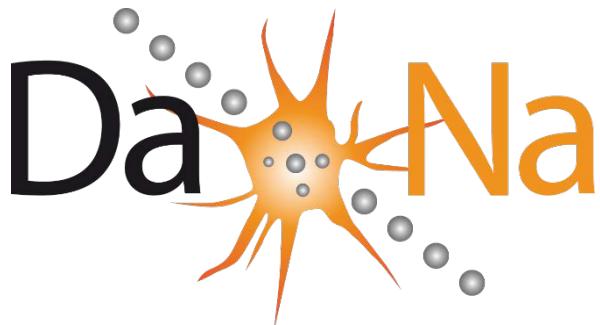


BMBF – Verbundprojekt  
Förderkennzeichen 03XP0282C



**Daten zu Neuen, Innovativen und  
anwendungssicheren Materialien (Data on new,  
innovative and safe application related materials)**

**DaNa4.0**

Projektaufzeit: 01.03.2020 – 28.02.2023 (Aufstockung bis 30.11.23)

Projektpartner: **Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung – UFZ**  
**Department Bioanalytische Ökotoxikologie**

## **Abschlussbericht**

Zuwendungsempfänger: <b>UFZ - Department Bioanalytische Ökotoxikologie</b>	Förderkennzeichen: <b>03XP0282C</b>
Vorhabensbezeichnung: Daten zu Neuen, Innovativen und anwendungssicheren Materialien (Data on new, innovative and safe application related materials) – DaNa4.0	
Laufzeit des Vorhabens: 01.03.2020 – 28.02.2023 (Aufstockung bis 30.11.2023)	
Berichtszeitraum: 01.03.2020 – 30.11.2023	

## 1. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse/wesentliche Ereignisse

### ***Einleitung – Rahmenbedingungen und Ziele***

Das Department Bioanalytische Ökotoxikologie am Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung (UFZ) in Leipzig beschäftigt sich im Rahmen des DaNa4.0-Projektes mit allen umweltrelevanten und ökotoxikologischen Aspekten von neuen und innovativen Materialien (AP2.2: Umwelttoxikologische Bewertung). Innovativen Materialien wird ein großes Potential für umweltfreundliche Technologien und nachhaltigeres Wirtschaften zugesprochen, auch diese Aspekte beleuchten wir auf der Wissensbasis Materialien.

Dieser Bericht ist kumulativ verfasst, d.h. der erste, sowie zweite und dritte Jahresbericht wurde um die Arbeitsberichte über die verbliebene Laufzeit sowie des Aufstockungszeitraums erweitert. Die in der jeweiligen Berichtsperiode durchgeföhrten Arbeiten ist entsprechend gekennzeichnet.

Neben dem Verfassen von materialspezifischen Texten für die Wissensbasis zu den Themen ‚Freisetzung in die Umwelt‘, ‚Aufnahme und Wirkung in Umweltorganismen‘ sowie ‚Verteilung in der Umwelt‘ umfassen die Arbeiten auch Beiträge zu Querschnittsthemen, zum Spotlight Wissenschaft, den Grundlagen, den FAQs, den News, dem Glossar sowie der neuen Kategorie Nachhaltigkeit (siehe mehr Details unten). Diese Arbeiten waren im AP 1 „Materialien-Monitoring“, AP 2.2 „Umwelttoxikologische Bewertung“, AP 3 Wissenschaftskommunikation (AP 3.1 „Website- Inhalte“ und 3.2 „Social media Kanäle“ angesiedelt.

Übersicht der Arbeitspakete, an welchen das UFZ mitgewirkt hat:

<b><u>AP 1 Materialien-Monitoring</u></b>
<b><u>AP 2 Biologische Bewertung</u></b>
AP 2.2 Umwelttoxikologische Bewertung
<b><u>AP 3 Wissenschaftskommunikation</u></b>
AP 3.1 Website- Inhalte
AP 3.2 Social media Kanäle

Während des Berichtszeitraums 2021 fanden verschiedene digitale Projekttreffen (20.05.21, 22.09.21, 29.11.21,) ein technisches Meeting zum Schreibschema (20.07.21) und ein Workshop zur Verwendung des neuen CMS WordPress (26- 27.04.21) statt. Während des Berichtszeitraums 2022 fanden zwei digitale Projekttreffen (07.03.22 und 30.06.22), ein Projekttreffen in Präsenz in Frankfurt (25.-26.10.22), sowie ein technisches Meeting zum Thema Nachhaltigkeit (13.09.22) statt.

Das Projekt wurde kostenneutral vom 1.3.23 – 30.11.23 verlängert, dazu wurde während des Berichtszeitraums 2022 ein entsprechender Antrag ausgearbeitet und eingereicht.

Im Jahr 2023 fanden 2 Projekttreffen in Frankfurt bei der Dechema statt (2.-3.5.23 sowie 26.-27.9.23). Zwei weitere Projekttreffen fanden online statt (2.3.23 und 16.11.23). Im Aufstockungszeitraum fanden zwei Workshops mit Partnern aus den Batterieclustern statt (Januar und März 2023)

## **Durchführung**

### **AP 3.1 Website- Inhalte**

Zu Beginn des Projektes wurde die ursprüngliche Homepage [www.nanopartikel.info](http://www.nanopartikel.info) vom KIT generalüberholt und ist auf die Webseite <https://dana.ggiants.de/> umgezogen. Dieser Umzug hatte eine Reihe von Auswirkungen auf die nachfolgenden Arbeiten. Es musste außerdem sichergestellt werden, dass alle Inhalte korrekt übertragen wurden. Das UFZ übernahm dabei das Korrekturlesen für die umwelt-bezogenen Inhalte, sowie eine Überprüfung der Nutzerfreundlichkeit der Homepage. Danach wurden bestehende Inhalte, wo möglich, so überarbeitet, dass sie nicht nur Nanomaterialien, sondern auch neue und innovative Materialien umfassen. Im Zuge der zweiten Berichtslaufzeit fand eine Schulung zum WordPress CMS für alle Redakteure statt (UFZ: Andreas Mattern, Dana Kühnel), so dass am UFZ erarbeitete neue Inhalte nun auch direkt eingepflegt werden können. Im Laufe des zweiten Berichtszeitraums wurden auch Verbesserungen am Zitationssystem vorgenommen. Durch eine Verknüpfung der DaNa-EndNote Shared Library (die alle evaluierten Arbeiten nach Material auflistet) mit Zotero wurde die zeitaufwändige Verlinkung der einzelnen Referenzen unter jedem Text deutlich vereinfacht. Die Arbeiten wurden von D. Kühnel und A. Mattern durchgeführt. Im dritten und vierten Berichtszeitraum wurden die etablierten Workflows weiter angewandt.

### **AP 1 Materialien-Monitoring**

Auch in der zweiten Zwischenberichtsperiode wurden die in den NanoCare 4.0-Forschungsprojekten untersuchten Materialien weiterhin betrachtet. Relevante Materialien, für welche Informationen zu Transport, Verbleib und Auswirkungen in der Umwelt vorlagen, wurden in die Wissensbasis aufgenommen. Parallel dazu wurden weiterhin andere BMBF-Förderprogramme gesichtet, die auf Materialforschung fokussieren. Darüber hinaus wird die aktuelle Berichterstattung kontinuierlich auf neue Entwicklungen bzw. Anwendungen für innovative Materialien mitverfolgt. Eine weitere Quelle für potentiell relevante Materialien waren Vorträge und Poster verschiedener Konferenzen (z.B. NanoTox, April 2021; SETAC Europe, Mai 2021; 3rd Thematic Conference on Advanced Materials, Juni 2021). Als wertvolle Informationsquelle dienten die NanoTrust Dossiers (v.a.: „Advanced Materials“ für innovative

Solarzelltechnologien“), sowie der DAMADEI Report (EU 2013). Zusätzlich wurden die veröffentlichten Berichte zu den Thematic Conferences on Advanced Materials verwendet (Giese, Drapalik et al. 2020, Reihlen, Jepsen et al. 2022). Nach Sichtung dieser Quellen wurden für den ersten Berichtszeitraum Tonmaterialien (Kaolinite sowie Montmorillonite bzw. Bentonite) und Mn<sub>2</sub>O<sub>3</sub> als innovative Materialien mit breitem Anwendungsbereich identifiziert. Im zweiten und dritten Berichtszeitraum wurden für die genannten innovativen Materialien Wissensbasisstexte in Deutsch und Englisch verfasst und in die Homepage eingepflegt. Des Weiteren wurden MBBT / TBPT als organische UV-Blocker in Sonnenschutzmitteln in einer Literaturrecherche auf ihr Potential als innovative Materialien untersucht und schlussendlich in die Wissensbasis integriert. Weiterhin wurden Perowskite, die sich in der Erforschung bzw. auch schon in der Vermarktung zum Einsatz in effizienteren Solarzellen befinden, in die Materialsichtung aufgenommen. Auch hier wurde die Entscheidung getroffen, dieses Material in die Wissensbasis zu integrieren. Im dritten Berichtszeitraum konnte der Materialtext zu Perowskite fertiggestellt werden und über die Webseite veröffentlicht werden.

In Bezug auf die Neubewertung von TiO<sub>2</sub> durch die ECHA wurde eine Aktualisierung der bestehenden Texte begonnen, welche im dritten Berichtszeitraum beendet wurde.

In der letzten Berichtsperiode bzw. im Aufstockungszeitraum ab dem 1.3.2023 lag ein Fokus unserer Arbeiten auf innovativen Materialien, die in der Batterieherstellung Anwendung finden. Im Rahmen von 2 Workshops (s.o.) wurden relevante Materialien ausgewählt. Die unter Sicherheits- ebenso wie unter Nachhaltigkeitsaspekten als besonders interessant erachteten Materialien wurden in die Wissensbasis aufgenommen (z.B. Nickel, Cobalt).

## **AP 2.2 Umwelttoxikologische Bewertung**

### Querschnittstexte / Grundlagentexte

Im ersten Berichtszeitraum wurden alle Grundlagentexte einer eingehenden Überarbeitung unterzogen, mit dem Ziel die Fokussierung auf Nanomaterialien aufzubrechen und auf die innovativen Materialien zu erweitern. Im zweiten Berichtszeitraum verfasste A. Mattern einen Querschnitttext, der die Arbeitsweise und -struktur des DaNa Konsortiums umfassend den Nutzern der Wissensbasis nahebringen sollte. Der Textentwurf mit dem Titel "Inside the DaNa4.0 Project" wurde im Anschluss aufgrund des Aufbaus der Website in einzelne Bausteintexte geteilt und in verschiedene Bereiche integriert (z.B. im Projekt-Bereich). Im dritten Berichtszeitraum wurde ein Grundlagentext zum Thema Nachhaltigkeit und innovative Materialien begonnen. Im letzten Berichtszeitraum wurde der Grundlagentext fertig gestellt und online veröffentlicht. Um dem Thema Nachhaltigkeit mehr Sichtbarkeit zu geben, wurde auf der Webseite mit Hilfe des KIT eine neue Kategorie Nachhaltigkeit eingerichtet (siehe Abb. 1). Für diese wurde ebenfalls im letzten Berichtszeitraum zwei Texte verfasst und veröffentlicht (Nachhaltigkeitsindikatoren, Batterien und Nachhaltigkeit)

The screenshot shows the homepage of the DaNa website. At the top, there is a navigation bar with links to 'Forschung', 'Wissen', 'Nachhaltigkeit', 'Basics', 'News-Archiv', 'Links', 'Media', and language options 'DE' and 'EN'. A search icon is also present. The main header 'Nachhaltigkeit' is displayed in a large white box on the left. To the right of the header is a circular graphic featuring various green icons related to sustainability, such as a wind turbine, recycling symbols, and a globe. Below the header, there is a section titled 'Nachhaltigkeitsindikatoren – Wie kann man Nachhaltigkeit messen?' which includes a small image of a person working at a computer and some descriptive text. Another section below it is titled 'Batterien und Nachhaltigkeit' with its own image and text.

Abb. 1. Screenshot der neuen Kategorie Nachhaltigkeit (<https://nanopartikel.info/nachhaltigkeit/>; aufgerufen 15.12.23)

### Wissensbasis (WiBa) – Materialtexte

Während der ersten Berichtsperiode wurde eine Reihe von technischen Anpassungen für die Gliederung der Materialtexte vorgenommen, die in einem neuen Schreibschema für die Texte zu Innovativen Materialien mündeten (erstellt vom KIT). Dieses Schreibschema gibt Leitfragen zur Orientierung vor, diese wurden vom UFZ für die jeweils 3 Textteile zur Umwelt (Freisetzung in die Umwelt, Aufnahme und Wirkung in Umweltorganismen, Verteilung in der Umwelt) formuliert. Daraus ergibt sich eine Abkehr vom alten Schreibschema für die Ökotox-Texte, bei welchem die Texte mittels der Organismen-Icons untergliedert wurden.

Zu den **organischen UV-Blockern MBBT / TBPT** wurde eine Literaturrecherche durchgeführt. Diese ergab, dass es zu den Substanzen nur wenige ökotoxikologische Studien verfügbar sind, jedoch zu einer Reihe von anderen organischen UV-Blockern (z.B. Octocrylen). Da diese jedoch nicht mit dem Zusatz (nano) auf der Zutatenliste der Kosmetika versehen werden, wird die Recherche zu diesen Verbindungen nicht weiterverfolgt. Weiterhin wurde klar, dass für MBBT / TBPT verschiedene Handelsnamen existieren, diese werden vom Partner DECHEMA zur Verfügung gestellt, um dann die Recherche mit diesen Namen zu verfeinern. Die Texte wurden entsprechend dem Schreibschema erstellt und sind inzwischen online auf der Webseite verfügbar.

Es wurde weiterhin mit der Literaturrecherche zu den **Tonmaterialien** (Kaolinite sowie Montmorillonite bzw. Bentonite) begonnen.

Sämtliche verwendete Literatur (sowohl wissenschaftliche Artikel als auch zusammenfassende Berichte) wird zusammen mit den Evaluierungsbögen zentral in der Endnote-Library, die innerhalb des Konsortiums geteilt wird, abgelegt. Damit soll eine Nachvollziehbarkeit sämtlicher Fakten (einschließlich der Literaturevaluierung) in unseren Texten gewährleistet werden.

Während der zweiten Berichtsperiode wurden folgende Materialien bearbeitet:

**Manganoxide:** Dieser Text umfasst verschiedene Manganoxid-Verbindungen ( $Mn_xO_y$ ). Zu dieser Materialgruppe wurden insgesamt 16 relevante Publikationen gefunden. 12 davon wurden nach dem Kriterienkatalog positiv evaluiert und in die Wissensbasis integriert, 4 wurden abgelehnt. Ein ursprünglich auf  $Mn_2O_3$  fokussierter Text wurde um andere Manganoxidverbindungen erweitert, da diese ebenfalls als innovative Materialien Verwendung finden. Der Text wurde nach internem Review und Nichtwissenschaftler-Review online gestellt

**Nanopolystyrol:** Der Materialtext zur Ökotoxikologie von Polystyrol wurde in seiner ursprünglichen Fassung nach dem alten Schreibschema verfasst. Nach dem Transfer in das neue Schreibschema sowie einer Aktualisierung wurden die Texte der Korrektur durch den Reviewer sowie des fachfremden Reviews in den Sprachen Deutsch und Englisch auf der Website online gestellt. Für den Text wurden insgesamt 59 relevante Publikationen gefunden. 44 davon wurden nach dem Kriterienkatalog positiv evaluiert und in die Wissensbasis integriert, 15 wurden abgelehnt.

**MBBT und TBPT:** Die ökotoxikologische Wirkung der innovativen Materialien MBBT und TBPT wurden in dem Text „UV-Filter“ (ehemals „Organische UV-Blocker“) beschrieben und in Englisch und Deutsch auf der DaNa-Homepage veröffentlicht. Für den Text wurden insgesamt 12 relevante Publikationen gefunden. 8 davon wurden nach dem Kriterienkatalog positiv evaluiert und in die Wissensbasis integriert, 4 wurden abgelehnt.

Zu den **Perowskiten** in Solarzellen wurde mit der Literaturrecherche begonnen. Es wurden 20 Publikationen gefunden, von denen 16 positiv evaluiert wurden. Da in den Perowskiten oft Blei und Zinn erhalten sind, die in die Umwelt freigesetzt werden können, ist die Einordnung der Ergebnisse eine Herausforderung (z.B. Umweltgefährdung durch Perowskit-Solarzellen im Vergleich zu konventionellen Solarzellen). Während des Projekttreffens im März 2022 wurde mit den Partnern daher darüber diskutiert, wie die verschiedenen Informationen am sinnvollsten auf die verschiedenen Kapitel aufgeteilt werden können.

Die Texte zu den Perowskiten wurden während der dritten Berichtsperiode fertig und online gestellt.

Die Literaturrecherche zu den **Tonmaterialien** (Kaolinite sowie Montmorillonite bzw. Bentonite) wurde weitergeführt. Während der dritten Berichtsperiode wurden die Texte zu den o.g. fertig gestellt, was eine teilweise umfangreiche Harmonisierung der Textteile der einzelnen Partner erforderlich machte. Die Texte wurden übersetzt und online gestellt.

Während der letzten Berichtsperiode standen Materialien im Vordergrund, die in Batterien Anwendung finden. Zunächst wurde **Nickel** in die Wissensbasis aufgenommen. Für **Cobalt** wurden die Arbeiten am Umwelttext begonnen. **Lithium** wurde als Material für die Wissensbasis diskutiert, wurde jedoch während der Laufzeit von DaNa4.0 nicht mehr bearbeitet. Ebenso nicht abgeschlossen werden konnte die Aktualisierung der bestehenden  $TiO_2$ -Texte.

## Neuer Abschnitt zur Nachhaltigkeit

Während des letzten Berichtszeitraumes wurde eine Nachhaltigkeitsbetrachtung für die Materialien in der Wissensbasis eingeführt, da die Nachhaltigkeit von Materialien zunehmend in den Fokus rückt. Die Sicherheitsbetrachtung ist dabei ausdrücklich ein Teil der Nachhaltigkeitsbetrachtung. Zunächst wurde am Beispiel von Nickel eine Gliederung für diesen Abschnitt erarbeitet und mit den Projektpartnern sowie einigen Partnern aus den Batterieclustern diskutiert. Die daraus festgelegte endgültige Gliederung, bestehend aus Abschnitten zur *Gewinnung, Ressourcenverbrauch bei Aufbereitung, Sicherheit, Emissionen, Sozialen Aspekten, Entsorgung und Recycling* sowie einem Abschnitt zur Frage *Wie lässt sich das Material nachhaltiger gestalten?* wurde anschließend auf weitere Materialien angewandt. Mit Ende von DaNa4.0 lagen Nachhaltigkeitsabschnitte zu **Nickel, Cobalt, Mangan** und **Manganoxiden, Kupfer und Kupferoxiden** vor, und waren z.T. auch schon online verfügbar (siehe Abb. 2).

Nachhaltigkeit

Gewinnung

Cobalt und seine Verbindungen werden zum Großteil als Nebenprodukt in Nickel- und Kupferlagerstätten abgebaut. Deshalb lassen sich viele Nachhaltigkeitsindikatoren für metallisches Cobalt und Cobaltverbindungen schwer oder gar nicht bestimmen. Reine Cobalt-Abbaustätten machen nur einen geringen Anteil aus, z.B. in der Demokratischen Republik Congo. Nach dem Kongo wird in Australien und Kuba das meiste Cobalt abgebaut. Der Großteil des Abbaus erfolgt im Tagebau, aber auch unter Tage. Zum Teil wird Cobalt auch aus Abraum gewonnen, welcher zum Zeitpunkt des Abbaus nicht für die Cobaltgewinnung genutzt wurde, sondern lediglich für die Nickel- oder Kupfergewinnung. Generell wird ein steigender Bedarf an Cobalt, für allem für Batterien, prognostiziert. Ca. 40 % des weltweit hergestellten Cobalts findet Anwendung außerhalb des Batterie-Sektors.



Cobaltmine in Bou-Azer: © cornfield - stock.adobe.com

---

Abb. 2. Nachhaltigkeitsabschnitt am Beispiel Cobalt (<https://nanopartikel.info/wissen/materialien/cobalt/>; aufgerufen am 15.12.23)

## Spotlight Wissenschaft (Task 8: Paper of the Month)

Als neues Format der Wissenschaftskommunikation zu Innovativen Materialien wurde die Kategorie „Spotlight Wissenschaft“ etabliert. Dieses hat zum Ziel dem Publikum jeden Monat eine Veröffentlichung zu Innovativen Materialien näher zu bringen und die Motivation, Hintergründe und Innovation näher zu beleuchten. Dieses Format bietet auch die Möglichkeit auf aktuelle Berichterstattungen in der Presse einzugehen und diese aus unserem Blickwinkel darzustellen. Die DaNa4.0 Partner verfassen das Spotlight alternierend.

Das UFZ hat pro Jahr Projektlaufzeit 3 dieser Spotlights verfasst:



[» Spotlight November 2023: Frühwarn- und Maßnahmensystem für innovative Werkstoffe \(eng. Early4AdMa\)](#)

Innovative Werkstoffe eröffnen ein immenses Potential zur Bewältigung globaler Herausforderungen wie der Umweltversiegelung, der Umgestaltung des Energieekosystems und der Entwicklung in Richtung Kreislaufwirtschaft. Um ihre Vorteile zu nutzen und gleichzeitig Sicherheit und Nachhaltigkeit zu gewährleisten, haben Regulierungsbehörden, wissenschaftliche Gemeinschaften und die Industrie die Notwendigkeit proaktiver Ansätze erkannt. Das „Early4AdMa“-System ist ein Instrument zur Risikobewertung für innovative Werkstoffe im Vorfeld der Regulierung, das darauf abzielt, potentielle Sicherheits-, Nachhaltigkeits- und Regulierungsprobleme zu erkennen und so eine fundierte Entscheidungsfindung und verantwortungsvolle Innovation zu fördern.

Der kürzlich von der OECD veröffentlichte Bericht unterstreicht die Bedeutung der interdisziplinären Zusammenarbeit und die Notwendigkeit, die Sicherheit von Materialien während ihres gesamten Lebenszyklus zu bewerten. Außerdem werden die potenziellen Auswirkungen des Systems und die Rolle des Konzepts „Safe-and-Sustainable-by-Design“ bei der Materialinnovation erörtert. „Early4AdMa“ besteht aus zwei Stufen. Stufe 1 ist eine optionale breit angelegte Screening-Bewertung, bei der innovative Materialien anhand des NESSI-Ansatzes (Neuerer, Exposition, Schwerpunkt, ad Umfang und Umittelbarkeit) sowie unter Berücksichtigung von Nachhaltigkeits- und Regulierungsaspekten auf mögliche Probleme hin untersucht werden. Stufe 2 hingegen umfasst eine detaillierte Bewertung ausgewählter Materialien im Hinblick auf Sicherheit, Nachhaltigkeit und rechtliche Aspekte. Der Entwicklungsschwerpunkt des Systems liegt in erster Linie auf der 2. Stufe, die als umfassender und einsatzbereit gilt.

Zu den Hauptzielen von Early4AdMa gehören:



Abb. 3. Exemplarischer Screenshot des letzten Spotlight-Artikels (<https://nanopartikel.info/spotlight/spotlight-november-2023-fruehwarn-und-massnahmensystem-fuer-innovative-werkstoffe-eng-early4adma/>; aufgerufen am 03.01.24)

- Spotlight April 2021: Nanomaterialen und Fake News: ein Kommentar anhand eines Beispiels
- Spotlight September 2021: Advanced Nanowood Materials for the Water–Energy Nexus
- Spotlight Dezember 2021: Kieselsäure-Nanopartikel verbessern die Resistenz gegen Krankheiten von Pflanzen
- Spotlight April 2022: Eine neue Risikobewertung von Nanomaterialien beim 3D Druck ist notwendig
- Spotlight August 2022: Dreistufen-Modell zur Entstehung von Mikro- und Nanoplastikpartikeln
- Spotlight November 2022: Wie Photonik aus der Natur bioinspirierte Designs hervorbringt
- Spotlight März 2023: Wie kann Photovoltaik sicher und nachhaltig gestaltet werden?
- Spotlight Juli 2023: Plastikverschmutzung und die dringende Notwendigkeit umfassende Maßnahmen zu ergreifen
- Spotlight November 2023: Frühwarn- und Maßnahmensystem für innovative Werkstoffe (eng. Early4AdMa)

## Häufig gestellte Fragen – FAQ / Glossar

Zu den Querschnitts- und Grundlagenartikeln wurden während des ersten Berichtszeitraumes passende Fragen und Antworten für die FAQ-Sektion formuliert. Es wurden Fragen & Antworten (DE/EN) verfasst zu:

- FAQs Waste water treatment plants and nanomaterials
- FAQs Nano in food
- FAQ Nanomaterials in food packaging
- FAQ Nanoplastic
- FAQs Transport of materials

Die FAQs wurden von A. Mattern und D. Kühnel verfasst, vom KIT überprüft und online gestellt. Ebenso werden begleiten zur Erstellung neuer Texte fortlaufend Glossarbeiträge verfasst und online gestellt.

Zum Grundlagentext Nachhaltigkeit wurden von D. Kühnel im dritten Berichtszeitraum passende FAQs und Antworten dazu verfasst (DE/EN) und durch KIT online gestellt:

- Was ist eine Lebenszyklusanalyse?
- Was ist Kreislaufwirtschaft?
- Können innovative Materialien den Klimawandel aufhalten?
- Wie hängt Nachhaltigkeit und Klimawandel zusammen?
- Welche Bedeutung hat Recycling für die Nachhaltigkeit?
- Das Konzept des sicheren und nachhaltigen Designs – relevant für innovative Materialien?
- Was sind planetare Belastungsgrenzen?

Während des letzten Berichtszeitraumes wurden FAQs zur Nachhaltigkeit von Batterien verfasst (in Zusammenarbeit mit Partnern aus den Batterieclustern, z.B. Was sind Festkörperbatterien?).

## Verschiedenes

A. Mattern präsentierte eine Analyse der Materialien und Themen, die während der NanoTox2021 vorgestellt wurden. Seine Analyse basiert auf 116 Postern. Die meistdiskutierten Materialien sind in Abbildung 3 unten dargestellt. Die Analyse zeigte, dass hauptsächlich Daten zu bereits in die Wissensbasis integrierten Materialien präsentiert wurde. Interessante Kandidaten für eine zukünftige Integration in die Wissensbasis könnten die Metal organic frameworks (MOFs) sein.

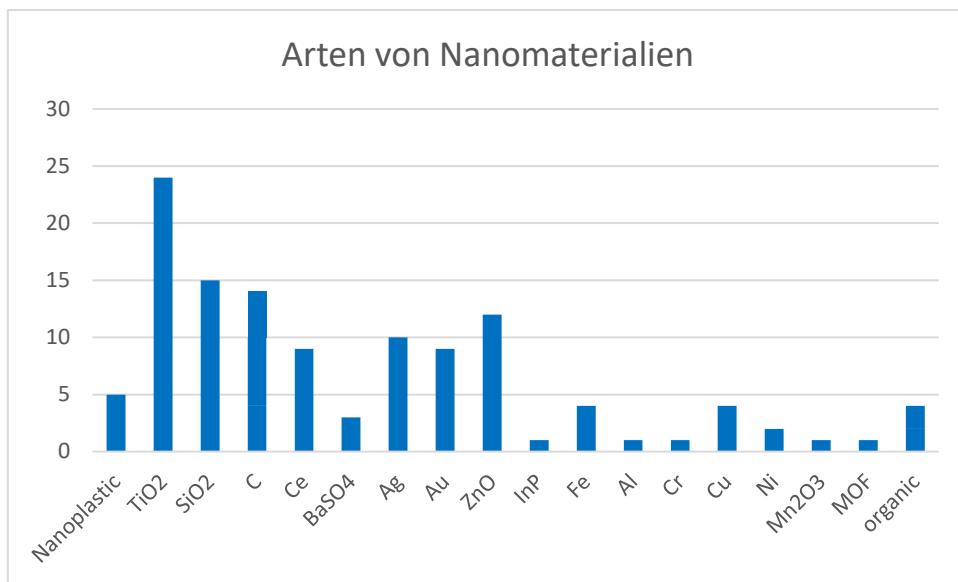


Abb. 3. Die meistdiskutierten Materialien in der NanoTox 2021 (InP= Indium phosphide, MOF – Metal organic frameworks).

#### Vortragsbeiträge bei den Projekttreffen

- D. Kühnel: "Quality of nanoplastics and microplastics ecotoxicity studies: Refining quality criteria for nanomaterials studies" (22.02.2021)
- D. Kühnel: "Übersicht Nachhaltigkeitsindikatoren" (2.-3.5.2023)
- A. Mattern: "Durchführung Field Study" (26.9.2023)
- A. Mattern: „Ergebnisse Field Study“ (16.11.2023)

Task Liste UFZ über die gesamte Projektlaufzeit (extrahiert aus Gesamt-Taskliste für alle Projektpartner)

Zusammenstellung der Aufgaben mit UFZ-Beteiligung (kumulative Tabelle über den gesamten Projektzeitraum, aus dem Datum der Fertigstellung kann die Zuordnung zum Berichtszeitraum vorgenommen werden:

Task Nr.	Thema / Beschreibung	Art des Artikels	Autor	Reviewer	Due Date (start date)	Status	Anmerkungen
NNS : Non Natural Scientist, DE :German version, EN : English version, NP : nanoparticle; coordinator : <b>bold letters</b>							
4	Berichte zu den UBA-Symposium nochmals durchgehen		D. Kühnel		Mitte April / 2020		Liste vervollständigen (auf SharePoint von KIT zur Verfügung gestellt)
8	Literaturrecherche: Paper of the Month		D. Kühnel, A. Mattern		April 2021, September 2021, Dezember 2021, April 2022, August 2022, November 2022, März 2023, Juli 2023, November 2023	veröffentlicht	
13	Kaolin, Bentonite	Literaturrecherche	D. Kühnel, A. Mattern		19. Juni 2020	abgeschlossen	
13b	Kaolin, Bentonite (Nanoclays)	Ökotox	D. Kühnel, A. Mattern		Mai 2022	abgeschlossen	
21	Manganoxide (ehemals Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Literaturrecherche	D. Kühnel, A. Mattern		Dezember 2020	abgeschlossen	
21b	Manganoxide (ehemals Mn <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	Ökotox	D. Kühnel, A. Mattern		Mai 2022 / Juli 2022	abgeschlossen	Einarbeitung Kommentare Reviewer / Materialtexte in deutscher und englischer Sprache auf der DaNa Webpage online gestellt

Task Nr.	Thema / Beschreibung	Art des Artikels	Autor	Reviewer	Due Date (start date)	Status	Anmerkungen
NNS : Non Natural Scientist, DE :German version, EN : English version, NP : nanoparticle; coordinator : <b>bold letters</b>							
22b	PS (nano)	Ökotox	D. Kühnel A. Mattern		Oktober 2021	abgeschlossen	Materialtexte in deutscher und englischer Sprache auf der DaNa Webpage online gestellt
24	„Grundlagen“ auf Aktualität prüfen, Anpassung Adv. Materials	Grundlagentext-Überarbeitung	D. Kühnel / A.Mattern H. Krug		Februar 2021	abgeschlossen	Bestehende Grundlagentexte prüfen, überarbeiten Die 2 Meinungen kombinieren.
25	Transformation	Übersichtsartikel	A. Mattern / D. Kühnel	H. Krug	Februar 2021	abgeschlossen	Deutsche und englische Version auf Homepage veröffentlicht
29c	Organische UV-Filter (ehemals MBBT / TBPT)	Ökotox	D. Kühnel		Dezember 2021	abgeschlossen	Materialtexte in deutscher und englischer Sprache auf der DaNa Webpage online gestellt
30b	Nickel	Nachhaltigkeitsaspekt; Ökotox	UFZ		Dezember 2022	abgeschlossen	Recherche Nachhaltigkeit zur Disk. Im Dezember ggf. Leitfragen erstellen, Ni als Beispiel
30c <sup>1</sup>	Nickel	Ökotox	UFZ (Andreas)		November 2023	in progress	2. Draft fertig; noch in Fertigstellung
30c2	Nickel	Nachhaltigkeit	UFZ (Dana)	KIT, NanoCase	Oktober 2023	abgeschlossen	Partner der Batteriecluster haben unterstützt
31	Nanowire	Humantox	H. Krug	D. Kühnel	April 2022	abgeschlossen	Textentwurf wird von D. Kühnel gereviewt
33	FAQs	FAQs	A. Mattern	K. Nau/ C. Marquardt	Dezember 2020	abgeschlossen	FAQs zusammengestellt und zur Prüfung ans KIT gesendet
34	Flyer		Dechema/KIT	UFZ, H. Krug	Oktober 2021	abgeschlossen	
36	Inside the Dana4.0 Project	Erweiterung Projektbeschreibung DaNa 4.0	A. Mattern	KIT, H. Krug	Januar 2021	abgeschlossen	Textbausteine zur Verwendung in anderen Texten
39c	Perowskite	Ökotox	D. Kühnel / A.Mattern	KIT	Mai 2022	abgeschlossen	Textentwurf erstellt
39c	Perowskite	Ökotox	D. Kühnel / A.Mattern	KIT	November 2022	abgeschlossen	Überarbeitung gereviewter Text

Task Nr.	Thema / Beschreibung	Art des Artikels	Autor	Reviewer	Due Date (start date)	Status	Anmerkungen
NNS : Non Natural Scientist, DE :German version, EN : English version, NP : nanoparticle; coordinator : <b>bold letters</b>							
44	Sicherheit im 3D-Druck	Cross Cutting	DECHEMA	KIT / UFZ	Februar 2023	abgeschlossen	online
45b	Update: Titandioxid an neue Struktur anpassen	Ökotox	<b>UFZ</b>	NanoCASE	Oktober 2023	in progress	Literaturrecherche
45c	Update: Titandioxid an neue Struktur anpassen	Nachhaltigkeit	<b>UFZ</b>	NanoCASE	Oktober 2023	In progress	Vorarbeiten geleistet, konnte im Rahmen von DaNa4.0 nicht fertig gestellt werden
46	Nachhaltigkeit	Grundlagentext	<b>UFZ</b>	KIT	November 2022	abgeschlossen	1. Entwurf + Icon + Abbildung
46b	Nachhaltigkeit	FAQ, Glossar	<b>UFZ</b>	KIT	November 2022	abgeschlossen	1. Entwurf (deutsch)
47a	Nachhaltigkeit von Batterien	Querschnitt „Trainingstext“	<b>UFZ</b>	Batt.-Cl.	Juni 2023	abgeschlossen	Partner aus den Batterie-Clustern haben gegengelesen
47b	Batterien / Nachhaltigkeit von Batterien	FAQs	<b>UFZ</b>		Juni 2023	abgeschlossen	
48	Wechselwirkungen von mehreren Substanzen; „Stoffgemische“	Übersichtsartikel; Cross Cutting	<b>UFZ</b>		Finale Entscheidung Ende 2023	open	Vorarbeiten geleistet, wurde im Rahmen von DaNa4.0 nicht bearbeitet
50	Auswirkungen von Reifen(abrieb) auf Mensch und Umwelt	Cross Cutting	<b>UFZ</b>	NanoCASE	Juli 2023	abgeschlossen	<b>NanoRIGO</b> Projektergebnisse über die Auswirkungen von Reifenabrieb wurden für den Text genutzt
51	Organisation 2. Workshop zur Sicherheit von Batteriematerialien	Workshop	<b>DECHEMA / Alle</b>		6.3.2023	abgeschlossen	Eingeladen werden alle Batteriecluster; ggf. erweiterter Kreis (Wisskomm-Partner aus den Begleitvorhaben); Ziel: Synergien erkennen und Arbeitsaufträge festlegen
53c	Cobalt	Ökotox	<b>UFZ</b>	NanoCASE	Juli 2023	in progress	wurde im Rahmen von DaNa4.0 nicht abgeschlossen
53f	Cobalt	Nachhaltigkeit	<b>UFZ</b>	NanoCASE	Mai 2023	abgeschlossen	Kommentierung durch Partner aus Batterie-Clustern

<b>Task Nr.</b>	<b>Thema / Beschreibung</b>	<b>Art des Artikels</b>	<b>Autor</b>	<b>Reviewer</b>	<b>Due Date (start date)</b>	<b>Status</b>	<b>Anmerkungen</b>
NNS : Non Natural Scientist, DE :German version, EN : English version, NP : nanoparticle; coordinator : <b>bold letters</b>							
54	Mangan und -oxid	Nachhaltigkeit	<b>UFZ</b>	Batt.-Cl.; DECHEMA	Juni 2023	abgeschlossen	Kommentierung durch Partner aus Batterie-Clustern
55c	Lithium	Ökotox	<b>UFZ</b>		open	open	wurde im Rahmen von DaNa4.0 nicht bearbeitet
55f	Lithium	Nachhaltigkeit	<b>UFZ</b>		open	open	wurde im Rahmen von DaNa4.0 nicht bearbeitet
65	Indikatoren der Nachhaltigkeit	Übersichtstext für die Rubrik Nachhaltigkeit	<b>UFZ</b>	KIT	September 2023	abgeschlossen	
67	Kupfer- und Kupferoxide Alle erledigt online	Nachhaltigkeit	<b>UFZ (D. Kühnel)</b>	alle	Oktober 2023	abgeschlossen	
68	Zinn	Nachhaltigkeit	<b>UFZ (D. Kühnel)</b>	alle	Open	Open	Text erster Draft fertig, Revision postponed

## **Öffentlichkeitsarbeit – Tagungsteilnahmen u.a.**

### Tagungen, Workshops, Vorträge, Veranstaltungsbesuche

- Teilnahme von A. Mattern und D. Kühnel an der virtuellen NanoTox-Tagung im April 2021 (Vortrag Dana Kühnel zu „Quality of nanoplastics and microplastics ecotoxicity studies: Refining quality criteria for nanomaterials studies“ wurde publiziert ([Link](#))
- A. Mattern nahm im Mai 2021 am Workshop „Wissenschaftskommunikation online“ organisiert vom Nawik teil
- Teilnahme von A. Mattern und D. Kühnel an der SETAC Europe 2021 im Mai 2021 (virtuell) (publiziertes DaNa-Poster von A. Mattern und D. Kühnel, siehe Abb. 4)

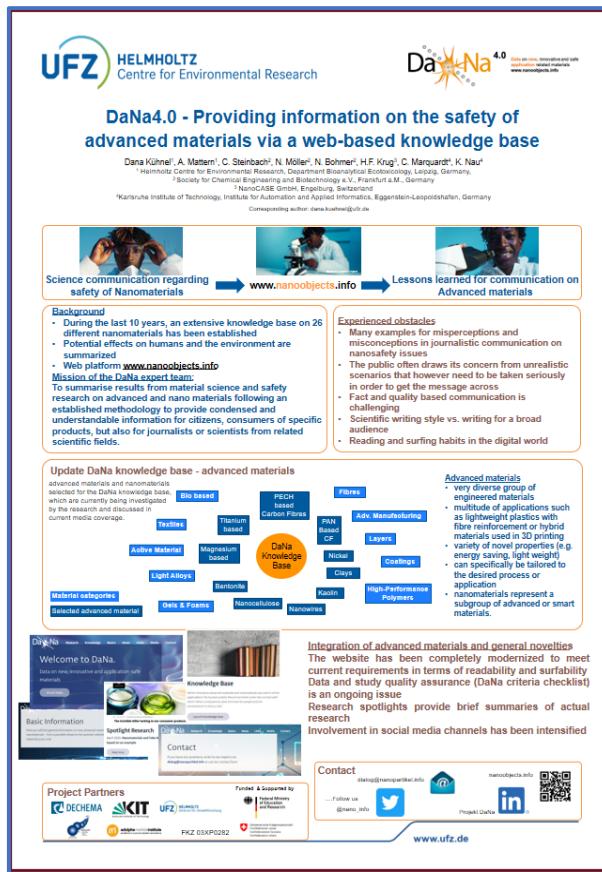


Abb 4. DaNa4.0-Poster zur SETAC Europe 2021

- Teilnahme von A. Mattern am Workshop „Social media im Kontext von Wissenschaftskommunikation online“ organisiert vom Nawik im Juli 2021
- 3<sup>rd</sup> Thematic Conference on Adv. Materials Hybrid Meeting (UBA/OECD), 14.6.2021
- DECHEMA Arbeitskreis Advanced Materials (3 Meetings) (14. Juni, 14. Juli sowie 16. September 2021)
- InnoMatLife Stakeholder Workshop, 15.6.2021 (virtuell)
- EU-Projekt GRACIOUS final Workshop (13.-14.9.21)

- Im Rahmen des Postgradualstudienganges Toxiokologie und Umweltschutz der Universität Leipzig lehrte D. Kühnel zu “Toxikologische Bewertung von anthropogenen Partikeln” (14.10.21 & 19.10.23) mit Verweis auf DaNa4.0
- D. Kühnel hielt einen Vortrag an der Uni Ljubljana “Risk and science communication” mit Verweis auf DaNa4.0 (18.10.21)
- Ein Posterabstract für die SETAC in Kopenhagen (Mai 2022) wurde vorbereitet und eingereicht, das Poster wurde online präsentiert (siehe Abb. 5)

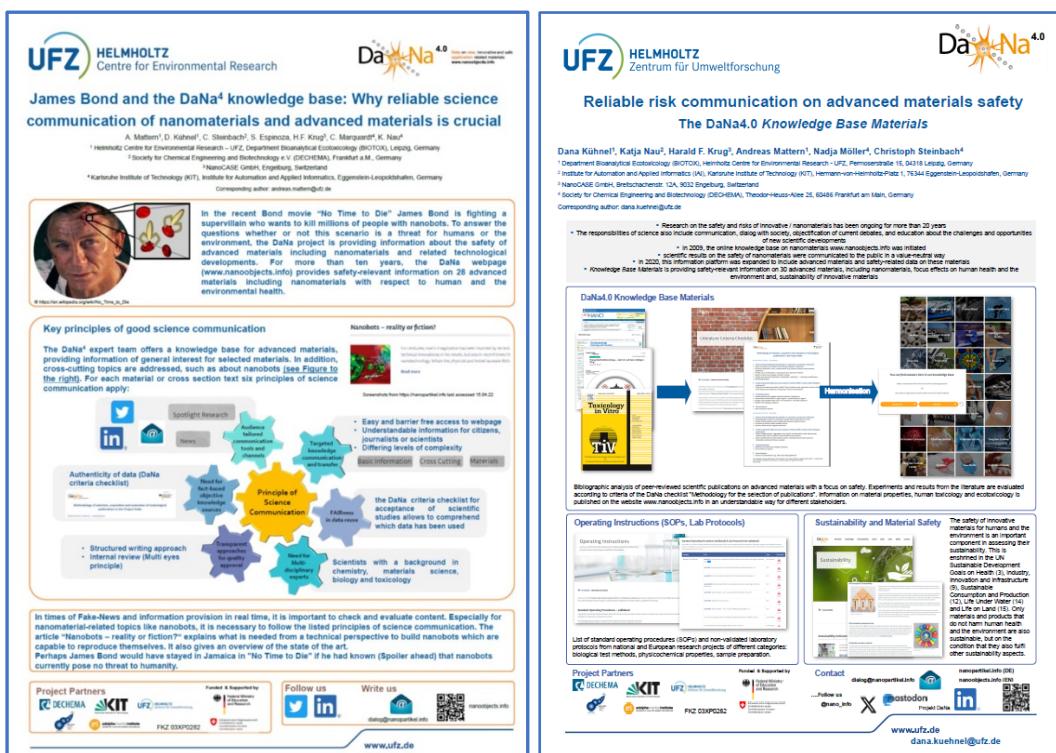


Abb. 5. DaNa4.0 Poster, die auf der SETAC 2022 und auf den UFZ-Science Days im November 2023 präsentiert wurden.

- D. Kühnel übernahm einen Chair während des NanoCare 4.0 Clustertreffens, 21.9.21
- 31. Frankfurter Sonderkolloquium “Wissenschaft kommunizieren” (19.1.22; Teilnahme Dana Kühnel)
- NIA Wissenschaftskommunikationsworkshop (19.1.22, Teilnahme Andreas Mattern)
- 02.03. Infoveranstaltung UFZ-Abteilung WTT (Wissenschaftstransfer) zur Förderung von Transferprojekten
- SCIRIC Meeting, 9.3.22, Vortrag Dr. Abel-Razak M Kadry “Risk Communication Applications and Challenges: A Risk Assessment Practitioner's Perspective.” (Teilnahme Dana Kühnel)
- BUND interner Workshop: Vortrag und Beratung zum Thema *Advanced materials*, 21.5.2022 (Dana Kühnel)
- CUSP meeting Ispra, meeting of the EU microplastics projects cluster (Dana Kühnel, online participation)

- 27.06- 28.06.2022 InnoMat.Life: Von Nano- zu fortgeschrittenen Materialien, Abschlusskonferenz BfR, Berlin (Teilnahme Dana Kühnel)
- 07.09.22 Inno4you Stammtisch „Science Communication – publizierst Du noch oder twitterst Du schon?“ (UFZ, Dana Kühnel Vortrag & Diskussion)
- 21.09.22 NanoInnovation 2022 Workshop „BEYOND STATE OF THE ART, THROUGH SAFE AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT APPROACHES FOR MATERIALS DEVELOPMENT“ (Dana Kühnel, online participation)
- 11.10.22 Leipzig Polymer Club (Focus on plastic degradation, Dana Kühnel)
- 13.10.- 14.10.22 Conference “Reinventing Science Communication: Challenges for the Post-Truth Era” (Ljubljana), Vortrag Dana Kühnel: “Providing Information on the Safety of Advanced Materials via a Web-Based Knowledge Base –Lessons Learned from Over 10 Years of Science Communication”
- 12.10. - 13.10.22 UFZ Science Days: Social Media workshop: Do Scientists need Social Media? (UFZ, Andreas Mattern Vortrag & Diskussion)
- 24.10.2022, Weiterbildung UFZ: “Bringing Research to the Public: Science Communication”, Teilnahme Dana Kühnel
- Nawik WissKon (per Stream) 5.5.2023, Teilnahme Dana Kühnel
- EuroTox, Ljubljana, September 2023 (Session zu Nano- und Mikroplastic, Chair Anita Jemec, eingeladener Vortrag “Micro-and nano-plastics: presence and potential impact in the aquatic environment”, Dana Kühnel)
- Eingeladener Vortrag COST Action PRIORITY 19.9.2023, Brussels (Dana Kühnel, online participation)
- Advanced Materials Conference 2023, Saarbrücken, 08.-10.11.23, Poster (zum UBA Refo-Plan Projekt FaPlaN), Vortrag Dana Kühnel im Rahmen des Workshops „Communicating materials safety“ (Chair: Lorenz Kampschulte, Deutsches Museum München) 9.11.23
- DaNa4.0-Poster @ UFZ Science Days 1.-2.11.23 (Dana Kühnel, siehe Abb. 5)
- Eingeladener Vortrag OAE Webinar (<https://www.oaepublish.com/weecn/webinars>), Vortrag Dana Kühnel "On the importance of study quality criteria for nanoplastic hazard evaluation in aquatic organisms"

## **Publikationen**

- D. Kühnel und A. Mattern veröffentlichten zusammen mit Anita Jemec (Uni Ljubljana) und Harald Krug ein Buchkapitel mit dem Titel „Human and environmental hazard of nanomaterials used in textiles.“ ein. Das Kapitel wurde akzeptiert. In: Cornier, J., Pursche, F. (eds.), Particle technology and textiles: Review of applications. De Gruyter STEM De Gruyter, Berlin, Boston, p. 343 – 372 (Kühnel, Mattern et al. 2023)
- Gemeinsam mit den ehemaligen externen Experten Anita Jemec und Nanna Hartmann wurde ein Artikel zu Qualitätskriterien von Nanoplastik-Materialien veröffentlicht. Die Idee zu dieser Arbeit entstand während der Arbeit am Nanopolystyrene-Wissensbasis Text (während DaNa2.0): Jemec Kokalj, A., Hartmann, N.B., Drobne, D., Potthoff, A., Kühnel, D., (2021): Quality of nanoplastics and microplastics ecotoxicity studies: Refining quality criteria for nanomaterial studies. J. Hazard. Mater. 415, art. 125751 (Jemec Kokalj, Hartmann et al. 2021)

- Gemeinsam mit der ehemaligen externen Experten Anita Jemec publizierte D. Kühnel einen Kurzartikel in der Kategorie „Nanopinion“ des Journals EUON mit dem Titel „Are nanoplastics hazardous? The way forward to overcome the uncertainties of risk assessment“ ([Link](#)); featured on the National Law Review webpage: <https://www.natlawreview.com/article/euon-publishes-nanopinion-how-to-assess-risks-nanoplastics>
- Manuscript “Facts vs. fake: DaNa4.0 knowledge base as source for reliable risk assessment of advanced materials” wurde in mehreren Fassungen bei verschiedenen Journals eingereicht und abgelehnt. Das DaNa-Konsortium verfolgt diese Publikation nicht weiter, Teile werden für weitere Publikationsaktivitäten genutzt.
- Beitrag in einem Buch zur KES-Konferenz: Knowledge Base Materials Sustainable Science, Communication on Advanced Materials (2023) Katja Nau, Sara Espinoza, Harald F. Krug, Clarissa Marquardt, Andreas Mattern, Nadja Möller, Christoph Steinbach, and Dana Kühnel, [https://doi.org/10.1007/978-981-19-9205-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-9205-6_4) In: Scholz, S.G., Howlett, R.J., Setchi, R. (eds.), Sustainable Design and Manufacturing. Proceedings of the 9th International Conference on Sustainable Design and Manufacturing (SDM 2022). Smart Innovation, Systems and Technologies 338, Springer Nature, Singapore, p. 33 – 42. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-9205-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-981-19-9205-6_4) (Nau, Espinoza et al. 2023)
- Jemec Kokalj, A., Heinlaan, M., Novak, S., Drobne, D., Kühnel, D. (2023) Defining quality criteria for nanoplastic hazard evaluation: The case of polystyrene nanoplastics and aquatic invertebrate Daphnia spp.. Nanomaterials 13 (3), art. 536. (Jemec Kokalj, Heinlaan et al. 2023)

#### Geplant / in Vorbereitung:

- Beitrag des DaNa4.0 Teams zur slowenischen Wissenschaftskommunikationsplattform Alternator (konnte nicht mehr während der Laufzeit verwirklicht werden)

#### **Drittmitteleinwerbung (Personal- und Sachmittel)**

InnoMatLife

NanoRigo (EU Horizon 2020)

PlasticsFatE (EU Horizon 2020)

FaPlaN (**Fasern Plaettchen, Neuartige Materialien**) - Untersuchung ökotoxikologischer Effekte von faser- und plättchen-förmigen neuartigen Materialien unter Berücksichtigung des Wirkmechanismus für die Ableitung angepasster Prüfstrategien. (BMU / UBA ReFo-Plan Projekt, Sep 2023 – Aug 2026)

Helmholtz Field Study (siehe auch <https://www.helmholtz.de/transfer/innovations-und-foerderprogramme/helmholtz-enterprise/>), Zielgruppenanalyse zur möglichen Weiterführung der DaNa-Wissensbasis ohne öffentliche Förderung

MANTRA „Daten zu innovativen Materialien für Nachhaltigkeit und Transfer“ (Vollantrag und Teilvorhabensbeschreibung, BMBF, Start 1.1.2024)

**Erfolgsaussichten nach Projektende, wie die geplanten Ergebnisse in anderer Weise (z.B. für öffentliche Aufgaben, Datenbanken, Netzwerke, Transferstellen etc.) genutzt werden können.**

Die etablierte Wissensbasis wird in Teilen im Folgeprojekt MANTRA (BMBF, bewilligt) weiterverwendet und ausgebaut. Insbesondere Sicherheits- und Nachhaltigkeitsaspekte von neuen Materialien in Katalyse und Membrantechnologie werden hier betrachtet.

Referenzen:

- EU, E. U. (2013). "DAMADEI Design and Advanced Materials As a Driver of European Innovation."
- Giese, B., M. Drapalik, C. Zajicek, D. Jepsen, A. Reihlen and T. Zimmermann (2020). "Advanced materials: Overview of the field and screening criteria for relevance assessment." **UBA-Texte 132/2020**
- Jemec Kokalj, A., N. B. Hartmann, D. Drobne, A. Potthoff and D. Kühnel (2021). "Quality of nanoplastics and microplastics ecotoxicity studies: Refining quality criteria for nanomaterial studies." **Journal of Hazardous Materials** **415**: 125751.
- Jemec Kokalj, A., M. Heinlaan, S. Novak, D. Drobne and D. Kühnel (2023). "Defining Quality Criteria for Nanoplastic Hazard Evaluation: The Case of Polystyrene Nanoplastics and Aquatic Invertebrate Daphnia spp." **Nanomaterials** **13**(3): 536.
- Kühnel, D., A. Mattern, H. F. Krug and A. J. Kokalj (2023). 18 Human and environmental hazard of nanomaterials used in textiles. **Particle Technology and Textiles**. C. Jean and P. Franz. Berlin, Boston, De Gruyter: 343-372.
- Nau, K., S. Espinoza, H. F. Krug, C. Marquardt, A. Mattern, N. Möller, C. Steinbach and D. Kühnel (2023). **Knowledge Base Materials Sustainable Science Communication on Advanced Materials**. Sustainable Design and Manufacturing, Singapore, Springer Nature Singapore.
- Reihlen, A., D. Jepsen, T. Zimmermann, B. Giese, M. Drapalik and L. Zajicek (2022). "Thematic Conferences Advanced Materials - Assessments of needs to act on chemical safety." **German Environment Agency, UBA-Texte | 09/2022**