

# **Sicherheit und Nachhaltigkeit von Nanomaterialien und anderen Advanced Materials**

Ergebnisbericht zu „SiNa“ (Version vom 12.01.2024)

FFG-Projekt Nr. FO999894904

Wien, 2024

## **Impressum**

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, Radetzkystraße 2, 1030 Wien

Autorinnen und Autoren: Christoph Olscher, Stefanie Prenner, Sabine Jung-Waclik, Andreas Stingl, Patrica Farias, Anna Pavlicek (Co-Projektleitung) und Florian Part (Projektleitung)

Wien, 2023. Stand: 12. Januar 2024

### **Copyright und Haftung:**

Auszugsweiser Abdruck ist nur mit Quellenangabe gestattet, alle sonstigen Rechte sind ohne schriftliche Zustimmung des Medieninhabers unzulässig.

Es wird darauf verwiesen, dass alle Angaben in dieser Publikation trotz sorgfältiger Bearbeitung ohne Gewähr erfolgen und eine Haftung des Bundeskanzleramtes und der Autorin/des Autors ausgeschlossen ist. Rechtausführungen stellen die unverbindliche Meinung der Autorin/des Autors dar und können der Rechtsprechung der unabhängigen Gerichte keinesfalls vorgreifen.

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an [empfaenger@bmk.gv.at](mailto:empfaenger@bmk.gv.at).

## Vorwort

„Safe and Sustainable by Design“ (SSbD) spielt in der Herstellung und Verarbeitung von Advanced Materials und Nanomaterialien eine wesentliche Rolle, um die Ziele der EU-Chemikalienstrategie erreichen zu können. Hierfür wurden von der Gemeinsamen Forschungsstelle (Joint Research Centre, kurz JRC) der Europäischen Kommission SSbD-Bewertungskriterien definiert, die in Zukunft sichere und nachhaltige Chemikalien innerhalb der EU zu produzieren. Im Rahmen des gegenständlichen Forschungsprojekts wurden mittels Stakeholder-Analysen die Treiber und Barrieren bei der Implementierung des SSbD-Konzepts für den österreichischen Forschungs- und Wirtschaftsstandort näher untersucht. Zusätzlich wurden die Stärken und Schwächen des SSbD-Konzepts und dessen Anwendbarkeit am Beispiel eines österreichischen Kleinunternehmens, der Nanomaterialien für die Kosmetik- und Textilbranche herstellt, analysiert. Im Zuge eines Validierungs-Workshops wurden die aus den Projektergebnissen abgeleiteten Handlungsempfehlungen mit Stakeholdern akkordiert. Auf Basis der durchgeführten Unternehmensbefragungen und des Stakeholder-Workshops wurde eine Roadmap mit Hinblick auf eine zukünftige SSbD-Umsetzung in österreichischen Betrieben ausgearbeitet, um zur Erfüllung der Ziele der Europäischen Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit sowie der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie beitragen zu können.

## Inhalt

<b>Vorwort .....</b>	<b>3</b>
<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>6</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>8</b>
1.1 Safe and Sustainable by Design (SSbD).....	8
1.2 Projektziele .....	12
<b>2 Methodische Herangehensweise .....</b>	<b>13</b>
2.1 Literaturrecherche .....	13
2.2 Durchführung einer Fallstudie (Case Study) .....	14
2.3 Stakeholder-Einbindung .....	16
2.3.1 Qualitative Interviews.....	16
2.3.2 Online-Umfrage .....	18
2.3.3 Stakeholder-Workshop .....	19
2.4 SWOT-Analyse.....	20
<b>3 SSbD am Forschungs- &amp; Wirtschaftsstandort Österreich.....</b>	<b>22</b>
3.1 Bestehende Konzepte & Plattformen.....	22
3.2 Stakeholder-Analyse .....	26
3.3 Rolle der Chemikalienstrategie sowie SSbD in österreichischen Organisationen.....	29
3.4 SWOT-Analyse.....	30
3.4.1 Stärken & Treiber .....	32
3.4.2 Schwächen & Barrieren .....	33
3.4.3 Chancen .....	35
3.4.4 Risiken .....	37
<b>4 Anwendbarkeit des SSbD-Konzepts.....</b>	<b>40</b>
4.1 Identifikation nationaler und internationaler Best-Practice-Beispiele sowie SSbD-relevanter Rahmenwerke.....	40
4.2 Fallstudie zu Nano-Zinkoxid (ZnO).....	46
4.2.1 Beschreibung des Herstellungsprozesses.....	46
4.2.2 Durchführung der SSbD-Bewertung .....	47
<b>5 Schlussfolgerungen.....</b>	<b>53</b>
5.1 Erkenntnisse aus der Fallstudie .....	53
5.2 Handlungsempfehlungen aus den Interviews .....	55
5.3 Handlungsempfehlungen aus der Fallstudie .....	57
5.3.1 Handlungsempfehlungen für Österreich .....	57
5.3.2 Handlungsempfehlungen hinsichtlich des SSbD-Rahmenwerks .....	57

5.4 Roadmap.....	58
<b>Tabellenverzeichnis.....</b>	<b>60</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>61</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>62</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis.....</b>	<b>64</b>
<b>Anhang I .....</b>	<b>65</b>
<b>Anhang II .....</b>	<b>67</b>
<b>Anhang III .....</b>	<b>71</b>
<b>Anhang IV .....</b>	<b>73</b>
<b>Anhang V .....</b>	<b>74</b>

# Zusammenfassung

Der Europäische Grüne Deal, die Europäische Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit sowie die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie haben ambitionierte Umweltziele gesetzt, Chemikalien und Produkte zukünftig nachhaltiger und recyclingfähiger zu produzieren. Um diesen Herausforderungen zu begegnen und die übergeordneten Ziele zu erreichen, entwickelte die Gemeinsame Forschungsstelle (engl. *Joint Research Center*, JRC) der Europäischen Kommission das sogenannte „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD)-Konzept. Ein vom JRC ausgearbeitetes SSbD-Rahmenwerk soll für Firmen und Organisationen eine Anleitung sein, Sicherheits- und Nachhaltigkeitsaspekte bereits in der Entwicklung ihrer Chemikalien/Materialien miteinzubeziehen sowie diese Aspekte für bereits am Markt befindliche Chemikalien/Materialien neu zu bewerten (Anmerkung: Durch dieses „Redesign“ sollen schädliche Chemikalien durch umweltfreundliche Substitute sukzessive ersetzt werden).

Im Zuge des Forschungsprojekts SiNa sollte die Ausgangslage für die betriebliche Etablierung und Umsetzung des SSbD-Rahmenwerkes am Forschungs- und Wirtschaftsstandort Österreich erhoben, die praktische Anwendbarkeit anhand einer Fallstudie getestet und Empfehlungen zur zukünftigen Umsetzung abgeleitet werden. Hierzu wurden mittels Literaturrecherche bereits bestehende Rahmenwerke und Plattformen analysiert, deren Ziele sich mit denen des SSbD-Konzeptes überschneiden. Relevante Stakeholder wurden identifiziert und mittels qualitativer Interviews, einer Online-Befragung sowie eines Validierungsworkshops in das Projekt involviert. Dabei wurden ihre Kenntnisse, erwartete Auswirkungen sowie wahrgenommene Treiber, Barrieren, Chancen und Risiken hinsichtlich des SSbD-Konzeptes erfragt. Auf Basis der resultierenden Ergebnisse wurde eine SWOT-Analyse durchgeführt. Parallel dazu, wurde mit einem österreichischen Kleinunternehmen, welches auf die Nanomaterial-Herstellung spezialisiert ist, die Anwendbarkeit des SSbD-Rahmenwerkes getestet. Die gewonnenen Erkenntnisse wurden in der ersten Testperiode des Rahmenwerkes an das JRC rückgemeldet und auf Einladung durch das JRC beim 4. SSbD Stakeholder-Workshop, der vom 6.-7.12.2023 in Brüssel stattfand, präsentiert.

Die im gegenständlichen Forschungsprojekt durchgeführten Interviews und Online-Befragungen zeigen, dass das SSbD-Konzept bei vielen (internationalen) Firmen und Forschungseinrichtungen bereits bekannt ist. Die in Österreich vorhandene Bandbreite an Rahmenwerken und Plattformen, die sich mit SSbD-relevanten Themen auseinandersetzen (z.B. „Platt-

form Grüne Chemie“), stärkt den Bekanntheitsgrad des Konzeptes und fördert eine mögliche Umsetzung. Allerdings zeigt die durchgeführte Fallstudie sowie die Expert:innen-Interviews, dass eine betriebliche Umsetzung des SSbD-Rahmenwerkes in seiner jetzigen Form für viele, vor allem kleinere und mittlere Unternehmen, eine große Herausforderung sein wird. Gründe dafür liegen unter anderem am zusätzlichen Ressourcenaufwand und an der in Betrieben häufig fehlenden SSbD-Expertise. Des Weiteren fehlen derzeit umweltpolitische Anreize, um das SSbD-Konzept auf freiwilliger Basis betrieblich umzusetzen. Aus den Projektergebnisse abgeleitete Maßnahmen, wie beispielsweise die Etablierung einer landesweiten SSbD-Plattform sowie SSbD-spezifische Forschungsförderprogramme, wurden in Kooperation mit dem FFG-Projekt „ChemSave“<sup>1</sup> in einer strategischen Roadmap zur SSbD-Umsetzung in Österreich bis 2033 zusammengefasst. Parallel dazu bedarf es auf europäischer Ebene einer Weiterentwicklung und Konkretisierung des SSbD-Rahmenwerkes, um den Unternehmen Planungssicherheit hinsichtlich zukünftiger Investitionen in der Chemikalienbranche zu gewährleisten.

---

<sup>1</sup> Nähere Informationen zum Projekt „ChemSave“ unter: <https://bionanonet.at/projects/>

# 1 Einleitung

## 1.1 Safe and Sustainable by Design (SSbD)

Eine funktionierende Kreislaufwirtschaft ist ein sehr wichtiger Grundstein, der durch den Europäischen Grünen Deal, dem EU-Aktionsplan für eine Kreislaufwirtschaft und durch die EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (engl. *Chemical Strategy for Sustainability*, CSS) gesetzt worden ist (BMK, 2022; European Commission, 2019, 2020). Stahel hat bereits 1984 ein Kreislaufwirtschaftssystem als „das sich selbst erneuernde System“ bezeichnet (Stahel, 1984), das die Verlängerung des Produktlebens und somit den Verbrauch von weniger Rohmaterialien sowie die Verringerung von Abfällen zum Ziel hat. Werden chemische Substanzen bzw. Stoffe und die daraus erzeugten Produkte im Kreislauf geführt, muss auch die Sicherheit des Menschen und der Umwelt im Sinne des Arbeitnehmer:innen-, Konsument:innen- und Umweltschutzes berücksichtigt werden. Die CSS hat daher zum Ziel, „besonders besorgniserregenden Stoffen“ (engl. *Substances of Very High Concern*, SVHC) soweit wie möglich zu reduzieren (European Commission, 2020). Um solche Umweltziele zu erreichen und betrieblich auch umzusetzen, wurde das Konzept „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD) entwickelt. Abbildung 1 fasst die Entstehungsgeschichte des SSbD-Konzepts zusammen.



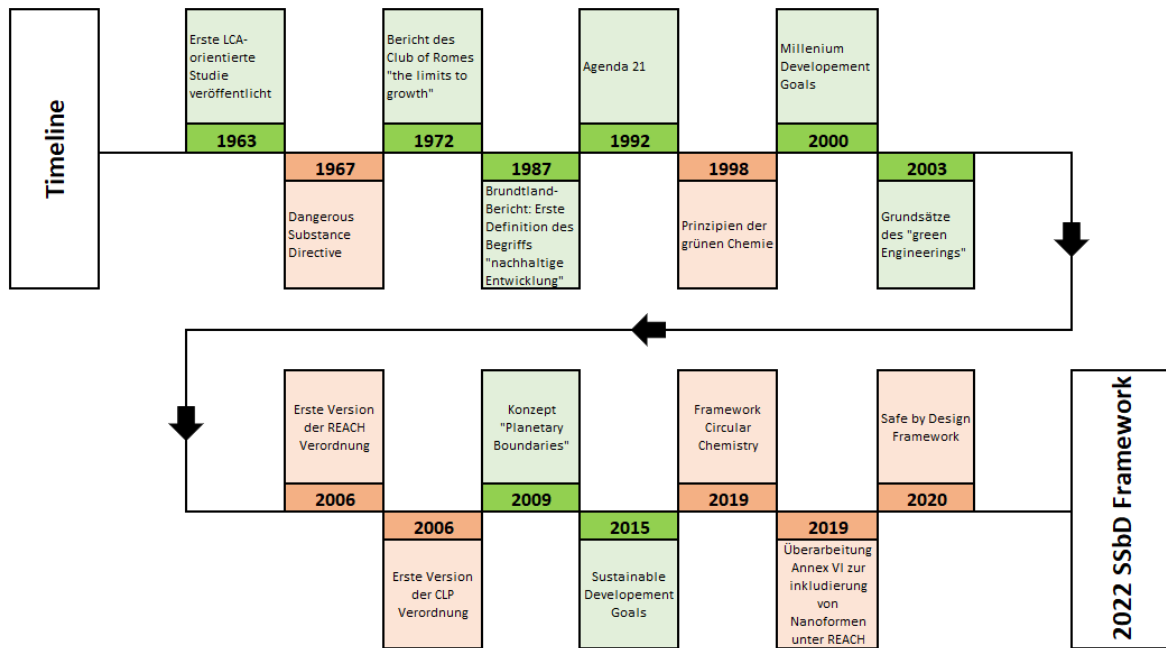


Abbildung 1: Zeitachse zur Entstehungsgeschichte des Konzepts für Safe and Sustainable by Design (SSbD).

Ein wichtiger Grundstein für eine europaweite Umsetzung des SSbD-Konzepts wurde im Juli 2022 durch den technischen Bericht des Joint Research Centre (JRC) „Safe and sustainable by design chemicals and materials – Framework for the definition of criteria and evaluation procedure for chemicals and materials“ gesetzt (Caldeira et al., 2022). Das darin dargestellte SSbD-Rahmenwerk bietet einen Leitfaden zur Implementierung von Sicherheits- und Nachhaltigkeitsaspekten während der (Re-)Design-Phase von Chemikalien und Materialien. Es wird darauf hingewiesen, dass sich das SSbD-Rahmenwerk noch mindestens bis Ende 2024 in einer Testphase befindet und daher noch weiterentwickelt werden muss, um für europäische Unternehmen und Institutionen praxistauglich zu werden. Grundsätzlich wird das SSbD-Konzept in 2 Phasen unterteilt:

- 1) **Design-Phase:** Es werden neue Chemikalien bzw. Materialien nach den „12 Prinzipien der Grünen Chemie“<sup>2</sup> entwickelt. In der **Redesign-Phase** werden bereits am

<sup>2</sup> <https://www.acs.org/greenchemistry/principles/12-principles-of-green-chemistry.html>

Markt befindliche Chemikalien bzw. Materialien erneut bewertet, um gegebenenfalls durch umweltfreundlichere Substitute ersetzt zu werden.

- 2) **Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung:** Hierbei werden die neuentwickelten Chemikalien und Materialien mit konventionellen Chemikalien (engl. *bulk chemicals*) anhand ausgewählter Methoden verglichen (z.B.: Risikobewertung gemäß REACH, Lebenszyklusanalyse zur Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit etc.).

In Phase 1 werden Design-Leitprinzipien und dazugehörige Indikatoren der „Grünen Chemie“ vorgeschlagen, die der Entwicklung der Chemikalie berücksichtigt werden sollen. Phase 2 zur Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung ist grundsätzlich in 5 Schritte unterteilt, welche in Abbildung 2 dargestellt sind. Schritt 1 dient der Gefährdungsbewertung der intrinsischen Eigenschaften der Chemikalie / des Materials. Schritt 2 befasst sich mit der Risiko- und Gefährdungsbewertung während der Produktions- und Verarbeitungsphase, während Schritt 3 die Risiko- und Gefährdungsbewertung in der Nutzungs- und Entsorgungsphase analysiert. Schritte 1-3 dienen im Wesentlichen zur Abschätzung des Risikos ( $Risiko = Gefahr * Eintrittswahrscheinlichkeit$ ). Schritt 4 dient der Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit und Schritt 5 der Bewertung der sozio-ökonomischen Nachhaltigkeit (Caldeira et al., 2022).

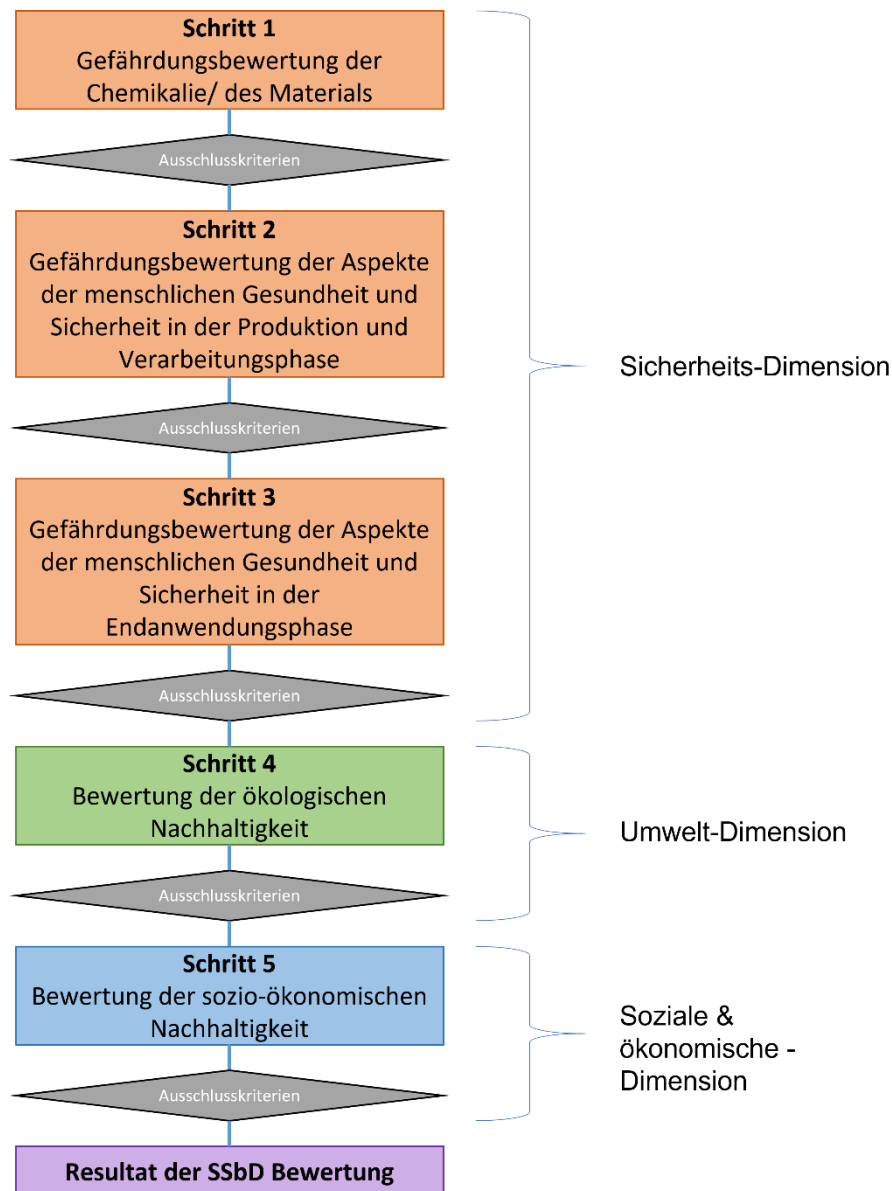


Abbildung 2: 5 Schritte zur Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung von Chemikalien bzw. Materialien auf Basis des SSbD-Rahmenwerks (Caldeira et al., 2022).

Am Ende eines jeden Schrittes wird auf Basis eines Bewertungssystems mit vorgegebenen Indikatoren eine Punktzahl vergeben, welches in Caldeira et al. (2023) näher beschrieben wurde. Auf Basis dieses Punktesystems können für den jeweiligen SSbD-Bewertungsschritt Ausschlusskriterien definiert werden, um den Innovationsprozess frühzeitig zu stoppen bzw. umweltfreundlichere Alternativen zu suchen („Redesign“). Am Ende werden die einzelnen Punkte zu einem SSbD-Gesamtscore zusammengerechnet, um die Vergleichbarkeit mit einer ausgewählten Referenz (z.B. konventionelle Chemikalien mit toxischen Eigenschaften) zu gewährleisten. Es wird darauf hingewiesen, dass dieses von

Caldeira et al. (2023) vorgeschlagene Punktesystem nur eine Möglichkeit der quantitativen Darstellung der SSbD-Bewertung ist. In den Fallstudien, die vom JRC koordiniert und in Caldeira et al. (2023) näher beschrieben wurden, sind weitere Methoden zur quantitativen oder qualitativen SSbD-Bewertung zu finden.

## 1.2 Projektziele

Im gegenständlichen Projekt mit dem Titel „Sicherheit und Nachhaltigkeit von Nanomaterialien und anderen Advanced Materials“ (SiNa) war eines der übergeordneten Ziele, die Ausgangslage am Wirtschafts- und Forschungsstandort Österreich zu analysieren. Weiters sollte die Anwendbarkeit des SSbD-Rahmenwerkes in einem Kleinunternehmen, welches Nanopartikel produziert, anhand einer konkreten Fallstudie getestet werden. Ein spezieller Fokus lag hier auf der Sicherheits- und Risikobewertung von Nanopartikel, die als Advanced Materials klassifiziert werden und sich aufgrund ihrer Größe (1-100nm) sowie spezifischen Oberflächeneigenschaften von herkömmlichen „Bulkchemikalien“ unterscheiden können.

Die erzielten Resultate sollten schlussendlich die Eignung des SSbD-Rahmenwerkes zur Erreichung der Ziele der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit und der Kreislaufwirtschaftsstrategie aufzeigen. Diese Herangehensweise sollte wiederum die Ableitung von Handlungsempfehlungen sowie einer österreichischen Roadmap für die zukünftige Umsetzung des SSbD-Rahmenwerkes in Österreich ermöglichen.



verwendet. Die dafür verwendeten Suchbegriffe sind in Tabelle 1 näher aufgelistet. Die Literaturrecherche wurde nach dem Schneeball-Prinzip durchgeführt (Wohlin, 2014).

Tabelle 1: Im Projekt SiNa verwendete Suchbegriffe während der Literaturrecherche.

Deutsch	English
Nachhaltigkeit durch Design	Safe by Design
Nachhaltigkeit durch Design Österreich	Safe by Design Frameworks
Chemikalien Sicherheit Österreich	Safe by Design Austria
Sicherheit und Nachhaltigkeit Österreich	Safe and Sustainable by Design
	Safe and Sustainable by Design Frameworks
	Safe and Sustainable by Design Austria
	Sustainable by Design
	Sustainable by Design Framework
	Sustainable by Design Austria

## 2.2 Durchführung einer Fallstudie (Case Study)

Einer der innovativen Aspekte des SiNa-Projekts ist die praxisnahe Fallstudie zur Anwendung des SSbD-Rahmenwerks am Beispiel eines Kleinunternehmens, das auf die Produktion von Nanomaterialien (engl. *engineered nanomaterials*, ENMs) spezialisiert ist. Hierzu wurde mit dem Projektpartner PHORNANO Holding GmbH der Produktkatalog nach geeigneten Materialien durchsucht, um ein repräsentatives Produktbeispiel auszuwählen anhand welchem das SSbD-Konzept erprobt wurde. Innerhalb eines projektinternen Workshops konnte die Produktauswahl auf 3 mögliche Materialien mit Endnutzung in unterschiedlichen industriellen Sektoren (Tabelle 2) eingeeengt werden.

Tabelle 2: Liste der für die Fallstudie ausgewählten Materialien aus dem Produktkatalog der PHORNANO Holding GmbH.

Material	Sektor	Produkte
4n HQ Silber	Labordiagnostik	Sensor
4n HQ Gold	Labordiagnostik	Sensor
4n ZnO X, ZnO Z, ZnO N	Textilien, Kosmetik	Schutzausrüstung, Sonnencreme

Von diesen Materialien wurde Nano-Zinkoxid (ZnO) (Produktname: „4n ZnO X“, „ZnO Z“, „ZnO N“, mit „X, Z, N“ für bestimmten Partikelgrößen) für die SSbD-Fallstudie ausgewählt. Nano-ZnO wurde ausgewählt, da es bereits industriell produziert wird. Zum Einsatz kommt es vorwiegend als UV-Absorber in Sonnenschutzcremen als auch in Arbeitsschutzkleidung mit antibakterieller Wirkung. Ein weiterer Grund für die Auswahl war die gute Informationsbasis über das ENM, sowie den Herstellungsprozess. Die Anwendbarkeit des SSbD-Konzepts wurde von Schritt 1 bis 3 erprobt. Schritt 4 und 5 konnten aufgrund mangelnder Ressourcen nicht durchgeführt werden, da diese Schritte sehr zeit- und kostenaufwendig wären. Für die Durchführung der Bewertungsschritte 1 bis 3 wurden die Methoden (intrinsische Gefahrenbewertung) und dazu nötige Software (z.B.: „IUCLID 6“) herangezogen, welche im JRC-Rahmenwerk vorgeschlagen und näher beschrieben worden sind (Caldeira et al., 2023). Vom Projektteam wurden Excel-Sheets zur Dateneingabe vorbereitet und zusätzlich eine Skala von 1-5 (Tabelle 3) erstellt, um die Datenqualität sowie die Herausforderungen bei der Datensammlung subjektiv zu bewerten.

Tabelle 3: Vom Projektteam entwickelte Skala zur Bewertung der Datenqualität. Die gesammelten Daten dienten zur Eingabe für SSbD-Bewertungstools, die von Caldeira et al. (2023) für die Schritte 1-3 empfohlen wurden.

Skala	Beschreibung
1	Daten liegen bereits beim Hersteller vor
2	Daten sind öffentlich zugänglich und einfach zu erhalten (z.B.: durch öffentliche Register <sup>3</sup> für gemäß REACH zugelassene Chemikalien)
3	Daten sind mittelschwer zu erhalten (z.B.: durch Rückfrage beim Inverkehrbringer)
4	Daten sind schwer zu erhalten (z.B.: Daten müssen durch Versuchsreihen (experimentell) ermittelt werden)
5	Daten sind nicht verfügbar

<sup>3</sup> <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/ec-inventory>

Im Zuge eines ganztägigen, internen Workshops und mehrerer Online-Meetings wurden anschließend die SSbD-relevanten Informationen gesammelt. Zusätzlich wurde der Arbeitsaufwand bei der Datenbeschaffung und Durchführung der jeweiligen SSbD-Schritte 1 bis 3 notiert. Mittels der im Produktdatenblatt von 4n ZnO X, ZnO Z, ZnO N spezifizierten CAS-Nr. (1314-13-2) wurde das REACH-Registrierungsdossier für ZnO in der ECHA-Datenbank<sup>4</sup> gesucht. Primärdaten für die Dateneingabe in der Software „IUCLID 6 (Version 7.0.7)“ und „CHESAR 3 (Version 3.7.8 und Version 3.8)“ wurden dem Registrierungsdossier entnommen, da hier von höchster Datenqualität ausgegangen werden kann. Fehlende Daten wurden aus wissenschaftlichen Datenbanken (z.B.: Pubchem<sup>5</sup>, Chemspider<sup>6</sup> etc.) ergänzt. Die gewonnen Erkenntnisse wurden in das „Reporting Template“ des JRC (Excel-Sheets) eingetragen, um der Europäischen Kommission bis 30.6.2023 Feedback zur SSbD-Praxistauglichkeit geben zu können (siehe auch Anhang III).

## 2.3 Stakeholder-Einbindung

Für eine holistische Betrachtung des SSbD-Konzeptes wurden im Laufe des Projektes verschiedene Stakeholder mittels qualitativer Interviews, Online-Umfragen und Stakeholder-Workshop eingebunden. Die Auswirkungen von SSbD und der EU-Chemikalienstrategie auf den österreichischen (Nano)-Forschungs- und Wirtschaftsstandort konnten somit umfassend erhoben werden.

### 2.3.1 Qualitative Interviews

In Anbetracht der vorliegenden Forschungsfragen wurde ein methodischer Ansatz gewählt, der sich auf problemzentrierte qualitative Expert:innen-Interviews konzentriert. Dabei wurden Vertreter:innen unterschiedlicher Stakeholdergruppen einbezogen, um die praktische Relevanz des SSbD-Konzeptes sowie der EU-Chemikalienstrategie für den österreichischen Forschungs- und Wirtschaftsstandort zu erheben. Für die Wahrung von Struktur und Situationsbezug während der Interviews wurden Interviewleitfäden erstellt (siehe Anhang I).

---

<sup>4</sup> <https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/registered-substances>

<sup>5</sup> <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/>

<sup>6</sup> <http://www.chemspider.com/>



Relevante Interview-Partner:innen wurden basierend auf der Stakeholder-Analyse (siehe Kapitel 3.2) identifiziert. Für die vorliegende Studie wurden 8 Expert:innen aus dem erweiterten Stakeholder-Netzwerk, welches relevante externe Stakeholder inkludiert, eingebunden. Dabei wurden Stakeholder aus den Bereichen Regulative, Wissenschafts- & Industrievertretungen, Netzwerke & Plattformen eingebunden, um auf einer Metaebene mögliche Auswirkungen sowie Chancen und Risiken durch die EU-Chemikalienstrategie und des SSbD-Konzeptes auf den österreichischen Forschungs- und Wirtschaftsstandort zu erheben. Durch weitere vertiefende Interviews mit 6 Expert:innen aus dem zentralen Wertschöpfungskreislauf von Advanced Materials (AdMs) und ENMs wurde die Relevanz von SSbD sowie von anderen Nachhaltigkeitsstrategien in deren Betrieben erhoben. In diesem Fall lag der Fokus auf ENM- bzw. AdM-Herstellern und -Verarbeitern. Weitere Details zu den interviewten Expert:innen können aus Tabelle 4 entnommen werden.

Tabelle 4: Auflistung der Organisationen und interviewten Expert:innen.

Organisation	Anzahl der interviewten Personen	Expertise im Wertschöpfungsnetzwerk	Interviewdauer
Acticell GmbH	1	Textilindustrie	70 min
BioNanoNet	2	Netzwerk	90 min
BMK: Sektion V, Abteilung	2	Regulatorik	90 min
Fachverband der Chemischen Industrie AT	1	Industrievertretung	80 min
INOCON	1	Einarbeitung von Nanomaterialien	65 min
Joanneum Research	1	Forschung	60 min
PHORNANO	1	Herstellung von Nanomaterialien	90 min
Silicon Austria Labs	1	Einarbeitung von Nanomaterialien	60 min
SusChem-AT	1	Plattform	80 min
Umweltbundesamt	2	Beratung	105 min
v-Trion Textile Research	1	Einarbeitung von Nanomaterialien	60 min

Die Auswahl der Interviewpartner:innen aus einer zuvor erstellten Datenbank (n=58) erfolgte auf Basis des Forschungsinteresses mit besonderem Fokus auf österreichische Akteur:innen an der Schnittstelle Chemieindustrie und Verarbeitung sowie Herstellung von ENMs/AdMs in den Bereichen Kosmetika, Textilien sowie Sensorik (siehe Abbildung 4). Diese ausgewählten Bereiche decken sich mit den Hauptaufgabenbereichen unseres Projektpartners PHORNANO. Die qualitativen Interviews wurden im Zeitraum zwischen April und September 2023 durchgeführt.

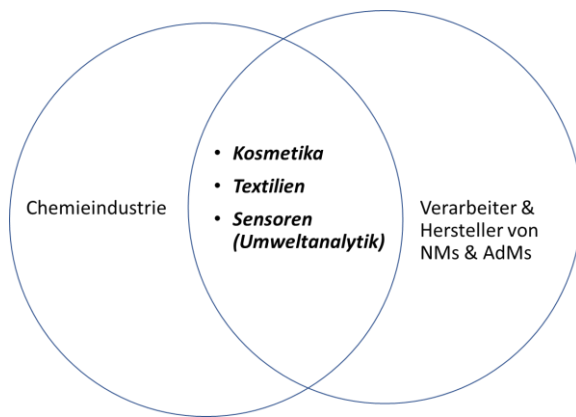


Abbildung 4: Branchenfokus der Studie.

Die Ergebnisse der Interviews wurden entsprechend der qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2010) ausgewertet. Die Ergebnisse sind in Kapitel 3 zusammengefasst. Handlungsempfehlungen, die von den Interviewpartner:innen explizit ausgesprochen wurden, werden in Kapitel 5.2 übersichtlich dargestellt und flossen in die abgeleiteten Handlungsempfehlungen in Kapitel 5.3 ein.

### 2.3.2 Online-Umfrage

Um vielversprechende Sektoren und Anwendungsfälle sowie relevante Standards, Normen, Vorschriften und Strategiedokumente für die Umsetzung von SSbD auf internationaler Ebene zu identifizieren, wurde eine Online-Umfrage erstellt. Aufgrund der internationalen Ausrichtung wurde die Umfrage in englischer Sprache konzipiert. Für die Durchführung wurde das Tool SurveyMonkey ausgewählt. Um möglichst viele Adressat:innen zu erreichen, wurde die Online-Umfrage über verschiedene Kanäle ausgesendet: SiNa-Projektpartner und deren persönliches Netzwerk (via Emailverteiler, LinkedIn), BioNanoNet (via Newsletter, Website, LinkedIn), Erwin Schrödinger Gesellschaft (via Emailverteiler), Nanoinformationskommission (via Emailverteiler), EU NanoSafety Cluster (via Newsletter, Website), Plattform Grüne Chemie (via Emailverteiler) sowie an die Projektpartner der „NMBP-16“ EU-Projekte (via Emailverteiler).

Die Online-Umfrage war vom 25. Juli bis zum 30. September 2023 geöffnet. Insgesamt haben 35 Personen den Fragebogen ausgefüllt. Die ausgewerteten Ergebnisse werden in Kapitel 4.1 näher erläutert.

### 2.3.3 Stakeholder-Workshop

Die Abhaltung eines interaktiven Abschlussworkshops<sup>7</sup> diente zur Validierung sowie Diskussion der Projektergebnisse mit externen Stakeholdern aus dem SiNa-Wertschöpfungsnetzwerk. Um größtmögliche Synergieeffekte zu erzielen, wurde der Workshop gemeinsam mit dem FFG-Projekt namens „ChemSave“<sup>8</sup> durchgeführt. Folgende Zielsetzungen wurden für den Workshop erarbeitet:

- Information und Erfahrungsaustausch über die zu erwarteten Auswirkungen der EU-Chemikalienstrategie und des SSbD-Konzepts auf den österreichischen Forschungs- und Wirtschaftsstandort
- Information und Erfahrungsaustausch über Treiber und Barrieren bei der Implementierung von SSbD in österreichischen Betrieben ausgewählter Sektoren (Chemie, Kosmetik, Kunststoff, Medizintechnik, Metall, Pharma, Sensorik, Textilien)
- Validierung, Reflexion und Diskussion der abgeleiteten Handlungsempfehlungen und deren Zeithorizonte
- Vernetzung mit Expert:innen zur Förderung der Zusammenarbeit und des Wissensaustauschs

Der Workshop wurde am 7.11.2023 im Impact Hub (Lindengasse 56, 1070 Wien) abgehalten. Insgesamt waren 17 Teilnehmer:innen anwesend. Die detaillierte Agenda ist im Anhang IV zu finden. Für den interaktiven Teil wurde die Methodik der sogenannten „Fishbowl“-Diskussion gewählt. Die Fishbowl-Diskussion ist eine strukturierte Gesprächsmethode, die dazu dient, eine offene und gleichberechtigte Kommunikation in größeren Gruppen zu fördern (Flor et al., 2013). Die Ergebnisse flossen in die Finalisierung der SWOT-Analyse (Kapitel 3.3) sowie in die Handlungsempfehlungen (Kapitel 5.2 und 5.3) und die SSbD-Roadmap ein.

---

<sup>7</sup> Programm und Präsentationen downloadbar unter: <https://www.bnn.at/events/workshop-eu-chemikalienstrategie-fur-nachhaltigkeit-osterreichische-roadmap-zu-safe-and-sustainable-by-design>

<sup>8</sup> Weiterführende Informationen zum Projekt „ChemSave“ unter: <https://www.bnn.at/projects/>

## 2.4 SWOT-Analyse

Die SWOT-Analyse gilt als Methode zur systemischen Situationsanalyse. Dabei steht S für Strengths (Stärken), W für Weaknesses (Schwächen), O für Opportunities (Chancen) und T für Threats (Risiken). Die SWOT-Analyse wird in einer Matrix dargestellt, welche zwei Dimensionen umfasst. Dies sind erstens die Chancen und Risiken, die sich tendenziell aus dem externen Umfeld (z.B.: Trends, Technologie, Politik etc.) ergeben und in der vorliegenden Analyse den Blick in die Zukunft und damit zusammenhängende Erwartungen darstellen – zum Beispiel bei Befragungen zu Chancen und Risiken, falls das SSbD-Konzept in Zukunft gesetzlich verpflichtend umgesetzt werden würde. Die zweite Dimension umfasst aktuell wahrgenommene Stärken (inklusive förderlicher Faktoren – Treiber – für die Implementierung von SSbD) und Schwächen (inklusive hinderlicher Faktoren – Barrieren – für die Implementierung von SSbD) des SSbD-Konzeptes in seiner derzeitigen Ausführung<sup>9</sup>, da es sich um eine sich noch in Entwicklung befindliche Bewertungsmethode handelt. Diesen beiden Dimensionen wurden konkrete, in den Interviews genannte, Handlungsempfehlungen zugeordnet. Darüber hinaus diente die Matrix der weiteren Ableitung übergeordneter Maßnahmenvorschläge für die SSbD-Roadmap. Abbildung 5 zeigt die entsprechenden Fragestellungen, die in den qualitativen Interviews näher diskutiert wurden.

---

<sup>9</sup> Stand Juni bis September 2023.

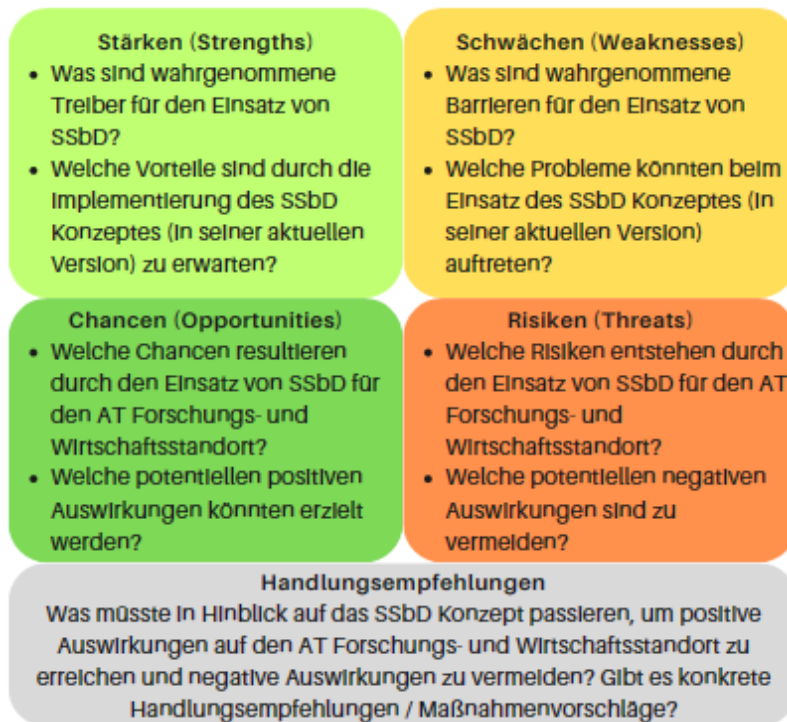


Abbildung 5: SWOT-Fragestellungen aus den Interviews.

# 3 SSbD am Forschungs- & Wirtschaftsstandort Österreich

## 3.1 Bestehende Konzepte & Plattformen

Wie bereits in Abbildung 1 dargestellt wurde, basiert die Entwicklung des SSbD-Rahmenwerkes auf verschiedensten Strategien, Rahmenwerken, Richtlinien und Publikationen, die bereits seit mehreren Jahren öffentlich abrufbar sind. Es war also anzunehmen, dass es auch in Österreich bereits SSbD-richtungsweisende Konzepte und Plattformen gibt, deren Aspekte, Ziele und Empfehlungen sich mit denen des derzeitigen SSbD-Rahmenwerkes überschneiden. In Tabelle 5 sind die Rahmenwerke aufgelistet, die mittels Literaturrecherche (Kapitel 2.1) auf österreichischer Ebene gefunden wurden. Zur Orientierung diente ein JRC-Bericht, in welchem über 100 Rahmenwerke aus dem europäischen Raum näher analysiert wurden. Auf Basis dieser Analyse wurden in dem Bericht das Anwendungsfeld als auch die vier zentralen Dimensionen innerhalb des SSbD-Konzeptes (Sicherheit, Umwelt, Soziales und Ökonomie) festgelegt (European Commission et al., 2022).

Tabelle 5: Übersicht der im Projekt identifizierten Rahmenwerke mit Bezug zum SSbD oder zur CSS.

Rahmenwerk	Ersteller	Anwendungsfeld	Sicherheit	Umwelt	Soziales	Ökonomie	Quelle
Bioökonomie: Eine Strategie für Österreich	BNMT (Regierungsbehörde)	nicht spezifiziert	Nein	Ja	Ja	Ja	<a href="#">Link</a>
Qualitätsstandards für Circular Design	IDRV (Forschungseinrichtung)	Produkte (nicht spezifisch)	Nein	Ja	Nein	Nein	<a href="#">Link</a>
Rahmenwerk Grüne Bundeswertpapiere	OeBFA (Regierungsbehörde)	Finanzsystem	Nein	Ja	Ja	Ja	<a href="#">Link</a>
Mobilitätsmasterplan 2030 für Österreich	BMK (Regierungsbehörde)	Transportsystem	Nein	Ja	Ja	Ja	<a href="#">Link</a>
Das Österreichische Umweltzeichen	BMK (Regierungsbehörde) & Industrie	Produkte (nicht spezifisch)	Ja	Ja	Nein	Nein	<a href="#">Link</a>
Österreichischer Aktionsplan Nanotechnologie	UBA (Regierungsbehörde)	Materialien & Produkte (nanotech.)	Ja	Ja	Nein	Nein	<a href="#">Link</a>
OekB Sustainable financing framework	Unternehmen	Finanzsystem	Nein	Ja	Ja	Nein	<a href="#">Link</a>
Österreich auf dem Weg zur Nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft	BMK (Regierungsbehörde)	nicht spezifiziert	Nein	Ja	Nein	Ja	<a href="#">Link</a>
Circular Packaging Design Guideline	FH Campus Wien (Forschungseinrichtung)	Produkte (Verpackungen)	Ja	Ja	Nein	Nein	<a href="#">Link</a>

Arbeitsprogramm Grüne Chemie	UBA (Regierungsbehörde)	Chemikalien	Ja	Ja	Nein	Nein	<a href="#">Link</a>
N-Strat (+ Ö-Strat)	BML (Regierungsbehörde)	nicht spezifiziert	Nein	Ja	Ja	Ja	<a href="#">Link</a>



Im Zuge der oben genannten Strategien und Rahmenwerke wurden verschiedene Plattformen etabliert, die in Tabelle 6 aufgelistet sind.

Tabelle 6: Liste der Plattformen im Forschungs- und Wirtschaftsstandort Österreich.

Plattform	Betreiber	Ziel	Quelle
Nanoinformationsplattform	BMSGPK	Bereitstellung von (Basis)Informationen, geltende Rechtslage sowie aktuelle Forschung und News über Nanomaterialien für die breite Bevölkerung.	<a href="#">Link</a>
Plattform Grüne Chemie	UBA	Dient als operatives Gremium, das das nationale Arbeitsprogramm zur Grünen Chemie entwickelt und dessen Umsetzung vorantreibt. Es dient auch der Beratung der Klimaschutzministerin.	<a href="#">Link</a>
Sus-Chem Plattform	BNN;	Vernetzung von Industrie, Wissenschaft, Politik und Gesellschaft sowie Bereitstellung von relevanten Informationen über aktuelle Forschung und Datenlage.	<a href="#">Link</a>
	Cefic, DECHEMBA, ESAB, EuropaBIO, GDCh, RSC Suschem-Sec.		<a href="#">Link</a>
Plattform für Green Transformation & Bioökonomie	Ecoplus-	Promotion von Niederösterreich als Vorzeigestandort für Bioökonomie, grüne Transformation und zirkuläre Wirtschaft durch Vernetzung von verschiedenen Interessensgruppen und Bereitstellung eines Anlaufpunktes für Fragen.	<a href="#">Link</a>
Innovationsplattform für Bioökonomie & Kreislaufwirtschaft	BioBase GmbH	Fungiert als zentrale Informationsdrehscheibe und Serviceagentur für Wirtschaft, Wissenschaft, Verwaltung und Politik im Bereich Bioökonomie und Kreislaufwirtschaft.	<a href="#">Link</a>
Plattform Nachhaltigkeitswirtschaften	BMK	Unterstützung der Kommunikation und die Informationsweitergabe im Zusammenhang mit Forschungs- und Technologieprogrammen im Bereich der Energie- und Umwelttechnologien.	<a href="#">Link</a>
Bildung2030	Baobab – lernen eröffnet Welten	Informationssammlung und Weitergabe über SDGs und Agenda 2030 an Lehrer:innen, Elementarpädagog:innen, Lehrende an Universitäten und Hochschulen sowie Multiplikator:innen in der außerschulischen Bildungsarbeit und Erwachsenenbildung. Damit soll einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung von Ziel 4 der Agenda 2030 „Hochwertige Bildung“ geleistet werden.	<a href="#">Link</a>

Open4Innovation	BMK	Darstellung der Ergebnisse öffentlich geförderter Forschung und daraus resultierender technologischer Entwicklung.	<a href="#">Link</a>
-----------------	-----	--	----------------------

## 3.2 Stakeholder-Analyse

Im Rahmen einer Stakeholder-Analyse wurden Gruppen und deren Rollen entlang des Wertschöpfungskreislaufs sowie im erweiterten Umfeld identifiziert. Die Terminologie „Wertschöpfungskreislauf“ wurde dabei bewusst gewählt, um die REACH-Konformität sowie Zirkularität verstärkt in den Fokus zu setzen. Basierend auf dem Konzept des Wertschöpfungskreislaufs wurde für das Projekt ein eigenes „SiNa Wertschöpfungsnetzwerk“ näher ausgearbeitet, welches in Abbildung 6 ersichtlich ist. Darin enthalten sind – zusätzlich zu allen wesentlichen Stakeholdergruppen des inneren Wertschöpfungskreislaufs – Akteure des erweiterten Stakeholder-Netzwerks und relevante Rahmenbedingungen.

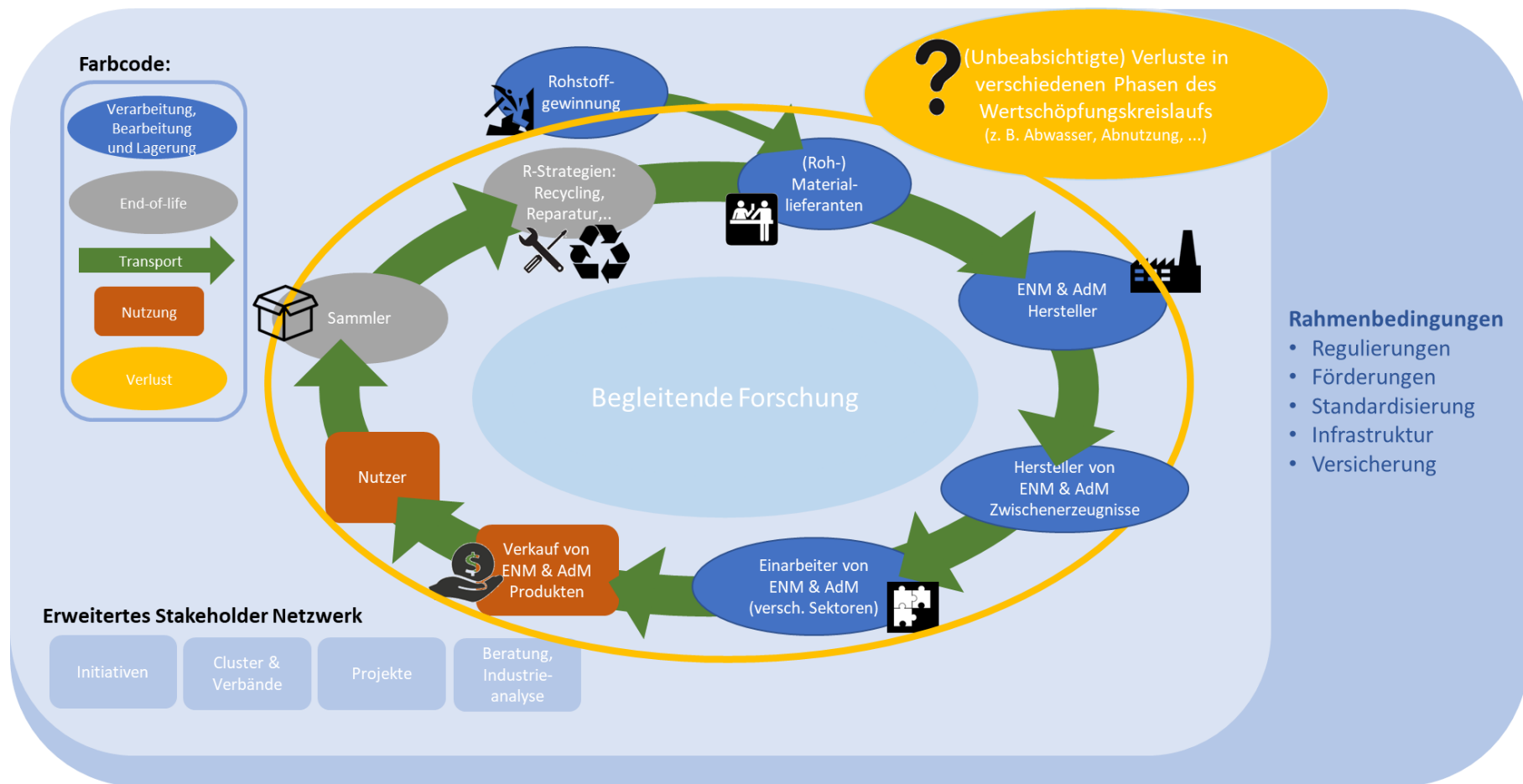


Abbildung 6: „SiNa-Wertschöpfungsnetzwerk“.

Als relevante Stakeholdergruppen des inneren Wertschöpfungskreislaufs konnten im Bereich der Verarbeitung, Bearbeitung und Lagerung von ENMs sowie AdMs (Roh-)Materiallieferanten, Hersteller von ENMs/AdMs für Zwischenerzeugnisse oder Endprodukte für verschiedenen Sektoren identifiziert werden. In der Nutzungsphase wurden Verkaufsstellen sowie Nutzer als relevante Stakeholdergruppen identifiziert. In der End-of-Life (EoL)-Phase sind Abfallsammelunternehmen sowie Stakeholder im Bereich der Verlängerung der Nutzungsphase im Sinne der 5R-Strategie angesiedelt (engl. *Reduce, Reuse, Remanufacture, Refurbish, Repurpose*). Im erweiterten Stakeholder-Netzwerk sind Vertreter:innen von Initiativen, Clustern und Verbänden, von einschlägigen Projekten sowie von Beratungsunternehmen und Branchenanalysen identifiziert worden. Im Bereich Vorgabe relevanter Rahmenbedingungen sind Stakeholder aus den Bereichen Regulatorik, Förderungen, Standardisierung, Infrastruktur sowie Versicherung von Bedeutung. In Tabelle 7 sind die Rollen der unterschiedlichen Stakeholdergruppen detailliert beschrieben.

Tabelle 7: Rollenbeschreibung der identifizierten Stakeholdergruppen.

Zielgruppen	Stakeholdergruppe (lt. Abbildung 6)	Beschreibung der Rolle
Herstellung & Verarbeitung	(Roh-) Materiallieferanten	Bereitstellung der grundlegenden Ausgangsstoffe für die Herstellung von ENMs und AdMs.
	ENM & AdM Hersteller	Entwicklung und Produktion hochspezialisierter Materialien mit einzigartigen Eigenschaften und Anwendungsmöglichkeiten.
	Hersteller von ENMs/AdMs als Zwischenerzeugnisse	Herstellung von Vorprodukten und Halbfabrikaten, die von anderen Herstellern in der weiteren Materialverarbeitung verwendet werden.
	Verarbeitung von ENMs/AdMs für bestimmte Sektoren	Verarbeitung der ENMs/AdMs gemäß den Anforderungen und Standards der jeweiligen Branche und Einarbeitung in Produkte oder Anwendungen.
Nutzungsphase	Verkauf von ENM/AdM-Produkten (abhängig von Anwendungsbereich)	Vertrieb und Vermarktung von spezifischen Produkten, indem Kunden hinsichtlich der geeigneten Anwendung beraten, Produkte verfügbar gemacht und Lieferungen sichergestellt werden, um die Bedürfnisse verschiedener Anwendungsbereiche zu erfüllen.
	Nutzer (abhängig von Anwendungsbereich)	Nutzung von ENM/AdM-Produkten, um verbesserte Funktionalitäten zu erzielen.
End-of-Life	Abfallsammler von entsorgten ENM-/AdM-Produkten und -materialien	Ordnungsgemäße Sammlung von Produkten oder Materialien, die ENMs/AdMs enthalten.

	Verlängerung der Lebensdauer von ENM-/AdM-Produkten und -materialien (abhängig von Anwendungsbe- reich)	Verlängerung der Lebensdauer, indem die 5-R Prinzipien (Reduce, Reuse, Remanufac- ture, Refurbish, Repurpose) eingesetzt wer- den.
	Recycler	Rückgewinnung von wertvollen Rohstoffen durch fachgerechtes Recycling.
Erweitertes Stakehol- dernetzwerk	Vertreter:innen Regulatorik	Entwicklung, Umsetzung, Überwachung und Überprüfung von Vorschriften und Richtli- nien im Zusammenhang mit der Herstel- lung, dem Vertrieb und der Verwendung von ENMs/AdMs, um die Sicherheit und Umweltverträglichkeit zu gewährleisten.
	Vertreter:innen Förderungen	Mobilisierung und Bereitstellung von finan- zieller Unterstützung und Investitionen für Forschung, Entwicklung und Herstellung von ENMs/AdMs sowie deren Produkten und Materialien.
	Vertreter:innen Standardisierung	Entwicklung und Aktualisierung von bran- chenspezifischen Normen und Standards, welche die Herstellung, Verwendung und Qualität von ENMs/AdMs regulieren.
	Vertreter:innen Infrastruktur	Aufbau und die Wartung von Einrichtungen und Ressourcen, die für die Forschung, Ent- wicklung und Produktion von ENMs/AdMs sowie deren Produkten und Materialien er- forderlich sind.
	Vertreter:innen Versicherung	Bereitstellung von Versicherungslösungen und -beratungsdiensten, um Risiken im Zu- sammenhang mit der Herstellung, Verwen- dung und Vermarktung von ENMs/AdMs zu bewerten und abzudecken.
	Vertreter:innen Initiativen, Cluster & Verbände	Förderung von Kooperation, Wissensaustausch und gemeinsamer Entwicklung von Best Practices innerhalb der ENM/AdM In- dustrie und Forschung.
	Vertreter:innen relevante Projekte & Forschung	Durchführung von Forschungsarbeiten und Entwicklungsprojekten, um neue Erkennt- nisse und Technologien im Bereich ENMs/AdMs zu generieren.
	Vertreter:innen Beratung, Industrieanalyse	Bereitstellung von Fachwissen und Markt- kenntnissen, um Organisationen bei strate- gischen Entscheidungen und Markteintritts- strategien zu unterstützen.

### 3.3 Rolle der Chemikalienstrategie sowie SSbD in österreichischen Organisationen

Die Integration von Nachhaltigkeitsprinzipien ist in den meisten Unternehmen der Interviewpartner:innen ein weitverbreitetes Merkmal, das sich in verschiedenen Konzepten und

Strategien manifestiert. Unter diesen Ansätzen nimmt die Chemikalienstrategie eine bedeutende Stellung bei Chemikalienproduzenten sowie -anwendern ein. Die konsequente Einhaltung dieser Strategie in österreichischen Organisationen ist von entscheidender Bedeutung, da sie darauf abzielt, ein umfassendes und nachhaltiges Chemikalienmanagement zu fördern. Ihre Relevanz erstreckt sich über verschiedene Branchen hinweg und erfährt eine kontinuierliche Zunahme. Innerhalb der befragten Unternehmen war die Chemikalienstrategie bekannt. In einigen Fällen existierten bereits Erfahrungen mit der praktischen Umsetzung.

Parallel dazu gewinnt das SSbD-Konzept immer mehr an Bedeutung. Obwohl die meisten der in der Studie befragten Unternehmen das SSbD-Konzept zwar kennen, wird es derzeit von den wenigsten (auf freiwilliger Basis) aktiv implementiert oder in Betracht gezogen. Es konnte jedoch festgestellt werden, dass Sicherheitsbewertungen gemäß den Schritten 1 bis 3 des SSbD-Rahmenwerkes (siehe Abbildung 2) in einigen Branchen bereits zur Anwendung kommen.

Die Erkenntnisse lassen auf einen stufenweisen Fortschritt sowie eine interne Motivation zurückschließen, die Chemikalienstrategie sowie das SSbD-Konzept in verschiedenen ENM- bzw. AdMs-relevanten Industriezweigen zu integrieren.

### 3.4 SWOT-Analyse

In den folgenden vier Unterkapiteln werden die in den qualitativen Interviews identifizierten Stärken (inkl. Treiber) und Schwächen (inkl. Barrieren) sowie erwarteten Chancen und Risiken des SSbD-Konzeptes als Teil der Chemikalienstrategie mit Fokus auf den österreichischen Forschungs- und Wirtschaftsstandort detailliert dargestellt und diskutiert. Abbildung 7 zeigt die Ergebnisse der SWOT-Analyse im Überblick.

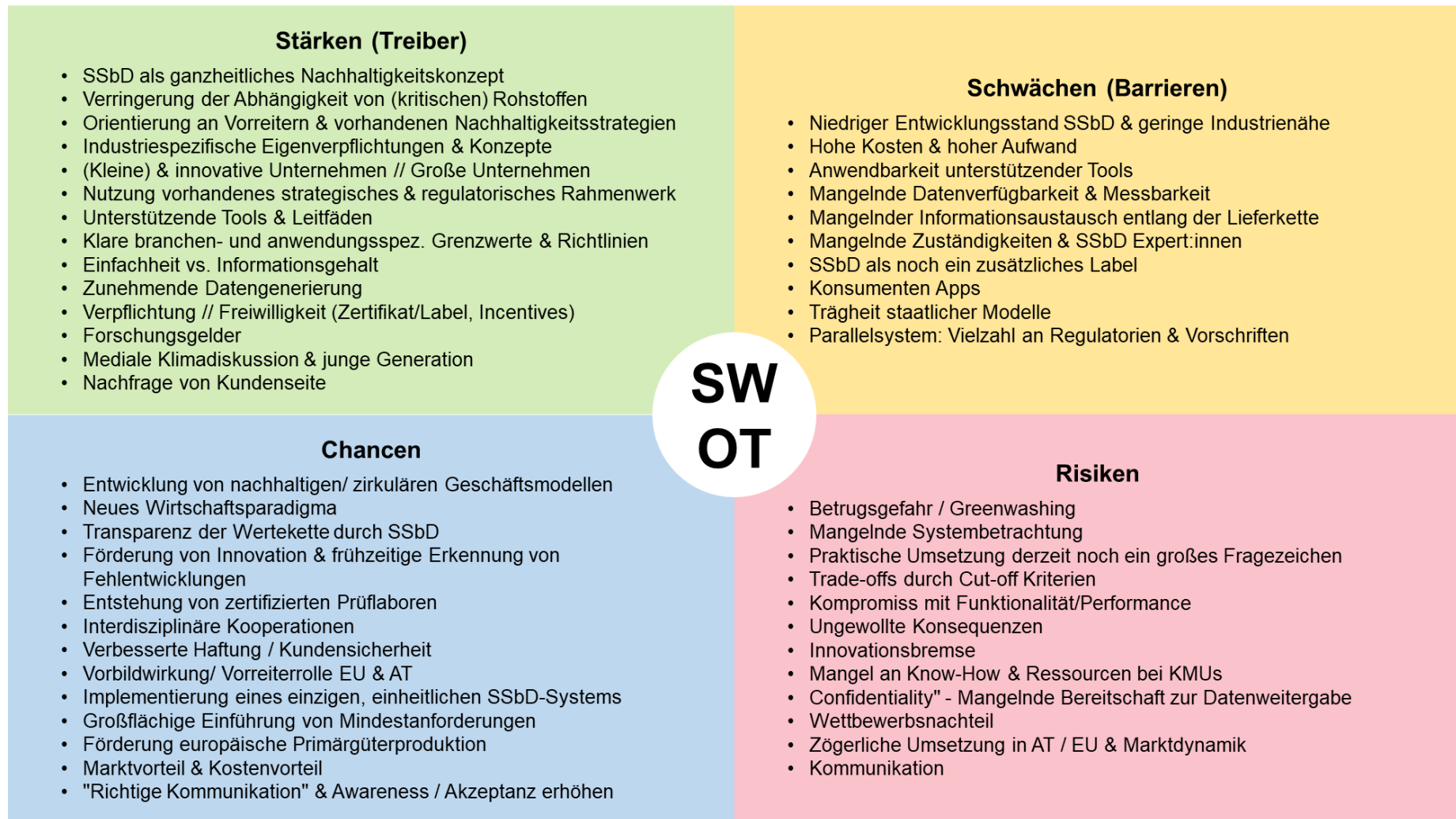


Abbildung 7: Projektergebnisse der SWOT-Analyse.

### **3.4.1 Stärken & Treiber**

#### **SSbD für nachhaltiges Wirtschaften**

SSbD wird von den interviewten Personen als ganzheitliches Nachhaltigkeitskonzept gesehen, welches nicht nur den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck, sondern auch andere Schadstoffe, Emissionen und Abfälle reduzieren sowie die Kreislauffähigkeit von Materialien erhöhen kann. Eine weitere identifizierte Stärke des SSbD-Konzepts ist die Verringerung der Abhängigkeit von (kritischen) Rohstoffen. Durch eine Entkopplung von globalen Märkten hinsichtlich Rohstoffversorgung könne die lokale Unabhängigkeit gestärkt sowie die Sicherheit entlang der Wertekette / des Wertkreislaufs erhöht werden. Die derzeit aktuelle mediale Klimadiskussion kann in der Nachhaltigkeitsdebatte als weitere Triebkraft gesehen werden.

#### **Kosten & Aufwand**

Was die Organisationsgröße anbelangt, so waren die Ansichten während den qualitativen Interviews teilweise konträr. Einerseits wurden kleine und innovative Unternehmen als Treiber gesehen, da notwendige Strukturen und einzelnen Sichtweisen hinsichtlich SSbD oftmals schon vorhanden sind. Im Gegensatz dazu sehen einige Befragte große Organisationen in einer vorteilhafteren Position als kleinere. Große Organisationen können sich Skalierungseffekte zu nutzen machen, haben bereits Sicherheits- und/oder Nachhaltigkeitsabteilungen eingerichtet und verfügen auch über das notwendige Budget für eine SSbD-Implementierung im eigenen Betrieb. Zudem werden in gewissen Branchen die Schritte 1 bis 3 (Abbildung 2) über Zertifizierungen und Richtlinien bereits umgesetzt (z.B. Textilindustrie).

#### **Informationsgenerierung, Informationsaustausch & Datenverfügbarkeit**

Aus externer Sicht konnte eine Orientierung an Vorreitern und die Nutzung von bereits vorhandenem Wissen sowie Erfahrungen aus anderen Branchen und Organisationen (Best-Practice-Beispiele siehe Abbildung 13) als Treiber identifiziert werden. Aus interner Perspektive können bereits vorhandene Nachhaltigkeitsstrategien sowie industriespezifische Eigenverpflichtungen einen Einsatz von SSbD fördern. Weiters können Forschungsgelder für nationale sowie europäische Projekte die Weiterentwicklung und den Einsatz von SSbD begünstigen. In diesem Kontext wurden auch die zunehmende Generierung und Bereitstellung von Daten als förderliche Faktoren betrachtet.



## **Regulatorischer Rahmen**

Was die rechtliche Umsetzung von SSbD anbelangt, so konnten auch hier konträre Meinungsäußerungen während der Interviews identifiziert werden. Einerseits wurde die verpflichtende Einführung des SSbD-Konzeptes als starker Treiber gesehen, da eine Umsetzung mit hohen Investitionen verbunden ist, was ohne Vorschriften nicht freiwillig umgesetzt würde (Anm.: SSbD-Implementierung erfolgt derzeit nur auf freiwilliger Basis). Auf der anderen Seite wurde die freiwillige Implementierung über Zertifikate oder Labels als Treiber genannt, was oft im Zusammenhang mit Anreizen (z.B. Steuerreduktion, Förderungen) gebracht wurde. Jedenfalls seien klare branchen- und anwendungsspezifische Grenzwerte und Richtlinien von wesentlicher Bedeutung. Vorhandene strategische sowie regulatorische Rahmenwerke (z.B. Green Deal, Kreislaufwirtschaftsstrategie, REACH, Stockholmer Übereinkommen („SVHC-Liste“), Sicherheitsdatenblätter, ISO-Standards) wurden als weitere Treiber für einen Einsatz von SSbD von den Interviewpartner:innen genannt. Siehe hierzu auch die in der Online-Umfrage identifizierten unterstützenden Rahmenwerke für die SSbD-Umsetzung in Abbildung 14 in Kapitel 4.1.

## **Marktdynamik & globaler Wettbewerb**

Auf operativer Ebene können harmonisierte und benutzerfreundliche Tools sowie Leitfäden einen Einsatz von SSbD begünstigen. Im Allgemeinen soll SSbD so einfach wie möglich, aber ausführlich genug sein, um gute Aussagen zu liefern. Eine Gliederung der verfügbaren Information für Adressaten könne in Expert:innen- und Nicht-Expert:innen-Wissen unterteilt werden. Es wurde vorgeschlagen, dass vertieftes Wissen zu verschiedenen Kategorien beispielsweise via eingebetteten QR-Code abgerufen werden könnte. Auch die Nachfrage der Kund:innen nach SSbD-konformen Materialien wurde als fördernder Faktor hervorgehoben.

### **3.4.2 Schwächen & Barrieren**

#### **SSbD für nachhaltiges Wirtschaften**

Die befragten Personen identifizierten Schwächen im aktuellen Entwicklungsstadium des Konzepts. Das SSbD-Konzept befindet sich derzeit noch in den Anfängen und wird erst in den kommenden Jahren für eine tatsächliche Anwendung fertig entwickelt werden. Es sind noch viele offene Fragen zu klären (z.B.: Wie bringen Unternehmen Daten ein? Wo werden die Daten gespeichert? Welche Systemgrenzen werden gesetzt?). Dies bedeutet auch, dass das Konzept noch mit Unsicherheiten behaftet ist, sich im Laufe der Zeit ändern kann und

deswegen keine gute Zuverlässigkeit sowie Planbarkeit ermöglicht. Zudem wurde angemerkt, dass das Konzept bisher stark aus wissenschaftlicher Perspektive entwickelt wurde und in manchen Aspekten nicht ausreichend praxisnah für die Industrie ist.

### **Kosten & Aufwand**

Aus ökonomischer Sicht wurde die erwartete hohe Kostenbelastung als Schwäche identifiziert. Diese resultiere teilweise aus der Anpassung etablierter Prozesse, der Registrierung neuer Materialien und dem erhöhten Aufwand für die Durchführung von SSbD-relevanten Testungen. Hinsichtlich des Aufwands besteht die Befürchtung, dass ein komplexer SSbD-Prozess bürokratische Hindernisse schaffen könnte. Insbesondere in seiner aktuellen Ausgestaltungsform wird SSbD als stark vom Perfektionismus geprägt wahrgenommen und teilweise als unverhältnismäßig betrachtet. Eine holistische SSbD-Bewertung bedarf sehr vieler Detaildaten und sei deshalb sehr umfangreich und komplex. Dies habe sich auch bei den „JRC-Fallstudien“ gezeigt. Darüber hinaus müssten durch SSbD voraussichtlich höhere Auflagen erfüllt werden, und daher hätte dies einen erheblichen Forschungsaufwand für die Suche nach alternativen Materialien zur Folge – insbesondere für solche Gefahrenstoffe, die von entscheidender Bedeutung und schwer zu ersetzen sind (z. B. PFAS). Es wäre auch wichtig im Voraus zu klären, wo die Materialien letztlich eingesetzt werden sollen, was nicht immer vorhersehbar bzw. vorgegeben ist. Nach Ansicht der Interviewpartner:innen könnte dieser zusätzliche Aufwand zu Unsicherheiten in den Organisationen führen. Bei einer freiwilligen Implementierung von SSbD würde schlussendlich eine Kosten-Nutzen-Abwägung darüber entscheiden, ob eine Organisation das Konzept einführt oder nicht.

### **Informationsgenerierung, Informationsaustausch & Datenverfügbarkeit**

Hinsichtlich Durchführung einer SSbD-Bewertung wurden die teilweise schwierige Anwendbarkeit sowie geringfügige Benutzerfreundlichkeit aktuell verfügbarer Tools als Barrieren genannt. Zudem seien oftmals noch nicht alle notwendigen Daten für eine SSbD-Überprüfung bekannt, verfügbar oder auch teilweise nur schwer messbar. Was LCA-Modellierungen anbelange (SSbD-Bewertungsschritt 4), sei auch eine Vergleichbarkeit fraglich. Sind die Daten verfügbar, scheitere es aber auch öfter an der Datenweitergabe entlang der Lieferkette laut den Interviewpartner:innen. Eine Datenweitergabe ist oft abhängig vom Geschäftsmodell und der Datenschutzpolitik.

### **Regulatorischer Rahmen**

Ein Mangel an Zuständigkeiten, speziell was den Vollzug aus behördlicher Perspektive anbelangt, sowie ein Mangel an SSbD-Expert:innen wurden in den Gesprächen als Barrieren

für einen Einsatz von SSbD genannt. Auch das Fehlen nationaler bzw. internationaler Anlaufstellen konnte als derzeitige Schwäche identifiziert werden. Aus regulatorischer Perspektive wurde darüber hinaus die Trägheit staatlicher Modelle als potenzielle Barriere genannt, da Fortschritte in Arbeits- und Entwicklungsprozessen oft nur langsam vorankommen. Zudem solle kein Parallelsystem zu bereits bestehenden Regularien und Vorschriften aufgebaut werden. Es gebe bereits sehr viele SSbD-ähnliche Rahmenwerke, die derzeit umgesetzt werden müssen und auf die aufgebaut werden könne.

### **Marktdynamik & globaler Wettbewerb**

Bei der Einführung eines SSbD-Labels könnten nicht nur positive Effekte entstehen (siehe Kapitel 3.4.1), sondern auch potenzielle Hindernisse. Gemäß den Befragten gibt es bereits eine Vielzahl von Zertifikaten und Labels, was es schwierig macht, den Überblick zu behalten. Die Einführung eines weiteren Labels oder Zertifikats wird daher von einigen Personen als nicht zielführend angesehen.

## **3.4.3 Chancen**

### **SSbD für nachhaltiges Wirtschaften**

Die Entstehung eines neuen Wirtschaftsparadigmas wurde von den befragten Personen als Chance genannt, die durch SSbD resultieren könnte. Es besteht die Hoffnung, dass nicht mehr nur die Kosten im Vordergrund stehen, sondern auch ökologische und toxikologische Aspekte stärker berücksichtigt werden. Ein spezifisches Konzept, das in diesem Rahmen genannt wurde, war „De-Growth“. Weiters können nachhaltige und/oder zirkuläre Geschäftsmodelle durch eine Umsetzung von SSbD entstehen. Auch die Förderung von Innovationen, beispielsweise im Bereich Green Design, sowie die Gründung neuer Start-ups wurde von den befragten Personen als Chance gesehen.

### **Kosten & Aufwand**

Im Zusammenhang mit Kosten gaben die Befragten an, dass eine Anwendung von SSbD zu Kostenvorteilen führen könnte. Entscheidende Faktoren hierfür umfassen beispielsweise Energie- und Ressourceneinsparungen, Wettbewerbsvorteile für Anbieter von alternativen Chemikalien oder Materialien sowie das bereits in der Entwicklungsphase vorhandene Wissen, dass die Produkte den Marktanforderungen entsprechen und nicht zukünftig eingeschränkt werden.

### **Informationsgenerierung, Informationsaustausch & Datenverfügbarkeit**

Aufgrund einer umfassenden Bewertung des Materials bzw. der Chemikalie können Fehlentwicklungen frühzeitig erkannt werden. Mögliche Wechselwirkungen mit Umwelt und Mensch fließen somit sehr früh in die Produktentwicklung mit ein. Durch die Notwendigkeit von umfassenden Bewertungen wurde die Entstehung von zertifizierten Prüflaboren sowie von schnellen und einfachen Testungen (physikalisch-chemische Charakterisierung, Toxizitätsstudien), die eine SSbD-Konformität nachweisen, als mögliche Chance in den Interviews genannt. Speziell für Organisationen, in denen keine Ressourcen für eigene Tests vorhanden sind, wäre dies laut den befragten Personen von Vorteil. Darüber hinaus kann die Transparenz der Wertekette durch SSbD erhöht werden. Dies ist darauf zurückzuführen, dass für eine holistische SSbD-Bewertung die gesamte Lieferkette berücksichtigt werden muss. Bei einer verpflichtenden Einführung von SSbD wären Organisationen zusätzlich nicht mehr von der Selbstverpflichtung der Teilnehmer:innen der Wertschöpfungskette abhängig und könnten sich an einer vorgegebenen Struktur besser orientieren. Neben der verstärkten Zusammenarbeit entlang der Wertschöpfungskette bzw. des Wertschöpfungskreislaufs, wurde auch die Entstehung von interdisziplinären Kooperationen als Chance in den Interviews genannt.

### **Regulatorischer Rahmen**

Eine mehrmals in den Interviews genannte Chance ist die Implementierung eines einzigen, EU-weit einheitlichen SSbD-Systems, inklusive einer überprüfenden Instanz. Dies könnte die EU in eine globale Vorreiterrolle bei der Implementierung und Umsetzung von SSbD bringen und eine Vorbildwirkung erzeugen. Österreich wurde in diesem Zusammenhang als relevanter Akteur gesehen, der sich als „early mover“ platzieren könnte. Im Rahmen der Einführung eines einheitlichen SSbD-Systems wäre auch eine großflächige Einführung von Mindestanforderungen für Materialien und Chemikalien laut den befragten Personen notwendig. Basierend darauf könne ein internationaler Standard entwickelt werden.

### **Marktdynamik & globaler Wettbewerb**

Durch eine Bewertung mittels SSbD lässt sich gemäß dem aktuellen Stand der Technik nachweisen, dass Materialien oder Chemikalien sicher sind, ökologische Vorteile bieten und/oder effizienter sind als Alternativen. Dies gewährleistet eine verbesserte Haftung sowie Kundensicherheit. Dadurch kann laut den befragten Personen ein Wettbewerbsvorteil entstehen. Insbesondere Organisationen, die das SSbD-Konzept von Anfang an in ihre Strategie integrieren und umsetzen, haben die Möglichkeit, als zukünftige Marktführer hervorzugehen und sich dadurch einen Vorteil zu verschaffen. In diesem Zusammenhang wurde die Chance für österreichische Organisationen als potenzielle Vordenker hervorgehoben.

Auf europäischer Ebene wurde die Chance genannt, durch einen Einsatz von SSbD die Primärgüterproduktion wieder stärker in den Fokus zu rücken, speziell im Bereich Elektronik. Positiv unterstützt werden können die beschriebenen Marktvorteile bzw. der Einsatz von SSbD im Allgemeinen durch breitenwirksame Kommunikationsmaßnahmen. Dabei sollen die erzielbaren Einsparungen und Vorteile aufgezeigt werden. Laut den Interviewpartnern entsteht dadurch die Chance, dass SSbD-konforme Materialien bzw. Chemikalien durch eine bessere Wahrnehmung bei den Nutzern an Bedeutung gewinnen und die Akzeptanz dafür steigt.

### **3.4.4 Risiken**

#### **SSbD für nachhaltiges Wirtschaften**

Laut Interviewpartner:innen könnte ein Einsatz von SSbD zukünftig in einer möglichen Betrugsgefahr resultieren. Beispielsweise solle im Falle des Fehlens von Primärdaten auf vorhandene Datenbankwerte zurückgegriffen werden, was als kritischer Ansatz, speziell für ENMs und AdMs, gesehen wurde und Spielraum für Betrug lasse. Ebenso wurde die Gefahr von Greenwashing angesprochen, bei dem Schlupflöcher und Grauzonen von SSbD ausgenutzt werden könnten, um eine verbesserte Leistung für Materialien oder Chemikalien zu suggerieren. Ein konkretes Beispiel hierfür wäre die Verwendung von Materialien mit einer Größe über 100 Nanometern, um nicht als „nano“ deklariert zu werden. Die bestehende Unsicherheit bezüglich der praktischen Umsetzung verstärke dieses Risiko zusätzlich.

Mit Hinblick auf die Umsetzung des Konzeptes wurde eine mangelnde Systembetrachtung als mögliches Risiko in den Interviews genannt. Es solle nicht nur ein Fokus auf den ökologischen Fußabdruck gelegt werden, sondern auch andere Konzepte wie beispielsweise jenes der planetarischen Grenzen miteinbezogen werden. Auch mögliche Risiken von Rebound-Effekten müssen ebenfalls berücksichtigt werden. Weiters wurde befürchtet, dass durch die Einführung von Cut-off-Kriterien (Abbildung 2) ungünstige Trade-offs entstehen könnten, zum Beispiel zwischen dem Gefährdungspotenzial und den Umweltvorteilen. Speziell für geschlossene Systeme wurde dieser Ansatz von einigen Gesprächspartnern als nicht zielführend erachtet. Abschließend bleibe auch die Frage, wie das SSbD-Konzept mit Kompromissen zwischen Sicherheit, Nachhaltigkeit und Funktionalität umgeht. Obwohl Funktionalität derzeit nicht explizit in den bestehenden Rahmendokumenten erwähnt wird, betrachten die Gesprächspartner:innen sie als zentrales Element.

## **Kosten & Aufwand**

Mit Hinblick auf die Kosten könnten sich laut Interviewpartner:innen mögliche Mehrkosten durch SSbD-Konformität schlussendlich im Produktpreis widerspiegeln. Auf der Entwicklungsseite wurde als mögliches Risiko eine potenzielle Innovationsbremse durch SSbD genannt. Die interviewten Personen begründen dies unter anderem mit einer eingeschränkten Vielfalt an Alternativen, den Kosten für die Neuregistrierung neu entwickelter Materialien oder Chemikalien sowie dem knappen Zeitrahmen für die Entwicklung nachhaltiger Alternativen.

## **Informationsgenerierung, Informationsaustausch & Datenverfügbarkeit**

Die Informationsweitergabe entlang der Lieferkette wurde als zentrales Element für ein funktionierendes SSbD-System erachtet. Allerdings könnte laut den Gesprächspartner:innen eine unzureichende Bereitschaft zur Datenweitergabe ein Risiko darstellen. Insbesondere die Offenlegung von unternehmensinternen sowie vertraulichen stoffspezifischen Informationen wird als kritischer Aspekt betrachtet. Auch sei es derzeit schwierig, aussagekräftige Daten von importierten Stoffen zu erhalten. Hinsichtlich vollständig neuer Materialien und Chemikalien wurde darauf hingewiesen, dass zunächst eine fundierte wissenschaftliche Basis geschaffen werden müsse, damit sie sich gegenüber langjährig etablierten Materialien und Chemikalien behaupten können. Darüber hinaus konnte ein Mangel an Ressourcen und Know-how, welches sich erst erarbeitet werden müsste, bei KMUs als weiteres Risiko identifiziert werden.

## **Regulatorischer Rahmen**

Ein Risiko aus regulatorischer Sicht liegt laut den interviewten Personen in verpflichtenden Grenzwerten und Richtlinien, welche zu negativen und ungewollten Konsequenzen führen könnten. Als Beispiel wurde ein Stoffverbot für ein Produkt genannt, das aufgrund des verwendeten Alternativmaterials letztendlich nicht mehr recyclingfähig war (Hinzugabe von PVC zu PET-Flaschen, um sie dünner/leichter zu machen und das Müllaufkommen in Tunesien zu reduzieren).

## **Marktdynamik & globaler Wettbewerb**

Neben den potenziellen Wettbewerbsvorteilen durch die Einführung von SSbD besteht auch die Möglichkeit von Wettbewerbsnachteilen. Insbesondere bei uneinheitlicher Regulierung bestehe laut Interviewpartner:innen das Risiko, dass Länder und Regionen, in denen die verpflichtende Einführung von SSbD vorgesehen ist, benachteiligt werden könnten. Günstigere, nicht SSbD-konforme Materialien und Chemikalien würden dadurch vermehrt importiert werden oder eine Abwanderung von Organisationen in weniger

regulierte Gebiete resultieren. Zudem könnten eine zögerliche Umsetzung von SSbD sowohl in der EU als auch in Österreich langfristige Wettbewerbsnachteile mit sich bringen. In den Interviews wurde auch die Möglichkeit von Monopolbildungen als Risiko genannt.

## 4 Anwendbarkeit des SSbD-Konzepts

### 4.1 Identifikation nationaler und internationaler Best-Practice-Beispiele sowie SSbD-relevanter Rahmenwerke

In einer Online-Umfrage wurden sowohl nationale als auch internationale Best-Practice-Beispiele für die Anwendung von SSbD sowie relevante Standards, Normen, Vorschriften und Strategiedokumente identifiziert. Die detaillierten Ergebnisse sind im Folgenden dargestellt.

Unter den 35 Umfrageteilnehmer:innen waren die meisten (57%) dem Forschungsbereich zugeordnet. 40% der Teilnehmer:innen kamen aus Unternehmen, während nur ein kleiner Anteil (6%) aus dem Bereich Cluster, Netzwerke und Plattformen stammte. Eine Person ordnete sich dem Feld „Beratung“ bzw. Consulting zu. Hinsichtlich der Organisationsgröße konnte eine gute Durchmischung erzielt werden. Der Großteil gab an, in einer sehr großen oder mittelgroßen Organisation tätig zu sein. Die soziodemografischen Daten sind in Abbildung 8 ersichtlich.

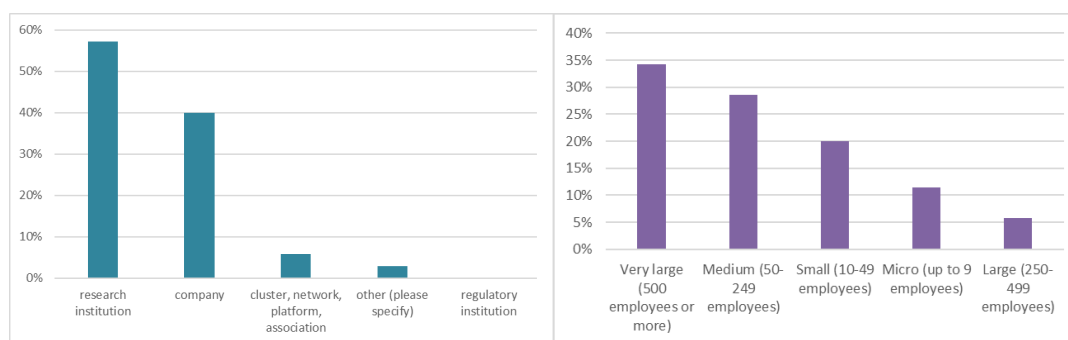


Abbildung 8: Organisationsform und -größe der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen (*Other: consulting*);  $n=35/35$ .

In Bezug auf die Sektorzugehörigkeit in den Bereichen ENMs und AdMs der teilnehmenden Unternehmen konnte eine breite Abdeckung des gesamten Spektrums erzielt werden. Eine Mehrfachnennung war bei dieser Fragestellung möglich. Die meisten Teilnehmer:innen ordneten das zugehörige Unternehmen dem Bereich „Chemikalien & Rohstoffe“ zu. Die Sektorzugehörigkeit der teilnehmenden Unternehmen ist in Abbildung 9 dargestellt.



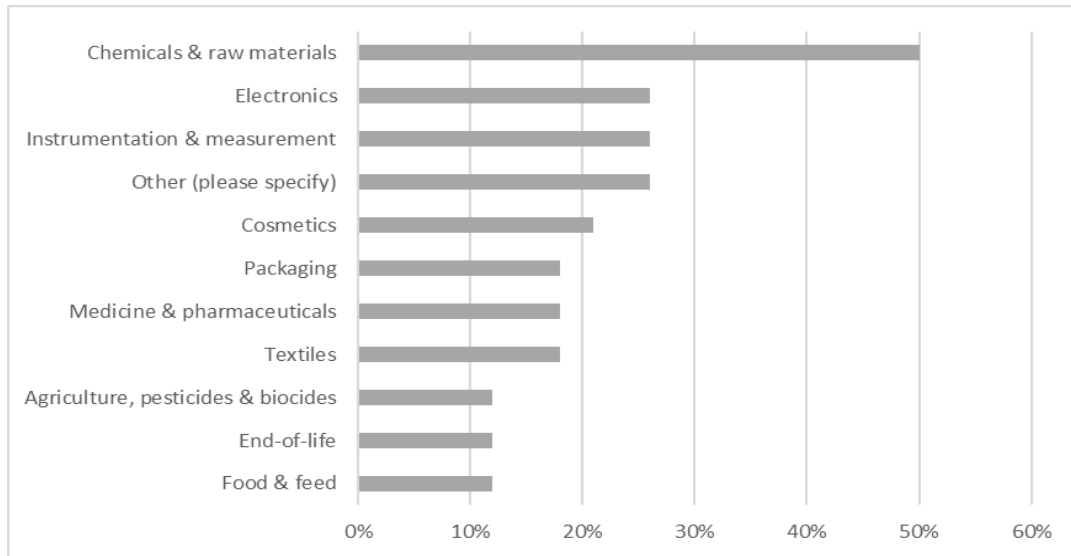


Abbildung 9: Sektorzugehörigkeit der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen  
(*other: Atmospheric Plasma Layers, Coatings, Energy materials, Environmental assessment, Metallurgy, Nanosafety, R&D*);  $n = 34/35$ .

Als Einstieg in den inhaltlichen Teil der Umfrage wurden die Teilnehmer:innen nach der Vertrautheit mit dem SSbD-Konzept gefragt. Die Ergebnisse dazu sind in Abbildung 10 dargestellt. Insbesondere in der Forschung scheint das Konzept durchaus bekannt bis sehr bekannt zu sein. Auch in den Unternehmen ist bereits eine gewisse Bekanntheit vorhanden. Dennoch gaben ein paar Umfrageteilnehmer:innen aus allen Bereichen an, das Konzept nicht bis nur wenig zu kennen.

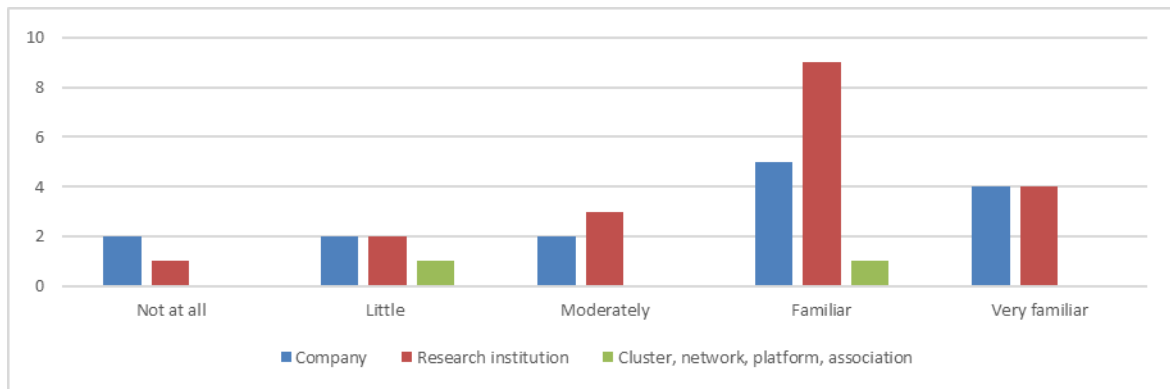


Abbildung 10: Vertrautheit der Umfrageteilnehmer:innen mit dem SSbD-Konzept (*die Nennung "Beratung" in der Kategorie "Others" wurde für die Auswertung zur Kategorie "Company" dazugezählt*);  $n=34/35$ .

In weiterer Folge wurden die Sektoren aus den Bereichen ENMs und AdMs hinsichtlich ihrer Eignung für das SSbD-Konzept untersucht. Die Ergebnisse sind in Abbildung 11 dargestellt. Chemikalien und Rohstoffe sowie Kosmetik wurden von etlichen Umfrageteilnehmer:innen als vielversprechend erachtet. Ein Einsatz im Bereich Instrumentierung und Messung wurde tendenziell als weniger vielversprechend angesehen. Die Ergebnisse lassen jedoch nicht auf bestimmte Sektoren schließen, in denen ein Einsatz von SSbD eindeutig als besonders vielversprechend erachtet wird. Viele Umfrageteilnehmer:innen gaben zudem an, dass sie aufgrund ihrer Expertise keine abschließende Einschätzung abgeben können. Dies ist vermutlich auf den gegenwärtig niedrigen Entwicklungsstand des SSbD-Konzepts zurückzuführen, das bisher stark von theoretischen Überlegungen geprägt ist.

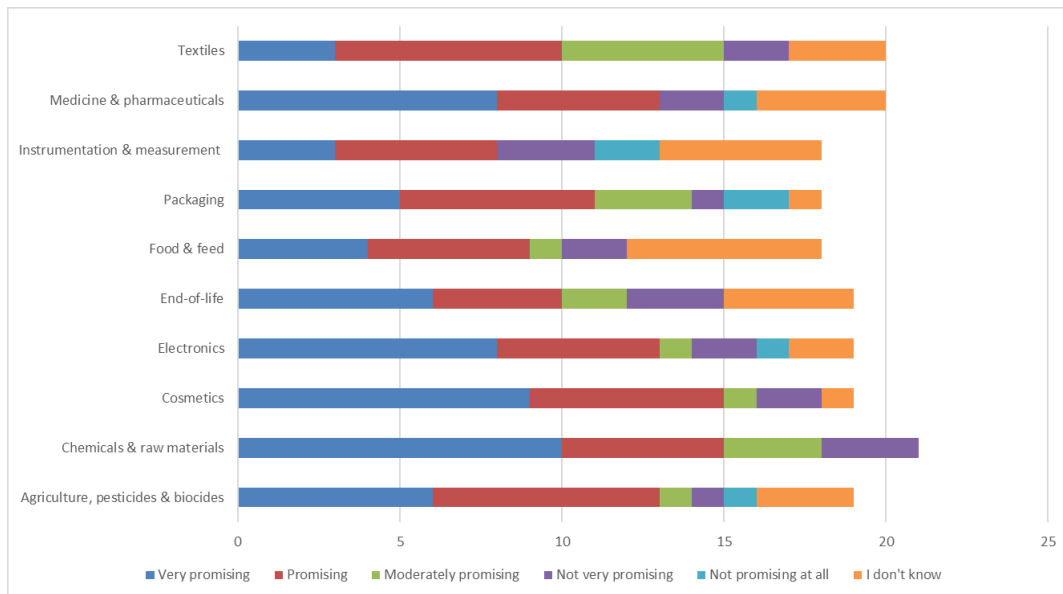


Abbildung 11: Eignung der unterschiedlichen Nanomaterial- und Advanced Materials-relevanten Sektoren für einen Einsatz von SSbD; 23/35.

Zusätzlich zu SSbD gibt es derzeit verschiedene ähnliche Ansätze und Konzepte, die in Anwendung sind und teilweise auch in das SSbD-Konzept einfließen. In Abbildung 12 sind diese je nach Häufigkeit ihrer Nennung in unterschiedlicher Größe dargestellt. Am häufigsten genannt wurden Kreislaufwirtschaft, Grüne Chemie, Safe-by-Design sowie Quality-by-Design.



Abbildung 12: Alternative Terminologien für ähnliche Ansätze wie SSbD; n=13/35.

Um einen Überblick über den Praxiseinsatz von SSbD und ähnlichen Ansätzen zu erhalten, wurden internationale Best-Practice-Beispiele erfragt. Abbildung 13 zeigt die dazu gewonnen Ergebnisse.

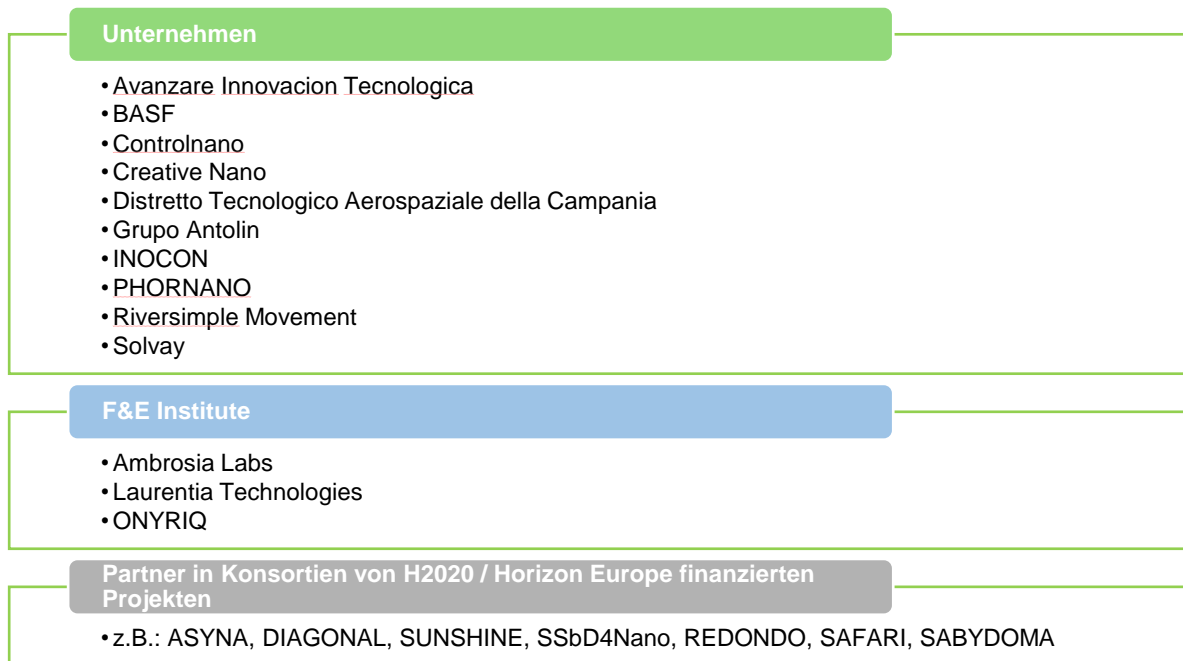


Abbildung 13: Internationale Best-Practice-Beispiele für SSbD; n= 13/35.

Um das SSbD-Konzept voranzutreiben und eine verstärkte praktische Anwendung zu ermöglichen, können bestehende Rahmenwerke als potenzielle Treiber fungieren. In diesem Zusammenhang wurden die Umfrageteilnehmer:innen nach relevanten Standards, Normen, Vorschriften und Strategiedokumente gefragt, welche einen Einsatz von SSbD unterstützen könnten. Die Ergebnisse dazu sind in Abbildung 14 dargestellt. Neben den expliziten SSbD-Rahmenwerken vom JRC, der Europäischen Kommission sowie der OECD wurde eine Reihe weiterer Dokumente genannt, die den Einsatz von SSbD begünstigen könnten. Dazu zählen beispielsweise Verordnungen wie REACH oder CLP sowie unterschiedliche ISO-Zertifizierungen. Der Europäische Grüne Deal wurde als ein zentrales Element angesehen.

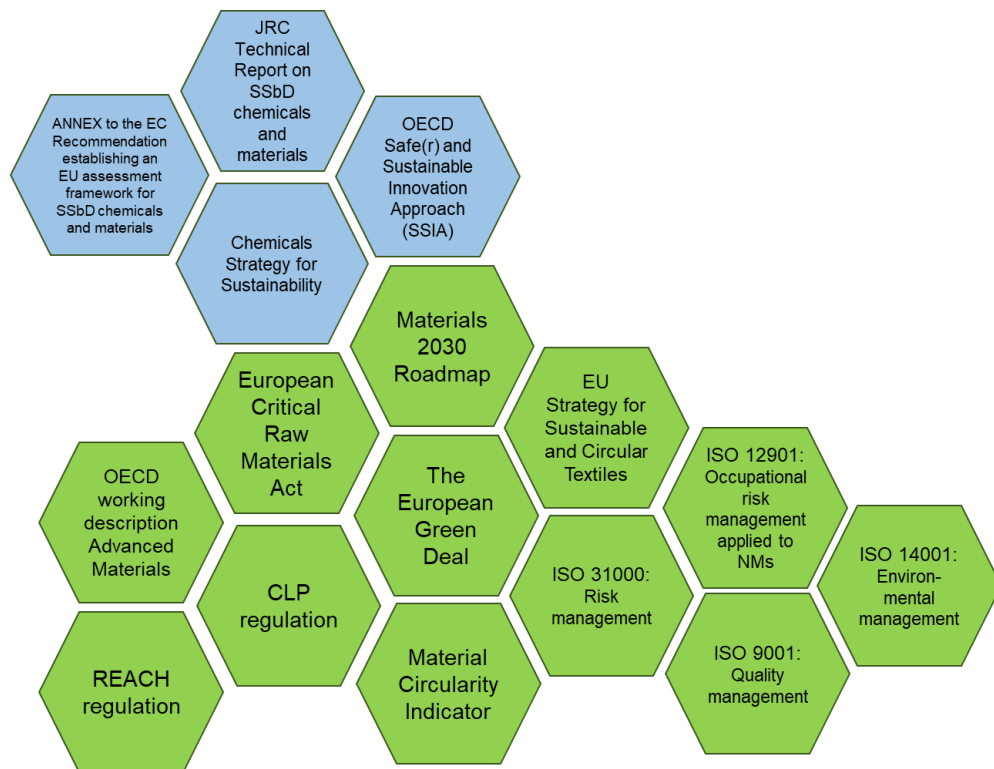


Abbildung 14: Unterstützende Rahmenwerke für die Umsetzung von SSbD; n=12/35.

Neben den bereits bestehenden Rahmenwerken wurden zusätzliche Standards, Normen, Vorschriften und Maßnahmen für einen verstärkten Einsatz von SSbD im Bereich ENMs und AdMs identifiziert. Gemäß einer Expert:innen Meinung sollte SSbD in allen Umweltgesetzen sowie auf CEN- und ISO-Ebene für Grundlagen und Prinzipien verankert werden. Ein weiterer Aspekt, der in diesem Zusammenhang betont wurde, ist die Notwendigkeit eines in der Praxis umsetzbaren SSbD-Rahmenwerks mit klaren Richtlinien, Referenz- und Standardmaterialien sowie EU-weit einheitlichen Definitionen. Für die Abgrenzung von ENMs bzw. AdMs sowie für die Beurteilung sicherer und nachhaltiger Nanotechnologie sind klare Definitionen und eine Harmonisierung in den verschiedenen Rahmenwerken notwendig.

Um zu verhindern, dass SSbD-nichtkonforme Materialien Marktvorteile erlangen, wurde von den Umfrageteilnehmer:innen darauf hingewiesen, dass die Anwendung des SSbD-Rahmenwerks wahrscheinlich gesetzlich verpflichtend sein müsste – zum Beispiel durch eine EU-Verordnung – oder zumindest subventioniert werden sollte. Es wurden auch konkrete zusätzliche Normen identifiziert, die erforderlich wären, um den Einsatz von SSbD zu fördern, insbesondere im Bereich der Grenzwerte für die Exposition am Arbeitsplatz, Umweltgrenzwerte für ENMs und der Bestimmung der Gefahren/Toxizität von ENMs. Insbesondere im

Hinblick auf die Gefahrenbestimmung von ENMs wird seitens der Expert:innen ein Mangel an Vorschriften und Normen gesehen.

## 4.2 Fallstudie zu Nano-Zinkoxid (ZnO)

### 4.2.1 Beschreibung des Herstellungsprozesses

Die Produktion des 4n ZnO X, ZnO Z, ZnO N findet direkt im Labor der PHORNANO Holding GmbH statt (Kleinengersdorfertrasse 24, 2100 Korneuburg, Österreich). Hierfür wird der von der Firma patentierte Prozess namens VERDEQUANT<sup>TM</sup> angewandt (Stingl et al., 2021). Dabei handelt es sich um ein Sol-Gel-Verfahren, bei dem Petroleum-basierte Gelmatrix-Substanzen durch biobasierte Substanzen (Milch) substituiert werden. In einem ersten Herstellungsschritt werden ein Metallsalz (Zinknitrat,  $\text{Zn}(\text{NO}_3)_2$ ), Wasser, ein Geliermittel (Milch) oder alternative vegane Formulierung im Falle des modifizierten VERDEQUANT-Prozesses (Abbildung 15) in einem geschlossenen Reaktor gemischt und erhitzt. Der Mischung wird hierbei Luft zugeführt. Durch Erhöhung der Temperatur wird das entstehende Gel getrocknet und während der Kalzifizierung bilden sich in der Gelmatrix die ZnO-Nanopartikel. Sobald die Reaktion vollständig abgelaufen ist, wird der Reaktor mit der nun trockenen Masse in eine „No-Flow-Kammer“ transferiert. Die gewonnenen Feststoffe (in Pulverform) werden anschließend mittels Glasstabes aufgebrochen bzw. zerkleinert. Bei der „No-Flow“ Kammer, handelt es sich um einen abgeschirmten Arbeitsbereich, in dem eine Verstaubungsgefahr minimiert werden kann. Wiegen und Abfüllung in Materialbehälter erfolgt direkt in der „No-Flow-Kammer“. Von PHORNANO werden am Produktionsstandort in Korneuburg derzeit Kleinstmengen an Nano-ZnO von 2,5 kg pro Unternehmensjahr produziert, die vorwiegend für Forschungszwecke eingesetzt werden.

Die dabei entstehenden toxische Nebenprodukte wie Stick- oder Schwefeloxide ( $\text{NO}_x$  bzw.  $\text{SO}_x$ ), werden über Abgasleitungen zur weiteren Verwendung geleitet. Im modifizierten VERDEQUANT-Prozess kann die Bildung von  $\text{SO}_x$  durch den Einsatz der veganen Formulierung vermieden werden. Das entstehende  $\text{NO}_x$  wird in einem Wasserbad in Salpetersäure umgewandelt und im zirkulären Prozess dazu verwendet, Zink in Zinknitrat umzuwandeln. Dieses dient dann neuerlich als Ausgangsprodukt des VERDEQUANT-Prozesses, während die Salpetersäure neutralisiert wird.

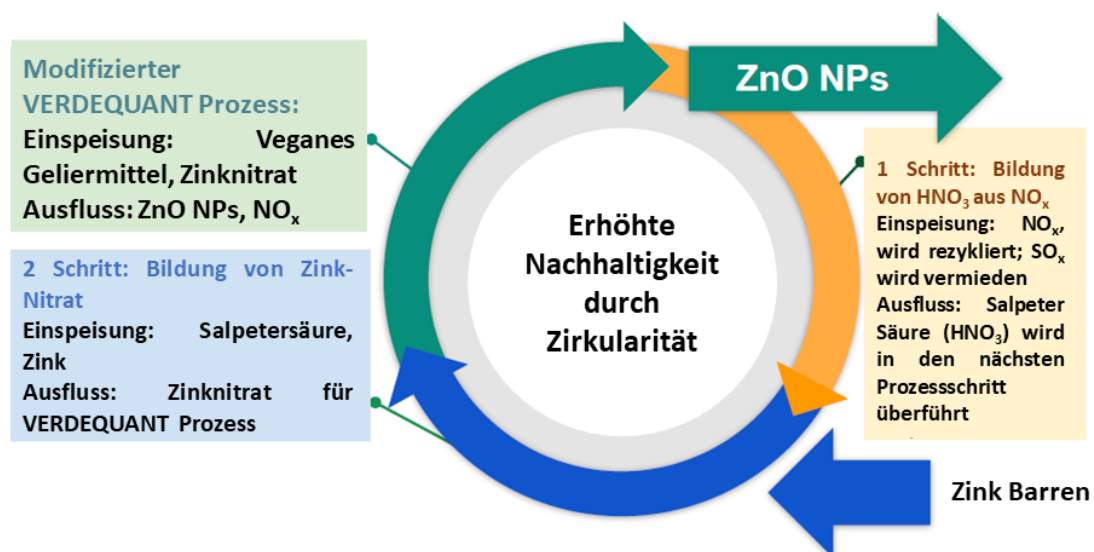


Abbildung 15: Modifizierter VERDEQUANT-Prozess zur Nanopartikelherstellung der Produktreihe „4n ZnO X, ZnO Z, ZnO N“ der Firma PHORNANO.

#### 4.2.2 Durchführung der SSbD-Bewertung

Die Ergebnisse der SSbD-Bewertung (angewandte Methodik in Kapitel 2.2 beschrieben) können in die folgenden 3 Unterkapitel eingeteilt werden: Im Zuge erster Überlegungen zur Anwendung und der Recherche der Durchführung konnte der Datenfluss innerhalb einer SSbD-Bewertung erfasst und dargestellt werden (Kapitel 4.2.2.1). Im Zuge der Durchführung der Bewertung der ZnO-Nanopartikel konnte die Aufwandsabschätzung durchgeführt werden (Kapitel 4.2.2.2). Parallel zu den bereits angeführten Schritten wurden auch mögliche Methoden und Tools analysiert und gesammelt (Kapitel 4.2.2.3).

##### 4.2.2.1 Datenfluss innerhalb der SSbD-Schritte

Die Durchführung einer Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung nach dem SSbD-Rahmenwerk erfordert eine große Menge an Daten und verschiedenste Software-Tools (siehe auch Kapitel 4.2.2.3), um die einzelnen Schritte durchzuführen. Der Datenfluss und die durchgeführten SSbD-Bewertungsschritte sind in Abbildung 16 schematisch dargestellt. In der gegenständlichen Fallstudie wurde das SSbD-Assessment im Speziellen an der Nanoform von ZnO durchgeführt. In diesem Zusammenhang ist anzumerken, dass ENMs eine spezielle neuartige Stoffklasse darstellen, für die nano-spezifische und sicherheitsrelevante

Informationen und Daten hinsichtlich REACH gesammelt werden müssen. Einen ersten Schritt zur spezifischen Regulierung von ENMs machte die EU mit der letzten REACH-Novellierung (EU) 2018/1881). Darin wurde beschlossen, dass Registrierungsdossiers die besonderen Merkmale und Informationen zu Gefahren und Risiken der hergestellten oder eingeführten Nanoform(en) des Stoffes enthalten müssen (European Commission, 2018). Sobald ein Stoff in einer Menge von einer Tonne pro Jahr als Nanoform oder Nicht-Nanoform hergestellt oder importiert wird, muss ein Stoff grundsätzlich gemäß REACH registriert werden. Die Registrierung muss hierbei die relevanten Informationen über die Nanoform enthalten, was das Registrierungsdossier generell zu einer vertrauenswürdigen Datenquelle macht. Bei jedem SSbD-Schritt werden zusätzliche Informationen wie z.B. Prozessschritte (Schritt 2-4), Materialflüsse (Schritt 4) oder Transportwege (Schritt 2-4) benötigt. Bei der Dateneingabe für die in Abbildung 16 ersichtlichen SSbD-Tools erhöht sich je Schritt die Komplexität und der Zeitaufwand.



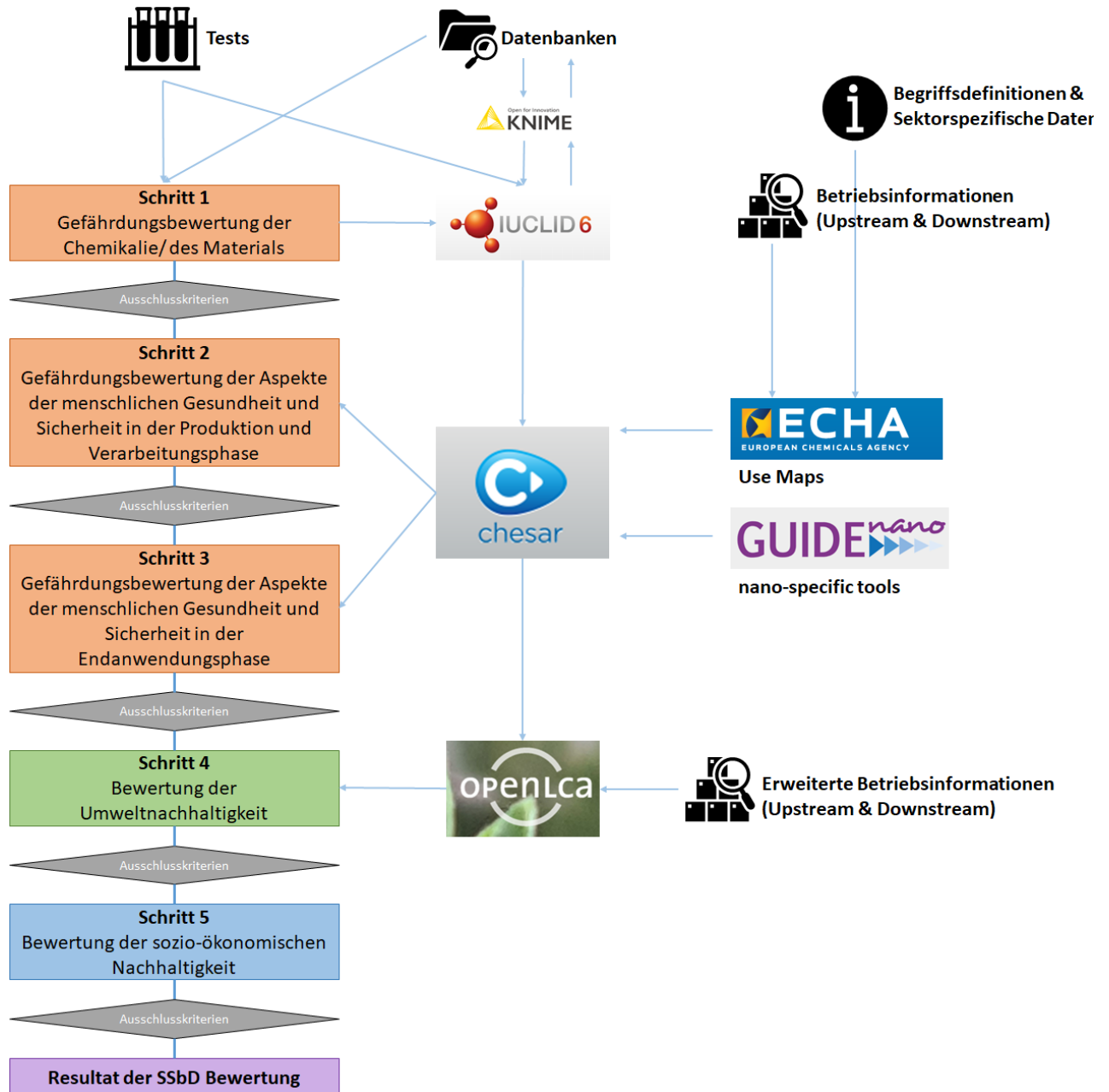


Abbildung 16: Informationsfluss und Software für die jeweiligen Schritte der Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung gemäß SSbD-Konzept. Abbildung adaptiert basierend auf Caldeira et al. (2022).

#### 4.2.2.2 Arbeitsaufwand

Im Zuge der Zusammenarbeit mit dem Kleinunternehmen PHORNANO hat sich ergeben, dass nur geringe Vorkenntnisse über Datenbanken und Software vorhanden waren. So musste sich beispielsweise erst das notwendige Knowhow zur Anwendung der Software IUCLID 6 und CHESAR 3 angeeignet werden. Weiters herrschten firmenintern große Wissenslücken in der Anwendung der LCA-Software (Schritt 4), da die Durchführung einer LCA inkl. Dateninterpretation im Allgemeinen sehr großes Fachwissen erfordert.

Schritt 1 konnte innerhalb von einer Arbeitsstunde abgeschlossen werden. Dabei ist allerdings vorauszusetzen, dass das Wissen über Datenquellen wie das Registrierungsverzeichnis der ECHA, Produktsicherheitsdatenblätter und Datenbanken wie Pubchem oder Chemspider vorhanden ist. Ein manueller Datentransfer in ein Excel-File oder in schriftlicher Form würde den Zeitaufwand erhöhen, es ist jedoch realistisch anzunehmen, dass Schritt 1 von einer/m Mitarbeiter:in innerhalb eines Arbeitstages für eine Substanz durchgeführt werden kann.

Aufgrund unzureichender Information wurden in Schritt 2 nur „process release categories“ (PROCs) <sup>10</sup> und „environmental release categories“ (ERCs) <sup>11</sup> für die Produktionsphase und nicht für die Datenbeschaffung der Rohmaterialien erstellt. Die Dateneingabe für Schritt 2 konnte innerhalb von rund einer Arbeitswoche (40 Wochenstunden) durchgeführt werden. Allerdings ist anzumerken, dass in dieser Arbeitszeit das Training bzw. die Einschulung für die nötige Software nicht berücksichtigt wurde.

Da für Schritt 3 Informationen von den Verarbeitern und Endnutzern der ZnO-Nanopartikel notwendig waren, konnte diese Bewertung nicht vollständig durchgeführt werden. Für die vereinfachte Darstellung der PROCs, konnte der Projektpartner PHORNANO auf Informationen von Produzenten persönlicher Schutzausrüstung aus anderen Projekten zurückgreifen. Bei der Berechnung des Risikoquotienten (engl. *Risk Characterization Ratio*, RCR) konnte nur der RCR-Wert für eine einzige PROC und für keinen ERC berechnet werden, da das Wissen über die Prozesse bei der Weiterverarbeitung und Endnutzung limitiert war.

---

<sup>10</sup> Process Release Category = definiert nach CHESAR 3 Anleitung, charakterisiert, bei welchen Anwendungstechniken oder Prozesstypen der Stoff angewendet wird (aus Perspektive der Arbeiterexposition), z. B. kontinuierlicher Mischprozess.

<sup>11</sup> Environmental Release Category = definiert nach CHESAR 3 Anleitung, charakterisiert die Verwendung aus der Umweltperspektive, z. B. weit verbreitete Verwendung von Erzeugnissen mit geringer Freisetzung (in Innenräumen).

Hinsichtlich Arbeitsaufwand, der je nach Komplexität der Herstellungsprozesse sehr unterschiedlich sein kann, wird auf ECHA-Guideline für KMUs und REACH-Koordinatoren hingewiesen (European Chemicals Agency, 2016). Laut ECHA-Studie beträgt der zeitliche Mindestaufwand ca. 1 Arbeitsmonat für eine Substanz mit „einfachem“ Lebenszyklus. Voraussetzung hierfür waren gut funktionierende Kommunikationskanäle entlang der Lieferkette, wobei bereits auf eine ausführliche Datenbasis zurückgegriffen werden kann. Für eine vollständige Sicherheitsbewertung (inklusive Expositionsbewertung) einer neuen Substanz mit mannigfaltigen Anwendungsgebieten kann der Arbeitsaufwand auch bis zu 1 Arbeitsjahr betragen. Der zuvor beschriebene Arbeitsaufwand trifft nur für die Schritte 1-3 im SSbD zu und deckt somit nicht den erfordernden Aufwand für Schritt 4.

Im Zuge der gegenständlichen Fallstudie konnten die Schritte 4 und 5 aufgrund mangelnder Ressourcen nicht durchgeführt werden. Allerdings konnte der Projektpartner PHORNANO aus einer vorherigen Forschungskooperation auf LCA-relevante Daten zurückgreifen. Diese LCA-Daten konnten laut dem Projektpartner innerhalb eines Arbeitstages gesammelt und für Schritt 4 dementsprechend aufbereitet werden. Allerdings gehen diese LCA-Daten nicht über den Produktionsprozess hinaus. Mit anderen Worten wurden die Systemgrenzen fürs LCA-Modell nach dem vereinfachten „Gate-to-Gate“-Ansatz gewählt. Für die LCA wurde als funktionelle Einheit die Produktionsmenge an ZnO-Nanopulver pro Geschäftsjahr (kg pro Jahr am Produktionsstandort Korneuburg) für den modifizierten VERDEQUANT-Prozess gewählt. Mit dieser Datengrundlage könnte in einem Folgeprojekt der Schritt 4 für den gesamten Produktlebenszyklus („Cradle-to-Grave“-Ansatz) durchgeführt werden, wofür jedoch externe LCA-Expertise sowie nähere Kenntnisse zur Endnutzung und Entsorgungsphase nötig wären.

Der Arbeitsaufwand für Schritt 5 – sozio-ökonomische Bewertung mittels „Social LCA“ (S-LCA) und „Life Cycle Cost Analysis“ (LCCA) – konnte aufgrund mangelnder Ressourcen ebenso nicht ermittelt werden. In diesem Zusammenhang ist auch zu erwähnen, dass die Methode der S-LCA und LCCA noch weiterentwickelt und, wenn möglich, standardisiert werden muss, bevor Methoden zur quantitativen Bewertung der sozialen bzw. ökonomischen Nachhaltigkeit in der Praxis eingesetzt werden können.

#### **4.2.2.3 Werkzeuge & Methoden zur SSbD-Bewertung**

Im Zuge des SiNa-Projektes wurden 60 verschiedene Werkzeuge und Methoden in der wissenschaftlichen Literatur identifiziert, die für die SSbD-Bewertung herangezogen werden können und in der Excel-Tabelle im Anhang II aufgelistet sind. Für die Bewertung von ENMs

wird darüber hinaus auf das „Nano-Risk Governance Portal“ verwiesen, welches eine umfangreiche Datenbank an Werkzeugen und Methoden beinhaltet, die speziell für ENMs verwendet werden können. Die Plattform wurde im Zuge der EU-Projekte „RISK Gone<sup>12</sup>“, „NANORIGO<sup>13</sup>“ und „GOV4NANO<sup>14</sup>“ entwickelt und zielt laut eigener Angabe darauf ab, eine zentrale Anlaufstelle für den Zugang zu nano-spezifischen Informationen, Leitlinien, Methoden, Instrumenten und Daten zur Unterstützung im Risikomanagement von Nanotechnologien zu werden.

---

<sup>12</sup> <https://riskgone.wp.nilu.no/>

<sup>13</sup> <https://nanorigo.eu/>

<sup>14</sup> <https://www.gov4nano.eu/>

# 5 Schlussfolgerungen

## 5.1 Erkenntnisse aus der Fallstudie

Die Durchführung der Fallstudie zeigte, dass ein aufwendiges Rahmenwerk wie SSbD für KMUs in den meisten Fällen kaum selbstständig sowie vollständig durchgeführt werden kann. Grund dafür ist die Menge an notwendigen Ressourcen und Expertise. Im Fall der vorliegenden Fallstudie konnten zum Beispiel nur die Schritte 1 und 2 (zur Gefährdungsabschätzung der Chemikalien sowie Produktion) durchgeführt werden. Schritt 3 (zur Gefährdungsabschätzung [möglichen Exposition] während der Endnutzung) wurde aufgrund mangelnder Informationen nur im verringerten Umfang durchgeführt. Für die Schritte 4 und 5 (zur quantitativen Bewertung der ökologischen bzw. sozialen und ökonomischen Nachhaltigkeit) wurden Basisinformationen bereits im Zuge vergangener Forschungs Kooperationen gesammelt. Im Zuge der gegenständlichen Fallstudie konnte jedoch aufgrund mangelnder Ressourcen keine LCA (Schritt 4) oder S-LCA bzw. LCCA (Schritt 5) durchgeführt werden.

Die Sammlung von SSbD-relevanten Daten stellte generell große Herausforderung dar, da firmeninterne Prozessdaten in den meisten Fällen aus Datenschutzgründen nicht weitergegeben werden. Speziell für die Schritte 3 bis 5 bedarf es Daten- bzw. Informationssammlung entlang der gesamten Lieferkette (von der Produktion bis zur Endnutzung und Entsorgung). Für zukünftige Fallstudien spielen somit Datenweitergabe und Nutzungsrechte bzw. Datenschutz eine große Rolle. Wie in Kapitel 4.2.2 näher erläutert wurde, ist die Datensammlung, Aufbereitung und Durchführung der SSbD-Bewertung sehr zeitaufwendig. Es kann davon ausgegangen werden, dass vor allem KMUs hierfür externe Berater:innen konsultieren und somit zusätzliche Ressourcen aufwenden müssen, da viele Firmen selber nicht über die nötigen Fachkenntnisse (insbesondere für Schritt 2-5) verfügen.

Wie in Kapitel 4.2.2.3 näher erläutert wurde, gibt es eine Vielzahl an unterschiedlichen Tools und Methoden, die für die Durchführung der SSbD-Bewertung in Frage kommen. Diese Vielfalt wird jedoch auf lange Zeit die Vergleichbarkeit der SSbD-Fallstudien erschweren, da die Verwendung von unterschiedlicher Software zu unterschiedlichen SSbD-Scores führen kann. Zusätzlich kann nicht jede Software für jede Chemikalie/jedes Material verwendet werden. Ein Beispiel aus der gegenständlichen Fallstudie ist die durchgeführte Risikoabschätzung für ZnO-Nanopartikel mittels der Software CHESAR 3. Diese Software war zur Ri-

siko- und Expositionsanalyse speziell für ENMs nicht geeignet. So war zum Beispiel die Dateneingabe des Parameters „Dampfdruck“ nicht möglich. Da dieser aufgrund der physikalischen Beschaffenheit des ENMs nicht bestimmt wurde und im Registrierungsdossier mit 0 Pa bei 20°C notiert ist, sowie auch auf den anderen genannten Plattformen für die Datensuche nicht verfügbar war, konnte der Wert in CHESAR 3 nicht eingegeben werden. Die Risiko- und Expositionsanalyse für mehrere Umweltkompartimente konnte daher nicht durchgeführt werden. Nach Rücksprache mit dem IT-Support der ECHA wurde die Verwendung einer weiteren Software, speziell für ENMs, empfohlen. Es kann also davon ausgegangen werden, dass innerhalb einer Firma, die verschiedene Substanzen/Materialien produziert, Lizenzen und Fachkenntnisse für mehrere Softwareprodukte notwendig werden. Dadurch kommt es nicht nur zu einem erhöhten Zeitaufwand bzw. personellen Ressourcen, sondern auch zu einem erhöhten monetären Aufwand.

Hinsichtlich Chemikalienpolitik diene die gegenständliche Fallstudie auch als Grundlage, um die Übereinstimmung der Europäischen Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (CSS) (European Commission, 2020) mit den Zielen der österreichischen Kreislaufwirtschaftsstrategie (BMK, 2022) zu analysieren. In Abbildung 17 werden die Ziele gegenübergestellt. Im Wesentlichen zielt die CSS darauf ab, bereits während der (Re-)Designphase von Chemikalien mittels „Cut-Off“-Kriterien den Einsatz von Schadstoffen bzw. „kritischen Chemikalien“ langfristig zu unterbinden. Weiters sollen im Zuge der Chemikalienbewertung mögliche „Cocktail Effekte“ berücksichtigt sowie vereinfachte Verfahren nach dem Prinzip „ein Stoff, eine Bewertung“ weiterentwickelt werden.

EU-Chemikalienstrategie (Chemicals Strategy for Sustainability [CSS])	Österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie
<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ziele: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verbot der schädlichsten Chemikalien in Konsumgütern - Zulassung nur dort, wo die Verwendung unerlässlich ist. ✓</li> <li>• Beachtung des „Cocktail Effekts“ bei der Bewertung chemischer Risiken von Chemikalien. ~</li> <li>• Abschaffung von Per- und Polyfluoralkyl-Stoffen (PFAS) in der EU, sofern ihre Verwendung nicht unerlässlich ist. ✓</li> <li>• Förderung von Investitionen und innovativen Kapazitäten für die Produktion und Verwendung von SSbD-Chemikalien ✓</li> <li>• Förderung der Versorgung der EU mit kritischen Chemikalien und deren Nachhaltigkeit. ~</li> <li>• Einführung eines einfacheren Verfahrens zur Bewertung der Risiken und Gefahren chemischer Stoffe nach dem Prinzip "ein Stoff, eine Bewertung". ~</li> <li>• Weltweit eine führende Rolle spielen, indem sich für hohe Sicherheitsstandards für Chemikalien eingesetzt wird und diese gefördert werden und keine in der EU verbotenen Chemikalien exportiert werden. ✓</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Ziele: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduzierung der Ressourcennutzung: <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Reduzierung des materiellen Fußabdrucks (MF) auf 7 Tonnen pro Kopf und Jahr bis 2050. ~</li> <li>▪ Reduzierung des inländischen Materialverbrauchs (DMC) auf 14 Tonnen pro Kopf und Jahr bis 2030. → UN 2007 Indikator-Richtlinie Inländischer Materialverbrauch. ~</li> </ul> </li> <li>▪ Steigerung der Produktivität der heimischen Ressourcen um 50 %. ○</li> <li>▪ Erhöhung der Zirkularitätsrate auf 18 %. ✓</li> <li>▪ Senkung des Materialverbrauchs in privaten Haushalten um 10 %. ○</li> </ul> </li> </ul>
<div> <div>✓ Gute Übereinstimmung</div> <div>~ Indirekte Übereinstimmung</div> </div>	<div> <div>✗ Keine Übereinstimmung</div> <div>○ Übereinstimmung unbekannt</div> </div>

Abbildung 17: Darstellung der Übereinstimmung des SSbD-Rahmenwerks mit den Zielen der Chemical Strategy for Sustainability (CSS) und der Kreislaufwirtschaftsstrategie.

## 5.2 Handlungsempfehlungen aus den Interviews

Im Folgenden sind die in den Interviews explizit genannten sowie abgeleiteten Handlungsempfehlungen und Maßnahmenvorschläge aufgelistet. Sie wurden entsprechend den Übergeordneten Kategorien der SWOT-Analyse (siehe dazu Kapitel 2.4) geordnet:

### SSbD für nachhaltiges Wirtschaften

- Ehrliche Nachhaltigkeitspolitik und Berücksichtigung neuer Wirtschaftsparadigmen
- Kommunikation zur Stärkung des Verantwortungsbewusstseins handelnder Akteure
- Unabhängige Kontrollstellen für die Überprüfung einer SSbD-Konformität
- Schaffung von mehreren Behörden für sachlich unterschiedliche Bestände
- (Universitäre) Begleitforschung für eine ganzheitliche Betrachtung
- Ausbildung von SSbD-Expert:innen
- Verstärkte Integration und Ausbau von Technikfolgeabschätzung
- Definierte „Cut-Off“-Kriterien sowie klare Ausnahmeregelungen inkl. transparenter Kommunikation
- Schaffung von anwendungsbezogenen Priorisierungen, die in Bewertungen einfließen
- Abwägung zwischen Kosten und Nutzen
- Stetige Weiterentwicklung des SSbD-Konzepts, um sich an ändernde Marktbedingungen und rechtliche Rahmenbedingungen anzupassen

### Kosten & Arbeitsaufwand

- Entsprechende Hilfestellungen / Anreize müssten angeboten werden:
  - um bürokratische und administrative Hürden (z.B. schnellere, vereinfachte, vergünstigte Verfahren für Zulassungen) zu verringern;
  - um erhöhten Arbeitsaufwand durch spezielle Förderungen abzudecken
- Verursachte Mehrkosten müssten abgedeckt werden
- Klare (gesetzliche) Vorgaben bei der SSbD-Implementierung, damit es zu keinen nachteiligen Einschränkungen gegenüber Konkurrenzunternehmen kommt
- Vereinfachung und Optimierung des SSbD-Prozesses, um eine reibungslose Umsetzung zu erleichtern

## **Informationsgenerierung, Informationsaustausch & Datenverfügbarkeit**

- Harmonisierung vorhandener Bewertungstools für ENMs/AdMs, damit die Daten von unterschiedlichen Herstellern vergleichbar werden
- Schaffung von zuverlässigen und schnellen Tests
- Beschreibung von Datenlücken (z.B. für Endpunkte) inkl. transparenter Kommunikation
- Förderung einer verstärkten Kooperation zwischen Forschung und Unternehmen
- Schaffung von Schnittstellen zwischen Forschung, Industrie, Gesellschaft/Konsument
- Wissens- und Erfahrungsaustausch mit anderen Forschungs- und Firmenpartnern
- Sicherstellung des Informationsflusses entlang der gesamten Lieferkette
- Freier Zugriff auf SSbD-Expert:innen
- Etablierung eines EU-weiten „Trusted Environment“ zum Teilen von Daten mit ausgewählten Stakeholdern sowie zur Übermittlung von vertraulichen Daten an Behörden (z.B. durch Einträge im Digitalen Produktpass)
- Schaffung eines zuverlässigen Kommunikationsmediums (z.B. Konsumentenschutz, Nanoinformationsplattform etc.)
- Möglichkeiten zur partizipativen Beteiligung der breiten Öffentlichkeit, um SSbD-Konzept weiterzuentwickeln

## **Regulatorischer Rahmen**

- Klares Bekenntnis der Regierung bei der Umsetzung des SSbD-Konzepts in österreichischen Unternehmen
- Schaffung eines rechtlichen Rahmens mit klaren gesetzlichen Vorgaben zu „Cut-off“-Kriterien, Mindestanforderungen sowie mögliche Handlungsspielräume
- Entwicklung eines internationalen SSbD-Standards
- Entwicklung einer SSbD-Roadmap auf nationaler Ebene
- Schaffung einer SSbD-Informationsplattform (zum regelmäßigen Wissensaustausch aller betroffener Stakeholdergruppen, zur Synergieschaffung und zum Festlegen gemeinsamer Ziele/Strategien)

## **Marktdynamik & globaler Wettbewerb**

- Unterstützende Stellen für KMUs, um die Implementierung von SSbD voranzutreiben (z.B. durch Zusammenschlüsse über Industriepartner wie der WKÖ oder auf Projektebene durch das BMK)



- Aktives Einfordern der Einhaltung bestimmter Standards von vorgelagerten Akteuren in der Lieferkette
- Berücksichtigung von Kartellbildungen, da Absprachen notwendig sein werden
- Globaler Wettbewerb berücksichtigen, um Benachteiligung von Unternehmen zu vermeiden, die außerhalb der EU produzieren (z.B. durch Einführung von Importbeschränkungen und Zöllen für nicht SSbD-konforme Materialien)

## 5.3 Handlungsempfehlungen aus der Fallstudie

### 5.3.1 Handlungsempfehlungen für Österreich

Wie die Ergebnisse aus Punkt 3.1 zeigen, gibt es in Österreich bereits eine gute Basis an Rahmenwerken und Plattformen, die sich mit Aspekten des SSbD-Konzeptes beschäftigen. Aufgrund der Komplexität des SSbD-Rahmenwerks wird eine zentrale Anlaufstelle zum Informationsaustausch und Weiterempfehlung von SSbD-Expert:innen, die beispielsweise zur Wissensvermittlung oder Anwendung der SSbD-Bewertungsschritte konsultiert werden, empfohlen. In diesem Zusammenhang ist die bereits etablierte Plattform „Grüne Chemie“ hervorzuheben, die eine geeignete Anlaufstelle für SSbD-spezifische Anfragen darstellen könnte.

### 5.3.2 Handlungsempfehlungen hinsichtlich des SSbD-Rahmenwerks

Wie bereits eingangs erwähnt wurde, befindet sich das SSbD-Rahmenwerk des JRC erst im ersten Jahr der Testphase, die noch bis zum Jahresabschluss 2024 läuft und an deren Ende eine Überarbeitung des SSbD-Rahmenwerkes erfolgen wird. Die Resultate und Erkenntnisse aus unserer Fallstudie und auch aus Befragungen von Stakeholdern zeigen auf, dass die Methodik des Rahmenwerkes noch konkretisiert werden muss, um eine praktische Durchführung und anschließende Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Dies bezieht sich auf die konkrete Empfehlung von Software zur SSbD-Bewertung und der Definition von „Cut-Off“-Kriterien. Weiters müssen klare Regeln zur Datenweitergabe festgelegt werden, da für die SSbD-Werkzeuge und -Methoden häufig firmensensible Daten entlang der gesamten Lieferkette weitergegeben werden müssen.

## 5.4 Roadmap

In Kooperation mit dem FFG-„Schwesterprojekt“ ChemSave wurde für den Forschungs- und Wirtschaftsstandort Österreich eine „SSbD-Roadmap 2033“ ausgearbeitet. Die Roadmap verfolgt das Ziel, einer erfolgreichen SSbD-Implementierung in Österreich zu ermöglichen. Die Ausgangslage dieser Roadmap ist die Vision einer aktiven Beteiligung der österreichischen Industrie am Aufbau eines nachhaltigen Produktsystems gemäß SSbD-Prinzipien und dem dadurch entstehenden Beitrag zur Stärkung des Wirtschafts- und Technologiestandorts Österreich. Für die Roadmap wurden fünf Handlungsfelder identifiziert, für welche jeweils Aktivitäten, Projekteigentümer, Promotoren sowie Treiber und Barrieren für den Zeitraum 2023-2028 sowie 2028-2033 näher ausgearbeitet wurden. Die entwickelte Roadmap sowie die aus den Projektergebnissen abgeleiteten Handlungsempfehlungen wurden in einem Abschlussworkshops einem ausgewählten Expert:innenkreis vorgestellt (siehe Präsentationsfolien im Anhang V). Die Handlungsempfehlungen, die auf Basis der Projektergebnisse abgeleitet wurden, werden im Folgenden zusammengefasst:

- 1) Das erste Handlungsfeld **Strukturbildung und Vernetzung** beinhaltet nationale Maßnahmen wie den Aufbau, die Implementierung und den Betrieb von SSbD-zentrierten Kompetenz- und Koordinierungsstellen sowie Schnittstellen für Forschung, Industrie und Gesellschaft.
- 2) Die **Internationale Kommunikation und Vernetzung** ähnelt dem vorhergehenden Handlungsfeld, die Aktivitäten würden allerdings auf internationalem Level ablaufen. Für die erfolgreiche Umsetzung des SSbD-Rahmenwerkes wird es notwendig sein, den bidirektionalen Wissenstransfer mit europäischen und internationalen Institutionen aufzubauen und über den längeren Zeitraum durch regelmäßige Veranstaltungs- und Projektformate aufrechtzuerhalten. Weiters sollten Verknüpfungen von existierenden Datenbanken, Wissensmanagementsystemen und Kommunikationsplattformen erstellt werden.
- 3) Beim **Schaffen geeigneter Rahmenbedingungen** in erster Linie darauf geachtet werden, Anreizsystem zur SSbD-Implementierung auf nationaler Ebene zu schaffen. Regulatorische Rahmenbedingungen sollen näher festgelegt und weiterentwickelt sowie an die neuesten Entwicklungen angepasst werden. Dies soll die SSbD-Implementierung und betriebliche Ausführung in Zukunft vereinfachen. Des Weiteren sollen Kontrollsysteme zum Monitoring der SSbD-Ziele geschaffen werden.

4) Das Handlungsfeld **Wissensaufbau und -transfer** beinhaltet Aktivitäten wie die Entwicklung spezialisierter Studien- und Lehrgänge mit entsprechender Akkreditierung sowie die Erstellung und Publikation von praxisrelevanten Studien und Büchern. Damit soll gewährleistet werden, dass Knowhow generiert und an relevante Stakeholder und Interessenten weitergegeben werden kann.

5) Das Handlungsfeld **Begleitmaßnahmen und -forschung** inkludiert Aktivitäten, die sich direkt auf die Anwendbarkeit des SSbD-Rahmenwerkes beziehen bzw. dessen Anwendung erleichtern sollen. Die Etablierung eines EU-weiten SSbD-Registers soll den einfachen und sicheren Datentransfer ermöglichen. Die Standardisierung von Bewertungstools sowie die Festlegung von „Cut-Off“-Kriterien würde die betriebliche Umsetzung um einiges vereinfachen, da die bisherige Unsicherheit in der Anwendung eine Schwachstelle für viele Stakeholder war.

Die zuvor beschriebenen Aktivitäten und Unterstützungsmaßnahmen sollen es Unternehmen ermöglichen, alle Schritte des SSbD-Prozesses erfolgreich zu durchlaufen und so neue wettbewerbsfähige und nachhaltige Produkte zu erzeugen und auf den Markt zu bringen.

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Im Projekt SiNa verwendete Suchbegriffe während der Literaturrecherche. ....	14
Tabelle 2: Liste der für die Fallstudie ausgewählten Materialien aus dem Produktkatalog der PHORNANO Holding GmbH. ....	15
Tabelle 3: Vom Projektteam entwickelte Skala zur Bewertung der Datenqualität. Die gesammelten Daten dienten zur Eingabe für SSbD-Bewertungstools, die von Caldeira et al. (2023) für die Schritte 1-3 empfohlen wurden. ....	15
Tabelle 4: Auflistung der Organisationen und interviewten Expert:innen. ....	17
Tabelle 5: Übersicht der im Projekt identifizierten Rahmenwerke mit Bezug zum SSbD oder zur CSS. ....	23
Tabelle 6: Liste der Plattformen im Forschungs- und Wirtschaftsstandort Österreich. ....	25
Tabelle 7: Rollenbeschreibung der identifizierten Stakeholdergruppen. ....	28

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Zeitachse zur Entstehungsgeschichte des Konzepts für Safe and Sustainable by Design (SSbD).....	9
Abbildung 2: 5 Schritte zur Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung von Chemikalien bzw. Materialien auf Basis des SSbD-Rahmenwerks (Caldeira et al., 2022).....	11
Abbildung 3: Der Projektablauf von SiNa umfasst verschiedene Arbeitsschritte, die von den Projektpartnern BOKU, BRIMATECH und PHORNANO durchgeführt wurden. Grüne Kästchen repräsentieren Hauptaufgaben der BOKU, gelbe jene von BRIMATECH, und blaue jene von PHORNANO. Dunkelgraue Kästchen stehen für externe Inputs, während orangene die Projektergebnisse darstellen. ....	13
Abbildung 4: Branchenfokus der Studie.....	18
Abbildung 5: SWOT-Fragestellungen aus den Interviews.....	21
Abbildung 6: „SiNa-Wertschöpfungsnetzwerk“.....	27
Abbildung 7: Projektergebnisse der SWOT-Analyse. ....	31
Abbildung 8: Organisationsform und -größe der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen ( <i>Other: consulting</i> ); <i>n=35/35</i> . ....	40
Abbildung 9: Sektorzugehörigkeit der an der Umfrage teilnehmenden Unternehmen ( <i>other: Atmospheric Plasma Layers, Coatings, Energy materials, Environmental assessment, Metallurgy, Nanosafety, R&amp;D</i> ); <i>n = 34/35</i> . ....	41
Abbildung 10: Vertrautheit der Umfrageteilnehmer:innen mit dem SSbD-Konzept ( <i>die Nennung "Beratung" in der Kategorie "Others" wurde für die Auswertung zur Kategorie "Company" dazugezählt</i> ); <i>n=34/35</i> . ....	42
Abbildung 11: Eignung der unterschiedlichen Nanomaterial- und Advanced Materials-relevanten Sektoren für einen Einsatz von SSbD; 23/35. ....	43
Abbildung 12: Alternative Terminologien für ähnliche Ansätze wie SSbD; <i>n=13/35</i> . ....	43
Abbildung 13: Internationale Best-Practice-Beispiele für SSbD; <i>n= 13/35</i> . ....	44
Abbildung 14: Unterstützende Rahmenwerke für die Umsetzung von SSbD; <i>n=12/35</i> . ....	45
Abbildung 15: Modifizierter VERDEQUANT-Prozess zur Nanopartikelherstellung der Produktreihe „4n ZnO X, ZnO Z, ZnO N“ der Firma PHORNANO. ....	47
Abbildung 16: Informationsfluss und Software für die jeweiligen Schritte der Sicherheits- und Nachhaltigkeitsbewertung gemäß SSbD-Konzept. Abbildung adaptiert basierend auf Caldeira et al. (2022). ....	49
Abbildung 17: Darstellung der Übereinstimmung des SSbD-Rahmenwerks mit den Zielen der Chemical Strategy for Sustainability (CSS) und der Kreislaufwirtschaftsstrategie. ....	54

## Literaturverzeichnis

- BMK. (2022). Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft - die österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie.
- Caldeira, C., Farcal, R., Aguirre, I. G., Mancini, L., Tosches, D., Amelio, A., Rasmussen, K., Rauscher, H., Sintes, J. R., & Sala, S. (2022). Safe and Sustainable by Design Chemicals and Materials - Framework for the definition of criteria and evaluation procedure for chemicals and materials.
- Caldeira, C., Garmendia Aguirre, I., Tosches, D., Mancini, L., Abbate, E., Farcal, R., Lipsa, D., Rasmussen, K., Rauscher, H., Riego Sintes, J., & Sala, S. (2023). Application of the SsbD Framework to case studies - Draft for Consultation.
- European Chemicals Agency. (2016). *Practical guide for SME managers and REACH coordinators How to fulfil your information requirements at tonnages 1-10 and 10-100 tonnes*. Helsinki, Finland: European Chemical Agency
- European Commission. (2018). COMMISSION REGULATION (EU) 2018/1881 of 3 December 2018 amending Regulation (EC) No 1907/2006 of the European Parliament and of the Council on the Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (REACH) as regards Annexes I, III, VI, VII, VIII, IX, X, XI, and XII to address nanoforms of substances, 20 1.
- European Commission. (2019). Communication from the commission to the european parliament, the european council, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions - The European Green Deal.
- European Commission. (2020). Communication from the commission to the european parliament, the council, the european economic and social committee and the committee of the regions - Chemicals Strategy for Sustainability -Towards a Toxic-Free Environment, 25 1.
- European Commission, Joint Research, C., Caldeira, C., Farcal, R., Moretti, C., Mancini, L., Rauscher, H., Riego Sintes, J., Sala, S., & Rasmussen, K. (2022). *Safe and sustainable by design chemicals and materials – Review of safety and sustainability dimensions, aspects, methods, indicators, and tools*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/doi/10.2760/879069>
- Flor, P., Meulemeester, A. D., Allen, T., & Isaksson, K. (2013). *Use of the fishbowl method for a discussion with a large group* EAHIL workshop 2013: Trends for the future : creating strategies to meet challenges, Stockholm, Sweden. <http://hdl.handle.net/1854/LU-8570093>
- Mayring, P. (2010). Qualitative Inhaltsanalyse. In G. Mey & K. Mruck (Eds.), *Handbuch Qualitative Forschung in der Psychologie* (pp. 601-613). VS Verlag für Sozialwissenschaften. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-531-92052-8_42)
- Stahel, W. R. (1984). The product-life factor. *An Inquiry into the nature of sustainable societies: the role of the private sector*, 232.
- Stingl, A., Silva, M. S. D., Soares, V. A., Oliveira, C. A. d., & Rodrigues, E. D. S. (2021). *Method of producing a metal or metal oxide nanoparticle*. W. I. P. Organization. <https://worldwide.espacenet.com/patent/search/family/072355731/publication/WO2021046586A1?q=PCT%2FAT2020%2F060310>
- Wohlin, C. (2014). *Guidelines for snowballing in systematic literature studies and a replication in software engineering* International Conference on Evaluation and

Assessment in Software Engineering - EASE '14, London, England, United Kingdom.  
<https://doi.org/10.1145/2601248.2601268>

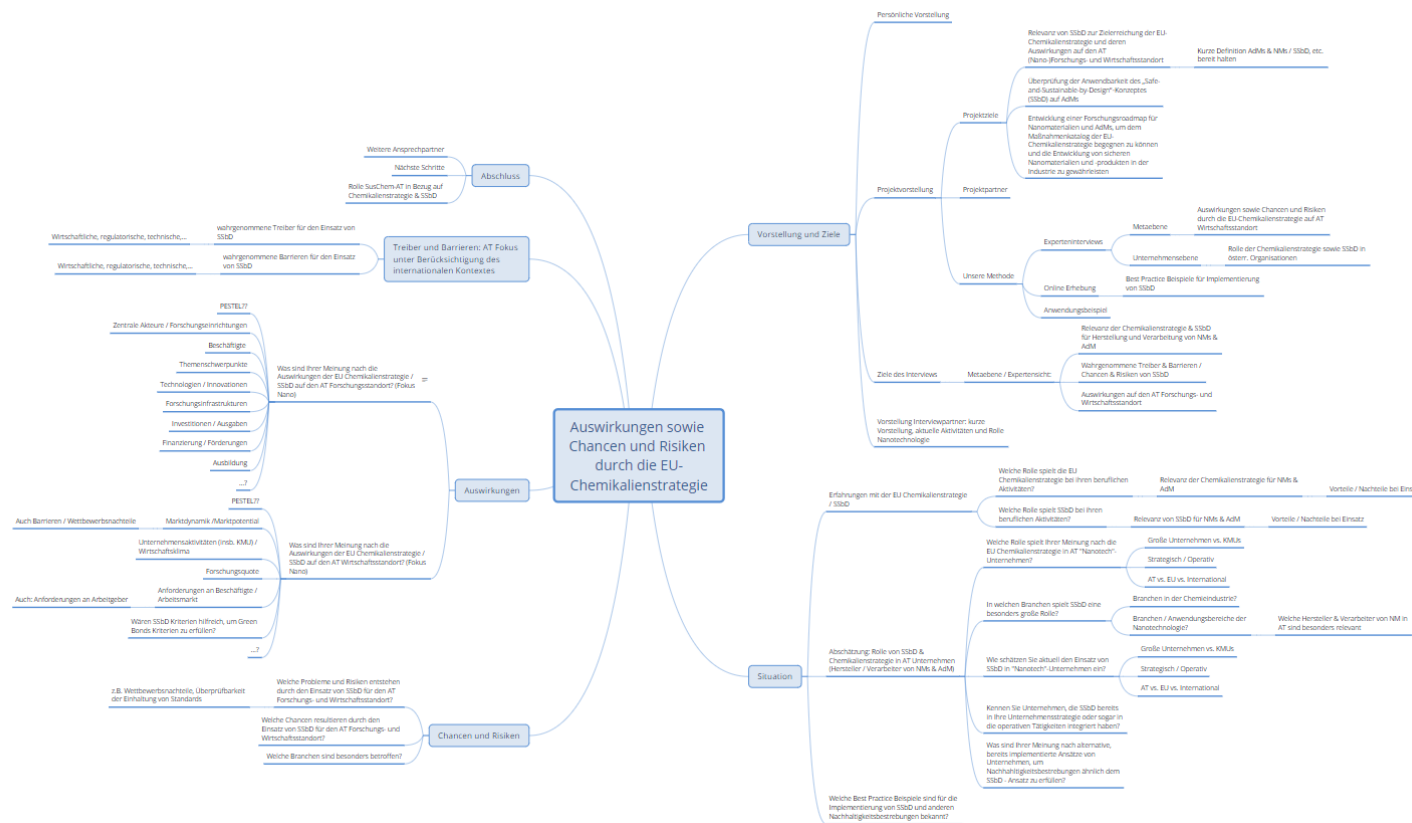
## Abkürzungsverzeichnis

Abk.	Abkürzung
AdMs	Neuartige Materialien (eng. Advanced Materials)
Art.	Artikel
BGBI.	Bundesgesetzblatt
CSS	Chemical Strategy for Sustainability
ECHA	Europäische Chemikalienagentur (eng. european chemicals agency)
EoL	„Lebensende“ (eng. end-of-life)
ENMs	Technische hergestellte Nanomaterialien (eng. engineered nanomaterials)
ERC	Umweltfreisetzungskategorie (eng. environmental release category)
JRC	Joint research center
KMU	Klein und Mittel Unternehmen (eng. small or medium enterprise [SME])
LCA	Ökobilanz (eng. Life cycle assessment)
LCC	Lebenszykluskostenrechnung (eng. life cycle costing)
PROC	Prozessfreisetzungskategorie (eng. process release category)
RCR	Risikocharakterisierungsrate (eng. risk characterization ratio)
SSbD	Safe and sustainable by Design
SLCA	Soziale Ökobilanz (eng. Social life cycle assessment)
SWOT	Stärken, Schwächen, Chancen, Risiken (eng. strength, weaknesses, opportunities, threats)

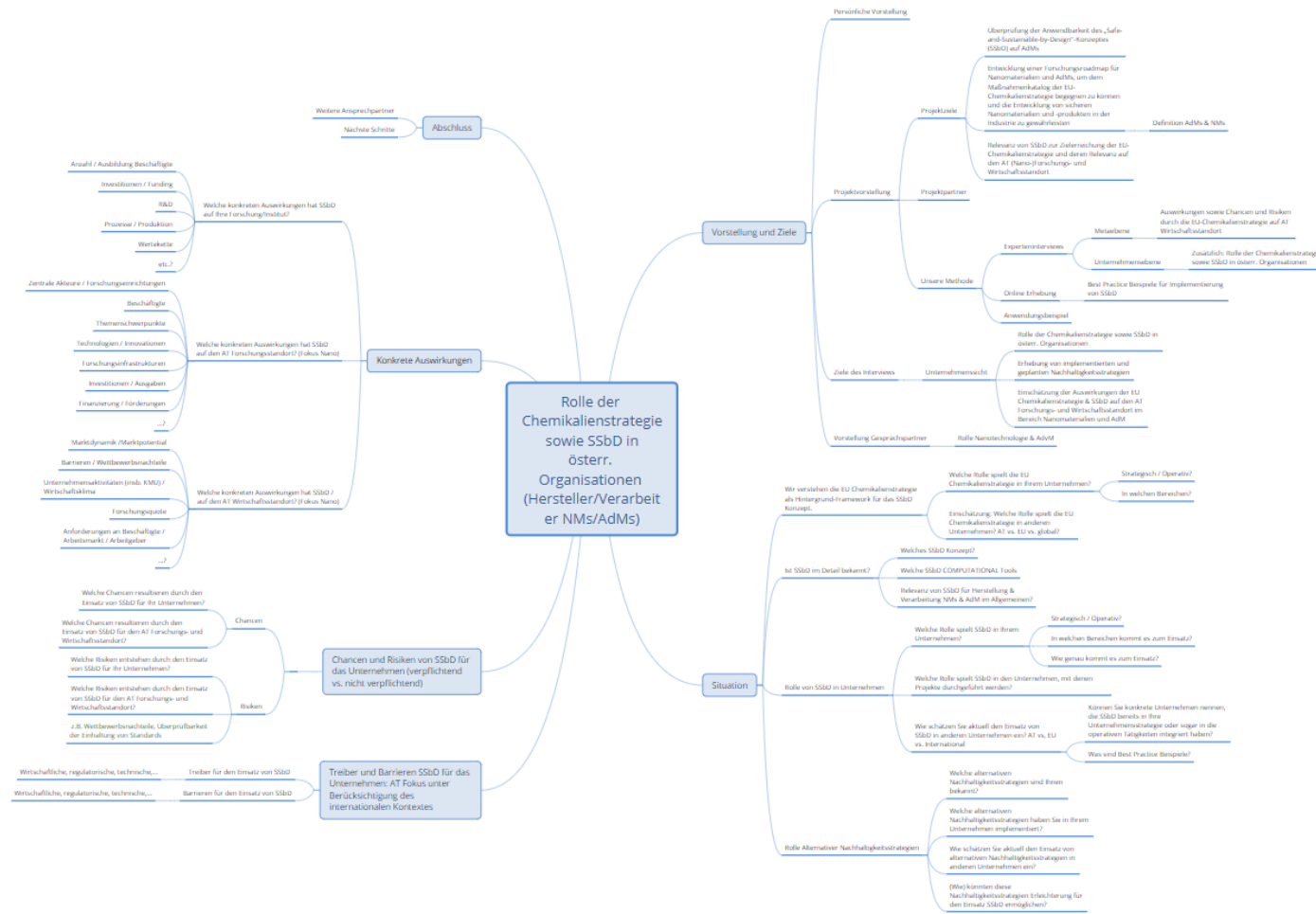


# Anhang I

## Appendix A: Interviewleitfaden Expert:innen Interviews



## Appendix B: Interviewleitfaden Unternehmensinterviews



## Anhang II

Toolbox	Name	Art	Nano-spezifisch (ja / nein)	Quelle 1 (zuletzt abgerufen am 23.12.2023)	Quelle 2 (zuletzt abgerufen am 23.12.2023)
OECD SAA Toolbox	GHS Column Model	Methode	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/hazardous-substances/ghs-spaltenmodell-zur-substitutionspruefung/index.jsp">https://www.dguv.de/ifa/praxishilfen/hazardous-substances/ghs-spaltenmodell-zur-substitutionspruefung/index.jsp</a>
	Green Chemistry Assistant	App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.stolaf.edu/apps/chemistry/gca/">https://www.stolaf.edu/apps/chemistry/gca/</a>
	GreenScreen für Safer Chemicals	App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.greenscreenchemicals.org/">https://www.greenscreenchemicals.org/</a>
	MaterialIQ_	App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="http://www.materialiq.com/">http://www.materialiq.com/</a>
	OncoLogic 8.0	App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.epa.gov/tsca-screening-tools/oncologic-ictm-expert-system-evaluate-carcinogenic-potential-chemicals">https://www.epa.gov/tsca-screening-tools/oncologic-ictm-expert-system-evaluate-carcinogenic-potential-chemicals</a>
	Pollution Prevention Options analysis System (P2OAsys)	App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.turi.org/Our_Work/Alternatives_Assessment/Alternatives_Assessment/Tools_and_Methods/P2OASys_Tool_to_Compare_Materials">https://www.turi.org/Our Work/Alternatives Assessment/Alternatives Assessment/Tools and Methods/P2OASys Tool to Compare Materials</a>
	KEMI PRIO	Datenbank	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.kemi.se/prioguiden/english/start">https://www.kemi.se/prioguiden/english/start</a>
	GreenScreen List Translator (GSLT)	Datenbank	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	
	Program for Assisting the Replacement of industrial Solvents (PARIS III)	App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.epa.gov/chemical-research/program-assisting-replacement-industrial-solvents-paris-iii">https://www.epa.gov/chemical-research/program-assisting-replacement-industrial-solvents-paris-iii</a>
	Quick chemical Assessment Tool (QCAT)	Methode, App	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://ecology.wa.gov/Regulations-Permits/Guidance-technical-assistance/Safer-alternatives/Quick-tool-for-assessing-chemicals">https://ecology.wa.gov/Regulations-Permits/Guidance-technical-assistance/Safer-alternatives/Quick-tool-for-assessing-chemicals</a>

	SCIVERA LENS Chemical Safety Assessment System	Service	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://www.enhesa.com/sustainablechemistry/?popup=scivera">https://www.enhesa.com/sustainablechemistry/?popup=scivera</a>
	SIN List and SINimilarity	Datenbank	N	<a href="https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/">https://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/substitution-of-hazardous-chemicals/</a>	<a href="https://sinlist.chemsec.org/">https://sinlist.chemsec.org/</a>
	SubSelect	Methode, Datenbank, App	N	<a href="https://www.umweltbundesamt.de/en/document/subselect-guide-for-the-selection-of-sustainable">https://www.umweltbundesamt.de/en/document/subselect-guide-for-the-selection-of-sustainable</a>	
	UL The Wercs	App	N	<a href="https://ulwercsmart.com/">https://ulwercsmart.com/</a>	
SIA Toolbox	ANSES: Control Banding Tool for Nanomaterials	Methode, App	J	<a href="https://www.siatoolbox.com/methods/anses-control-banding-tool-nanomaterials">https://www.siatoolbox.com/methods/anses-control-banding-tool-nanomaterials</a>	
	Australian guidance on regulation impact statement cost-benefit analysis	Methode	N	<a href="https://oia.pmc.gov.au/resources/guidance-assessing-impacts/cost-benefit-analysis">https://oia.pmc.gov.au/resources/guidance-assessing-impacts/cost-benefit-analysis</a>	
	CENARIOS Risks management and monitoring system	Methode	J	<a href="http://innovationsgesellschaft.ch/wp-content/uploads/2013/07/CENARIOS_EN.pdf">http://innovationsgesellschaft.ch/wp-content/uploads/2013/07/CENARIOS_EN.pdf</a>	
	ConsExpo	App	N	<a href="https://www.rivm.nl/en/consexpo">https://www.rivm.nl/en/consexpo</a>	
	Consexpo Nano Tool	App	J	<a href="https://www.rivm.nl/en/consumer-exposure-to-chemical-substances/exposure-models/consexpo-nano">https://www.rivm.nl/en/consumer-exposure-to-chemical-substances/exposure-models/consexpo-nano</a>	
	ECHA Socio-Economic Analysis (SEA)	Methode	N	<a href="https://echa.europa.eu/de/socio-economic-analysis-in-reach/sea-web-portal">https://echa.europa.eu/de/socio-economic-analysis-in-reach/sea-web-portal</a>	
	FNN-BBN Shredding Model	Methode	N	<a href="https://www.futurenanoneeds.cbni.eu/outputs/fnn-bbn-shredding-model/">https://www.futurenanoneeds.cbni.eu/outputs/fnn-bbn-shredding-model/</a>	
	Golden Egg Check	App	N	<a href="https://goldeneggcheck.com/">https://goldeneggcheck.com/</a>	
	GuideNano	App	J	<a href="https://www.guidenano.eu/">https://www.guidenano.eu/</a>	
	Health Impact Assessment under REACH	Methode	N	<a href="https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0032.pdf">https://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/2014-0032.pdf</a>	
	Lean Business Canvas, safety and society check	App	N	<a href="https://leanstack.com/lean-canvas">https://leanstack.com/lean-canvas</a>	
	Licara NanoScan	App	N	<a href="https://www.empa.ch/web/s506/licara">https://www.empa.ch/web/s506/licara</a>	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016300575">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412016300575</a>
	MARINA Risk Assessment Strategy	Methode	N		<a href="https://www.mdpi.com/1660-4601/12/12/14961">https://www.mdpi.com/1660-4601/12/12/14961</a>
	NanoCRED	Methode	J		<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452074816301859">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2452074816301859</a>

	NanoFASE	Methode	J	<a href="http://nanofase.eu/show/Approach_110">http://nanofase.eu/show/Approach_110</a>
	SimpleBox4Nano	App	J	<a href="https://www.rivm.nl/en/soil-and-water/simple-box4nano">https://www.rivm.nl/en/soil-and-water/simple-box4nano</a>
	NanoRiskCat	Methode	J	<a href="https://nanodb.dk/en/nanoriskcat/">https://nanodb.dk/en/nanoriskcat/</a>
	Nanosafer tool (CB)	Service	J	<a href="http://www.nanosafer.org/">http://www.nanosafer.org/</a>
	Nanosolutions	/	J	<a href="http://nanosolutionsfp7.com/">http://nanosolutionsfp7.com/</a>
	One box-model	Methode	N	<a href="https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969712000812">https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969712000812</a>
	Societal Incubator	Methode	N	<a href="https://www.ecsite.eu/sites/default/files/nano2all_-_societal_engagement_practices_-_rathenau_instituut_societal_incubator.pdf">https://www.ecsite.eu/sites/default/files/nano2all_-_societal_engagement_practices_-_rathenau_instituut_societal_incubator.pdf</a>
	Stoffenmanager Nano	App	J	<a href="https://nano.stoffenmanager.com/Default.aspx?lang=nl">https://nano.stoffenmanager.com/Default.aspx?lang=nl</a>
	Swiss precautionary matrix	App	N	<a href="https://www.bag.admin.ch/bag/en/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie/sicherer-umgang-mit-nanomaterialien/vorsorgemasnahmen-nanomaterialien-webanwendung.html">https://www.bag.admin.ch/bag/en/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie/sicherer-umgang-mit-nanomaterialien/vorsorgemasnahmen-nanomaterialien-webanwendung.html</a>
ECHA Substance Substitution tools	SubSportPlus	Datenbank	N	<a href="https://www.subsportplus.eu/subsportplus/DE/Stoffe/Datenbank-eingeschraenker-und-prioritaere-Stoffe/eingeschraenkte-prioritaere-stoffe_node.html">https://www.subsportplus.eu/subsportplus/DE/Stoffe/Datenbank-eingeschraenker-und-prioritaere-Stoffe/eingeschraenkte-prioritaere-stoffe_node.html</a>
	Material Input per Service Unit (MIPS) calculation	Datenbank, App	N	<a href="https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/1577/file/WS27e.pdf">https://epub.wupperinst.org/frontdoor/deliver/index/docId/1577/file/WS27e.pdf</a>
	Best available techniques reference document	Datenbank	N	<a href="https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/">https://eippcb.jrc.ec.europa.eu/reference/</a>
	QSAR Toolbox	App	N	<a href="https://qsartoolbox.org/">https://qsartoolbox.org/</a>
/	Sustainability method selection tool	App	N	<a href="https://www.sustainabilitymethod.com/">https://www.sustainabilitymethod.com/</a>
/	ImpactWorld+	Methode	N	<a href="https://ciraig.org/index.php/project/impact-world/">https://ciraig.org/index.php/project/impact-world/</a>
/	LC-Impact	Methode	N	<a href="https://lc-impact.eu/">https://lc-impact.eu/</a>
/	ReCipe2016	Methode	N	<a href="https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-016-0">https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-016-016-0</a>
/	Social Hotspot Database	Datenbank	N	<a href="http://www.socialhotspot.org/">http://www.socialhotspot.org/</a>

/	Product Social Impact Life cycle Assessment (PSILCa) Database	Datenbank	N	<a href="https://psilca.net/">https://psilca.net/</a>	<a href="https://nexus.openlca.org/database/PSILCA">https://nexus.openlca.org/database/PSILCA</a>
/	Global LCA Data Access network (GLAD)	Datenbank	N	<a href="https://www.globalcadataaccess.org/">https://www.globalcadataaccess.org/</a>	
/	European Platform for life cycle assessment	/	N	<a href="https://eplca.jrc.ec.europa.eu/">https://eplca.jrc.ec.europa.eu/</a>	
/	Precautionary Matrix for nanomaterials	Methode, App	J	<a href="https://www.bag.admin.ch/bag/en/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie/sicherer-umgang-mit-nanomaterialien/vorsorgeraster-nanomaterialien-webanwendung.html">https://www.bag.admin.ch/bag/en/home/gesund-leben/umwelt-und-gesundheit/chemikalien/nanotechnologie/sicherer-umgang-mit-nanomaterialien/vorsorgeraster-nanomaterialien-webanwendung.html</a>	
/	AUVA-Merkblatt Nanomaterialien	Datenbank	J	<a href="https://www.auva.at/cdscontent/?contentid=10007.756442&amp;portal=auvportal">https://www.auva.at/cdscontent/?contentid=10007.756442&amp;portal=auvportal</a>	
Nano-Solve-IT	eUTOPIA	App	N	<a href="https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/">https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/</a>	
	PhysChem: Zeta potential NanoXtract model	App	N	<a href="https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/">https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/</a>	
	CyTox	App	J	<a href="https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/">https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/</a>	
	DeepDaph	App	N	<a href="https://deepdaph.cloud.nanosolveit.eu/">https://deepdaph.cloud.nanosolveit.eu/</a>	
	FunMappOne	App	N	<a href="https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/">https://nanosolveit.eu/resources/tools-services/</a>	
/	FLASC (Fast life cycle assessment of synthetic chemistry) TM	Methode	N	<a href="https://link.springer.com/article/10.1065/lca2007.03.315">https://link.springer.com/article/10.1065/lca2007.03.315</a>	
/	Q-SAESS (Quick sustainability assessment via experimental solvent selection)	Methode	N	<a href="https://pubs.rsc.org/en/content/article-landing/2016/gc/c6gc02440h">https://pubs.rsc.org/en/content/article-landing/2016/gc/c6gc02440h</a>	
/	Ecosolvent tool	App	N	<a href="https://emeritus.setg.ethz.ch/research/downloads/software---tools/ecosolvent.html">https://emeritus.setg.ethz.ch/research/downloads/software---tools/ecosolvent.html</a>	
/	Greensuite tool	App	N	<a href="http://www.greensuite360.com/">http://www.greensuite360.com/</a>	
/	COSMSOs (Conductor-like- Screening models)	Methode, App	N	<a href="https://pubs.acs.org/doi/10.1021/j100007a062">https://pubs.acs.org/doi/10.1021/j100007a062</a>	<a href="https://www.scm.com/doc/ADF/Input/COSMO.html">https://www.scm.com/doc/ADF/Input/COSMO.html</a>
/	EUCLEF (EU Chemicals Legislation finder)	Datenbank	N	<a href="https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/euclef">https://echa.europa.eu/de/information-on-chemicals/euclef</a>	
/	Chesar 3.7.3	App	N	JRC Report Framework	<a href="https://chesar.echa.europa.eu/">https://chesar.echa.europa.eu/</a>
/	ProScale	Methode, App	N	<a href="https://www.ivl.se/projektwebbar/proscale.html">https://www.ivl.se/projektwebbar/proscale.html</a>	<a href="https://www.ivl.se/download/18.556fc7e17c75c8493327e78/1638178602424/FULLTEXT01.pdf">https://www.ivl.se/download/18.556fc7e17c75c8493327e78/1638178602424/FULLTEXT01.pdf</a>

# Anhang III

Contribution ID: ab088a97-2bf0-4cc9-a554-4b61ed9054e3

Date: 30/06/2023 14:08:28

## Safe and Sustainable by Design chemicals and materials - TESTING PHASE - Reporting UPLOAD

Fields marked with \* are mandatory.

In the context of the Chemicals Strategy for Sustainability, The [European Commission Recommendation of 8 December 2022 establishing a European assessment framework for 'safe and sustainable by design' \(SSbD\) chemicals and materials](#) announced the Testing phase for the SSbD framework via voluntary reporting mechanism. Based on the feedback, the Commission will launch a revision of the framework. The testing period counts on the engagement of stakeholders.

The present survey is to collect feedback by stakeholders during the Testing Phase on:

- a) **activities promoting the SSbD framework** in R&I programs and policies, and
- b) the **SSbD framework's feasibility and applicability** via testing with case studies, and to initially guide the users through the SSbD framework.

It is addressed to **Member States, industry, academia, research and technology organisations** or other stakeholders willing to test and provide feedback on the SSbD framework.

**If you have any doubts on the reporting template please address them by sending an email to: JRC-SSBD@ec.europa.eu**

- \* Except for personal data, the information provided through this survey will be analysed and made publicly available in a report. If you agree to this, select YES. Otherwise, your information will be used as aggregated data and will not be published in a disaggregated form. Data will be used only for analysis within the European Commission and will not be transferred to third parties. Personal data are processed and protected by the Commission in line with this [privacy statement](#).

- ☒ Yes  
☐ No

Here you can download the Reporting Template

[SSbD Reporting Template.xlsx](#)

Please upload your Report

145f7489-b3df-4dad-abb8-d41e08473623/SiNa\_SSbD\_Reporting\_Template\_ZnO-Casestudie.xlsx

Please, upload any additional supporting information

1a2758b9-bf35-420d-b841-b68bc851343b/SiNa\_Phornano\_LCSA.xlsx

aafdadc2-50fd-45cb-b327-d836d04749be/SiNa\_Phornano\_PDS\_ZnO\_X\_Z\_N\_20211110.pdf

402e1135-0a1f-4db3-950f-04385c01b523/SiNa\_Phornano\_SLCA\_mod.xlsx

e909efa7-0917-46f8-9365-147f4fa2ef62/SiNa\_ZnO\_Phornano\_IUCLID\_File\_2a0d6f20-4c4f-401a-babc-8a59d817ca69.i6z

db8c40b7-6218-46f6-9f63-3c3615c4650f/SiNa\_ZnO\_Phornano\_LifecycleTree\_20230629\_144223.chr3

7c66a7e2-70f5-42fe-87e9-13aff46d4b8c/SiNa\_ZnO\_Phornano\_Substance\_20230629\_143407.chr3

## Background Documents

[Privacy Statement](#)

[SSbD Reporting Template](#)

## Contact

[Contact Form](#)



## Anhang IV

Zeit	Inhalt
13:30 – 13:40	Begrüßung - Christian Hartmann (JR POLICIES)
13:40 – 14:10	Keynote: „Grüne Chemie“ – Ein Eckpfeiler der Kreislaufwirtschaft - Thomas Jakl (BMK)
14:10 – 14:30	CHEMSAVE Projektergebnisse – Susanne Resch (BNN), Thomas Birngruber (JR HEALTH)
14:30 – 14:50	SiNa Projektergebnisse – Christoph Olscher (BOKU), Stefanie Prenner (BRIMATECH)
14:50 – 15:20	<i>Pause &amp; Vernetzung</i>
15:20 – 15:45	Österreichische Roadmap zu SSbD - Christian Hartmann (JR POLICIES), Anna Pavlicek (BOKU)
15:45 – 16:45	Fish-Bowl Diskussion
16:45 – 17:00	Fazit und Ausblick auf zukünftige Aktivitäten

# Anhang V



**EU-Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit  
Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design**

Christian Hartmann, Anna Pavlicek, Stefanie Prenner, Christoph Olscher, Susanne Resch & Florian Part

Stakeholder-Workshop der Nano EHS Projekte CHEMSAVE und SiNa  
Wien, am 07.11.2023

Wien, am 07.11.2023 Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design 1



## SSbD-Roadmap – Wofür?

- Langfristige Orientierung für alle relevanten Akteure in Österreich
- Vorschlag von möglichen Maßnahmen zur Unterstützung der bei der Einführung und Anwendung von SSbD in österreichischen Unternehmen
- Vorschlag von möglichen Projekteigentümern und Promotoren
- Identifikation von potenziellen Treibern und Barrieren

**A European assessment framework for 'safe and sustainable by design' chemicals and materials**



**Design principles**

- green chemistry
- green engineering
- sustainable chemistry
- circularity by design

Bildquelle: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/11a6457688-11ed-3887-01aa71ed71a1/language-en>

Wien, am 07.11.2023 Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design 2

## Unsere Vision für 2033



*Österreichs Industrie beteiligt sich aktiv am Aufbau eines nachhaltigen Produktionssystems durch den systematischen Einsatz von SSbD im Innovationsprozess und trägt dadurch zur Stärkung des Wirtschafts- und Technologiestandorts Österreich bei. Österreichische Unternehmen sind dabei in ein umfassendes Innovationsökosystem eingebettet, das den Unternehmen ermöglicht, alle Schritte des SSbD Prozesses erfolgreich zu durchlaufen und so neue wettbewerbsfähige und nachhaltige Produkte zu erzeugen und am Markt anzubieten.*

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

3

## Unsere Vision für 2033



### Ziele zur Realisierung:

- Entwicklung einer ergebnisorientierten und handlungsfähigen FTI-Politik im Bereich der nachhaltigen Industrie, Integration in die gesamtstaatliche FTI Politik, sowohl zur Interessensvertretung und optimalen Nutzung als auch zur aktiven Politikgestaltung.
- Befähigung und Unterstützung der FTI Akteure (Unternehmen und Forschungseinrichtungen) in Österreich zur erfolgreichen Umsetzung von SSbD als wesentlichen Eckpfeiler einer nachhaltigen und wettbewerbsfähigen Industriebasis.



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

4

## Unterschiedliche Ebenen bei der Realisierung



### Handlungsfelder:

1. Strukturbildung und Vernetzung
2. Internationale Kommunikation und Vernetzung
3. Schaffen geeigneter Rahmenbedingungen
4. Wissensaufbau und -transfer
5. Begleitmaßnahmen und -forschung



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

5

## Strukturbildung und Vernetzung: Aktivitäten



- Aufbau einer behördenübergreifenden österreichische Kompetenz- & Koordinierungsstelle für SSbD
- Entwicklung einer SSbD-Plattform als Schnittstelle zw. Forschung, Industrie, Gesellschaft / Konsument
- Aufbau „Clearing House“ für Anliegen betreffend SSbD - Hotline mit laienverständlicher Info für Firmen
- Begleitende Medienkampagne zu SSbD für die breite Öffentlichkeit



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

6

## Strukturbildung und Vernetzung: Aktivitäten



- Aufbau einer österreichischen (oder) DACH Börse für nachhaltige Rohstoffe / Grundstoffe im der Chemie- und Kunststoffindustrie
- Implementierung der SSbD-Plattform, beispielsweise in Form eines SSbD-Hubs; Gründung eines SSbD-Hubs zur Einbindung der breiten Öffentlichkeit in den SSbD-Diskurs (Foren zum Austausch mit Bevölkerung)



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

7

## Strukturbildung und Vernetzung



### Projekteigentümer:

- BMK, WKÖ, BMSGPK, VKI, Leitbetriebe

### Promotoren:

- Fachverbände der WKÖ, Industriellenvereinigung, Cluster
- Mittlere und große Industrieunternehmen im Bereich Chemie

### Treiber:

- Interesse bei einzelnen Fachverbänden in der WKÖ

### Barrieren:

- Fehlende Ressourcen

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

8

## Internationale Kommunikation und Vernetzung: Aktivitäten



- Entwicklung von bidirektionalem Wissenstransfer – Schnittstellenaufbau zu:
  - Europäischen Institutionen (z.B. ECHA, JRC, CEN)
  - Internationalen Institutionen (z.B. INISS-Nano, OECD)
- Integration von unternehmerischen Kommunikationsplattformen in österreichische Netzwerke; Anknüpfen an existierende Wissensmanagementsysteme / Datenbanken (z.B. BASF)



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

9

## Internationale Kommunikation und Vernetzung: Aktivitäten



- Verstetigung des bidirektionalen Wissenstransfers durch Einrichtung regelmäßiger Veranstaltungsformate unter aktiver Einbeziehung europäischer und / oder internationaler Expert:innen
- Anstoß und Entwicklung eines IPCEI zu grüner Chemie gemeinsam mit Deutschland, Frankreich und Italien



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

10

## Internationale Kommunikation und Vernetzung



### Projekteigentümer:

- Unabhängige NPO, die im Umfeld gut vernetzt ist
- Österreichische Leitbetriebe

### Promotoren:

- Bundesministerien, Bundesländer (relevante Fachabteilungen)
- Behörden und Agenturen (z.B. Umweltbundesamt, AGES etc.)

### Treiber:

- National: Bestehende Plattformen
- International: JRC

### Barrieren:

- Fehlende Ressourcen
- Fehlende absorptive Kapazitäten bei verschiedenen Akteuren im Innovationssystem
- Unterschiedliches Verständnis hinsichtlich der Nomenklaturen in den Bereichen Safety und Sustainability

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

11

## Schaffen geeigneter Rahmenbedingungen: Aktivitäten



- Aufbau und Umsetzung eines österreichischen Aktionsplans für SSbD (nach Vorbild des Best-Practice-Beispiels Österreichischer Aktionsplan Nanotechnologie)
- Aufbau eines Incentive-Systems
- Erarbeitung länder- sowie anwendungsübergreifender regulatorischer Rahmenbedingungen (z.B. Grenzwerte, Mindestanforderungen, Handlungsspielräume)



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

12

## Schaffen geeigneter Rahmenbedingungen: Aktivitäten



- Monitoring der letzten Entwicklungen rund um SSbD und (wo notwendig) entsprechende Anpassung des Österreichischen Aktionsplans
- Implementierung eines Incentive-Systems
- Einführung länder- sowie anwendungsübergreifender regulatorischer Rahmenbedingungen
- Verankerung von SSbD-Prinzipien in den nationalen regulatorischen Rahmenbedingungen (bspw. erweiterte Produzentenverantwortung)



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

13

## Schaffen geeigneter Rahmenbedingungen



### Projekteigentümer:

- Gesamtstaatliche Aufgabe:
  - Federführendes Ministerium: BMK;
  - Beteiligung von BMBWF, BMAW, BML, BMSGPK

### Promotoren:

- WK, IV, NGOs, diverse Branchenvertreter, Wissenschaft & Forschung, VKI

### Treiber:

- Globaler Wettbewerb: Implementierung von Importbeschränkungen für nicht SSbD-konforme Materialien
- Berücksichtigung möglicher Kartellbildungen, da Absprachen notwendig sein werden
- Analyse von möglichen Auswirkungen von gesetzlichen Vorschriften

### Barrieren:

- Vorhandensein vom belastbarem Material für Aufbau des Aktionsplans
- Wahlzyklus auf Bundesebene
- Unsichere langfristige Entwicklung auf EU Ebene

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

14



## Wissensaufbau und -transfer: Aktivitäten



- Aufbau der „SSbD Academy“ mit Fokus auf KMUs
- Entwicklung eines SSbD Lehrgangs an Universitäten & Fachhochschulen
- Sammlung und Bereitstellung von Fallstudien
- Bereitstellung von „SSbD-Tutor:innen“
- Zielgruppenspezifische Wissensvermittlung
- Ideenwettbewerb für SSbD Pilotprojekte als Showcase



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

15



## Wissensaufbau und -transfer: Aktivitäten



- Veröffentlichung eines „Praxishandbuch SSbD“ (mit JRC)
- Nachhaltige Etablierung der „SSbD Academy“ und des SSbD Lehrgangs
- SSbD-Pilotstudien



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

16



## Wissensaufbau und -transfer



### Projekteigentümer:

- Behördlich unabhängige nicht regulatorische Organisation

### Promotoren:

- Interessenvertretungen, wie WKO, AK, IV etc.

### Treiber:

- Unabhängige, universitäre Begleitforschung für eine ganzheitliche Betrachtung
- Berücksichtigung von nationalen & internationalen Forschungsergebnissen

### Barrieren:

- Nachhaltige Finanzierung des Trainingsangebots

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

17

## Begleitmaßnahmen und -forschung: Aktivitäten



- Veröffentlichung eines „Gold Standards“ für SSbD-konforme Chemikalien & Materialien
- Etablierung eines themenoffenen, sektorübergreifenden F&E Programms
- Etablierung unabhängiger, transdisziplinärer Forschung des Implementierungsprozesses
- Kofinanzierung der Einführung von SSbD Maßnahmen
- Definition von „Cut-off-Kriterien“



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

18

## Begleitmaßnahmen und -forschung: Aktivitäten



- Entwicklung und Aufbau eines Zertifizierungsmodells
- Integration eines SSbD-Registers in bestehende Datenbanken
- Aufbau eines digitalen Tracking- und Informationssystems (z.B. Integration in digitalen Produktpass)
- Standardisierung von SSbD-Bewertungstools



Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

19

## Begleitmaßnahmen und -forschung



BRIMATECH



### Projekteigentümer:

- Ministerien, FFG, AWS, Behörden

### Promotoren:

- Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitäre Forschungseinrichtungen, Interessensvertretungen

### Treiber:

- Verminderung bürokratischer Hürden
- Etablierung von „Trusted Environments“
- EU-weites Online-System zum Informationsaustausch
- Transparenz
- Verstärkte Forschungskooperationen

### Barrieren:

- Ressourcenmangel, Datensicherheitsbedenken, Desinteresse der Fachverbände, Wahlzyklus auf Bundesebene

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

20



# „Fish-Bowl-Diskussion“

Wien, am 07.11.2023

Österreichische Roadmap zu Safe-and-Sustainable-by-Design

21

**Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie**

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 1 711 62 65-0

[email@bmk.gv.at](mailto:email@bmk.gv.at)

[bmk.gv.at](https://bmk.gv.at)