

TEXTE

78/2024

**Abschlussbericht**

# Nachhaltigkeitsindikatoren für Chemikalienmanagement

**Beiträge zu anstehenden Entwicklungsarbeiten im  
neuen Global Framework for Chemicals**

**von:**

Henning Friege

N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Friege & Partner, Voerde

Esther Heidbüchel

CSCP - Collaborating Centre for Sustainable Consumption and Production gGmbH, Wuppertal

Barbara Zeschmar-Lahl

BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten

**Herausgeber:**

Umweltbundesamt

**Umwelt**   
**Bundesamt**



TEXTE 78/2024

Ressortforschungsplan des Bundesministeriums  
Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und  
Verbraucherschutz

Forschungskennzahl 3719 65 404 0  
FB001352

Abschlussbericht

# **Nachhaltigkeitsindikatoren für Chemikalienmanagement**

Beiträge zu anstehenden Entwicklungsarbeiten im  
neuen Global Framework for Chemicals

Von

Henning Friege

N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Friege & Partner, Voerde

Esther Heidbüchel

CSCP - Collaborating Centre for Sustainable Consumption  
and Production gGmbH, Wuppertal

Barbara Zeschmar-Lahl

BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH, Oyten

Im Auftrag des Umweltbundesamts

## Impressum

### Herausgeber

Umweltbundesamt  
Wörlitzer Platz 1  
06844 Dessau-Roßlau  
Tel.: +49 340-2103-0  
Fax: +49 340-2103-2285  
[buergerservice@uba.de](mailto:buergerservice@uba.de)  
Internet: [www.umweltbundesamt.de](http://www.umweltbundesamt.de)

### Durchführung der Studie:

N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Friege & Partner  
Scholtenbusch 11  
D-46562 Voerde  
Germany

### Abschlussdatum:

November 2023

### Redaktion:

Fachgebiet IV 1.1 Internationales Chemikalienmanagement  
Hans-Christian Stolzenberg, Christopher Blum

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4804

Dessau-Roßlau, April 2024

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

### **Kurzbeschreibung: Nachhaltigkeitsindikatoren für Chemikalienmanagement**

Ende September 2023 hat die fünfte Weltchemikalienkonferenz (ICCM5) mit der Verabschiedung des „Global Framework for Chemicals“ (GFC) über das Folge-Rahmenwerk für den Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM) entschieden. Das GFC hat den weltweiten nachhaltigen Umgang mit Chemikalien über deren gesamten Lebenszyklus inklusive daraus hergestellter Produkte und Abfälle zum Ziel. In dieser Studie wurden - parallel zu den laufenden Gesprächen zur Zielfindung - Indikatoren unter Nutzung des Konzepts der Nachhaltigen Chemie erarbeitet. Dieses Konzept basiert auf einem systemübergreifenden Ansatz unter Einbeziehung zahlreicher Schnittstellen etwa zur Nutzung nachwachsender Ressourcen, zum Arbeits- und Gesundheitsschutz oder zur Verwertung von Abfällen. Die Erfassung der entsprechenden Daten soll möglichst einfach und auch in Entwicklungs- und Schwellenländern praktikabel sein. Zu diesem Zweck wurden etablierte Indikatoren etwa der Sustainable Development Goals (SDGs), zahlreicher internationaler Konventionen sowie existierender Berichtsformate auf ihre Anwendbarkeit durchsucht. Deren Eignung wurde anhand von im Projekt entwickelten Kriterien charakterisiert. Die Kriterien berücksichtigen u.a. Relevanz, Eindeutigkeit, Messbarkeit und Verfügbarkeit von Daten sowie Berücksichtigung wichtiger Kriterien nachhaltiger Chemie. Die Kriterien und in Frage kommende Indikatoren hat das Projektteam in sechs internationalen Workshops sowie im Dialog mit mehr als zwanzig Fachleuten aus aller Welt diskutiert. Zwischenergebnisse wurden auf einer allen beteiligten Fachleuten zugänglichen Cloud veröffentlicht. Daraus entstand eine Liste von 45 für die zukünftige Arbeit im internationalen Chemikalienmanagement geeigneten Indikatoren. Diese wurden mit Blick auf verschiedene Fragestellungen strukturiert. Für die zukünftige Arbeit im Sinne des „sound management of chemicals and waste“ schlagen die Autoren 23 Indikatoren vor. Mehrere der in diesem Projekt erarbeiteten Indikatoren eignen sich auch für die Verfolgung von Zielen der Chemicals Strategy for Sustainability (CSS) der Europäischen Kommission. Eine erste Analyse der bei der ICCM5 im September 2023 beschlossenen Ziele zeigte, dass die in dieser Studie erarbeiteten Indikatoren einen guten Beitrag für die anstehende Diskussion über geeignete Indikatoren für das GFC leisten.

## Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	8
Tabellenverzeichnis.....	8
Abkürzungsverzeichnis.....	9
Zusammenfassung.....	11
1 Hintergrund.....	28
1.1 Management von Chemikalien und Abfällen: Globale Ansätze.....	28
1.2 Status von SAICM im Jahr 2019 und Entwicklung bis 2023.....	32
1.3 Europäische Politik: Der „Green Deal“ und die „Chemicals Strategy for Sustainability“.....	33
2 Nachhaltige Chemie.....	35
2.1 Das Konzept der Nachhaltigen Chemie.....	35
2.2 Politische Bedeutung des Konzepts für die Ziele von SAICM.....	37
2.3 Nachhaltigkeitsansätze in der chemischen Industrie.....	40
3 Ziele und Aufbau des Projekts.....	42
3.1 SAICM: „Intersessional Process“ und ICCM5.....	42
3.2 Ziele und Struktur.....	43
3.2.1 Änderungen auf Grund von Verzögerungen im „Intersessional Process“.....	43
3.2.2 Endgültige Struktur.....	43
4 Einleitende Recherchen und Dokumentation.....	46
4.1 Steckbriefe.....	46
4.2 Zusätzlich recherchierte Quellen.....	47
4.3 Schlussfolgerungen aus den Recherchen in Konventionen und weiteren Quellen.....	47
5 Kriterien für die Auswahl von Indikatoren.....	48
5.1 Grundlegende Überlegungen.....	48
5.2 Entwicklung von formalen Kriterien (A-G).....	49
5.3 Entwicklung von Kriterien für nachhaltige Chemie (H1-H5).....	50
5.4 Verfahren zur Abstimmung der Kriterien.....	52
6 Eingrenzung und Auswahl von Indikatoren.....	54
6.1 Ermittlung von Daten auf der globalen Ebene.....	60
6.2 Indikatoren für Gefährdungen durch Chemikalien.....	60
6.3 Indikatoren für Ressourcen und Abfälle.....	62
6.4 Indikatoren für Klima und Biodiversität.....	63
6.5 Indikatoren für soziale Herausforderungen.....	65
6.6 Indikatoren für nachhaltige Innovationen and Investitionen.....	66
7 Eignung der Indikatoren für die internationale Politik.....	70
7.1 Verbindungen von Indikatoren und SDGs.....	70
7.2 Geeignete Indikatoren für SMCW.....	71
7.3 Die Europäische „Chemicals Strategy for Sustainability“ (EU CSS).....	77

7.4	Indikatoren für die chemische Industrie .....	80
8	Transparenz .....	82
8.1	Auswahl von Fachleuten für Workshops und Interviews .....	82
8.2	Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Workshops .....	82
8.3	Stetige Kommunikation mit Fachleuten .....	84
9	Veröffentlichung von Projektergebnissen.....	86
9.1	ISC <sub>3</sub> Stakeholder Forum .....	86
9.2	Wissenschaftliche Tagungen.....	86
9.2.1	7 <sup>th</sup> Green and Sustainable Chemistry Conference (GREN 2023) .....	86
9.2.2	18 <sup>th</sup> International Conference on Chemistry and the Environment (ICCE), 2023.....	87
9.3	Diskussion mit Akteuren im europäischen Chemikalienmanagement.....	88
9.4	Homepage des Umweltbundesamts.....	90
10	Schlussfolgerungen.....	91
10.1	Kriterien für Indikatoren .....	91
10.2	Indikatoren für die globale Politik: Zukünftige Entwicklungen? .....	91
10.3	Indikatoren für die europäische Politik: Zukünftige Entwicklungen? .....	92
11	Danksagungen .....	94
11.1	Ein Dankeschön an die im Projekt engagierten Fachleute .....	94
11.2	Ein Dankeschön an die Auftraggeber.....	94
11.3	Ein Dankeschön an unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter.....	94
12	Quellenverzeichnis .....	95
A	Anhang: Kurze Dokumentation der Workshops.....	101
B	Anhang: Liste der Interviewpartnerinnen und Interviewpartner .....	109
B.1	Interviews, erste Runde (Juni - August 2020) .....	109
B.2	Interviews, zweite Runde (Oktober - Dezember 2020) .....	109
B.3	Interviews, dritte Runde (Mai 2021 - März 2022).....	110
B.4	Interviews, vierte Runde (März - Juni 2023) .....	112
C	Anhang: Vollständige Liste der Indikatoren .....	113
D	Anhang: Protokoll: „Indicators measuring progress towards sustainable chemistry“ .....	124
E	Anhang: Potenzielle Indikatoren und Meilensteine - Liste der geprüften Dokumentes .....	130

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Entwicklung hin zu nachhaltiger Chemie.....	36
Abbildung 2:	Ziele und Rahmenbedingungen für grüne bzw. nachhaltige Chemie.....	38
Abbildung 3:	Struktur und Zeitplan des Projekts.....	45
Abbildung 4:	Dokumentation aus der Arbeit beim vierten Workshop: Ergebnisse der Diskussion zu einem vorgeschlagenen Indikator .....	53
Abbildung 5:	Bezug der vorgeschlagenen Indikatoren zu SDGs .....	71

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Kriterien für Indikatoren.....	16
Tabelle 2:	Liste prioritärer Indikatoren mit Bezug zu SMCW .....	18
Tabelle 3:	Einschätzung des Erfolgs bei der Verfolgung von SAICM-Zielen („overarching policy strategy - OPS“) von 2006 bis 2015 durch am Prozess beteiligte Akteure.....	30
Tabelle 4:	Allgemeine Kriterien für auf nachhaltige Chemie zielende Indikatoren .....	50
Tabelle 5:	Spezifische Kriterien für nachhaltige Chemie und deren Bezug zu wesentlichen Veröffentlichungen.....	51
Tabelle 6:	Vollständige Liste der vorgeschlagenen Indikatoren .....	55
Tabelle 7:	Liste prioritärer Indikatoren mit Bezug zu SMCW .....	73
Tabelle 8:	Auf EU-Ebene erfassbare Indikatoren, die auf globaler Ebene kaum erfassbar oder messbar sind .....	77
Tabelle 9:	Potenzielle Indikatoren zur Abschätzung des Fortschritte in der Chemiebranche; „Priority“ bezieht sich auf die Vorschlagliste für Indikatoren (Abschnitt 6.2).....	80
Tabelle 10:	Planungsvorlauf für Workshops .....	83



## Abkürzungsverzeichnis

Abbreviation	Explanation
CFP	Chemical footprint
CLP	Classification, Labelling and Packaging (Regulation)
CO <sub>2</sub>	Carbon dioxide
CO <sub>2</sub> eq.	CO <sub>2</sub> equivalents
CoC	Chemicals of Concern
COFOG	Classification of the Functions of Government (OECD)
CSDDD	Corporate Sustainability Due Diligence Directive (EU)
CSR(D)	Corporate Social Responsibility (Directive) (EU)
CSS	Chemicals Strategy for Sustainability (EU)
DJSI	Dow Jones Sustainability Index
DPSIR	Driving force - pressure - state - impact - response (approach, EEA)
EEA	European Environment Agency
EHS	Environment, health, safety
EMAS	Eco Management and Audit Scheme
EPI	Emerging policy issue (SAICM)
ESAP	European single access point
ESS	European Statistical System
EU	European Union
EuChemS	European Chemical Society
EUROSTAT	Statistical Office of the European Union
ETS	Emissions trading system
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
GCO	Global Chemicals Outlook
GDP	Gross domestic product
GFC	Global Framework for Chemicals
GHS	Globally Harmonised System (of Classification, Labelling and Packaging of Chemicals, UN)
GREEN	Green and Sustainable Chemistry Conference
GRI	Global Reporting Initiative
HHP	Highly hazardous pesticides
ICCA	International Council of Chemicals Associations
ICCE	International Conference on Chemistry and the Environment
ICCM	International Conference on Chemicals Management
INI	International Nitrogen Initiative
ILO	International Labour Organization
IOMC	Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals

<b>Abbreviation</b>	<b>Explanation</b>
<b>IP</b>	Intersessional Process (SAICM)
<b>IPBES</b>	Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services
<b>IPCC</b>	International Panel on Climate Change
<b>IPEN</b>	International Pollutants Elimination Network
<b>ISC<sub>3</sub></b>	International Sustainable Chemistry Collaborative Centre
<b>LCA</b>	Life cycle assessment
<b>LMICs</b>	Low and middle-income countries (World Bank)
<b>MSCI</b>	Morgan Stanley Capital International
<b>NACE</b>	Nomenclature statistique des activités économiques dans la Communauté européenne (Nomenclature of Economic Activities)
<b>NAFTA</b>	North American Free Trade Agreement
<b>OSPARCOM</b>	Commission of the Oslo and Paris Convention
<b>PIC</b>	Prior informed consent (Rotterdam Convention)
<b>POP(s)</b>	Persistent organic pollutant(s) (Stockholm Convention)
<b>PRTR</b>	Pollutant release and transfer register
<b>PSA</b>	Portfolio sustainability assessment
<b>PSR</b>	Pressure - state - response (approach, OECD)
<b>REACH</b>	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (EU)
<b>SAICM</b>	Strategic Approach to International Chemicals Management
<b>SC</b>	Sustainable chemistry
<b>SDG(s)</b>	Sustainable Development Goal(s), UN
<b>SMCW</b>	Sound management of chemicals and waste
<b>SSbD</b>	Safe and sustainable by design (EU)
<b>SusChem</b>	European Technology Platform for Sustainable Chemistry
<b>SVHC</b>	Substance(s) of very high concern (REACH)
<b>TfS</b>	Together for Sustainability
<b>TWG</b>	Technical Working Group (SAICM)
<b>UBA</b>	Umweltbundesamt - German Environment Agency
<b>UN</b>	United Nations
<b>UNCED</b>	United Nations Conference on Environment and Development (UN, Rio de Janeiro)
<b>UNEA</b>	United Nations Environment Assembly
<b>UNEP</b>	United Nations Environment Programme
<b>UNIDO</b>	United Nations Industrial Development Organization
<b>VWG</b>	Virtual Working Group (SAICM)
<b>WBCSD</b>	World Business Council on Sustainable Development
<b>WFD</b>	Waste Framework Directive (EU)
<b>WHO</b>	World Health Organization

## Zusammenfassung

Die Entwicklung von Indikatoren für das internationale Management von Chemikalien und Abfällen im Sinne des Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM) steht im Mittelpunkt dieser Studie. In dessen Rahmen soll das Konzept der Nachhaltigen Chemie stärker berücksichtigt werden und so dazu beitragen, das vernünftige Management von Chemikalien und Abfällen („Sound Management of Chemicals and Waste“, SMCW) in Zukunft deutlich weiter zu entwickeln.

### Politisches Umfeld

Das Projekt wurde in einem sich dynamisch entwickelnden politischen Umfeld durchgeführt:

- ▶ Der Umgang mit gefährlichen Chemikalien und Abfällen ist trotz verschiedener globaler Standards und Abkommen (Globally Harmonised System, Stockholm Convention, Basel Convention u.a.) immer noch auf einem sehr unterschiedlichen Niveau der Implementierung und des Vollzugs; das Gefälle zwischen Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern ist teilweise erheblich.
- ▶ Auf dem UN-Gipfel in Johannesburg (2002) wurde u.a. das Ziel ausgegeben, die negativen Auswirkungen von Chemikalien auf die menschliche Gesundheit und die Umwelt von der Produktion über den Gebrauch bis zur Beseitigung oder Verwertung bis zum Jahr 2020 zu minimieren (das sogenannte „2020 goal“). Zu diesem Zweck wurde von der internationalen Staatengemeinschaft der *Strategic Approach to International Chemicals Management* (SAICM) als ein freiwilliger politischer Rahmen mit mehreren Interessengruppen und mehreren Sektoren - „*multi-stakeholder multi-sector voluntary policy framework*“ - unter der Schirmherrschaft von UNEP eingerichtet. Die in der Dubai Declaration<sup>1</sup> (2006) detaillierter beschriebenen Ziele wurden allerdings bis 2020 entweder gar nicht oder nur zum Teil erreicht.
- ▶ Gleichzeitig ist die weltweite Chemieproduktion, insbesondere der auf die Schwellenländer entfallenden Anteile daran, seit Anfang dieses Jahrhunderts massiv angestiegen. Daher müssen die gesetzten Ziele insbesondere außerhalb der Industrieländer umso dringlicher verfolgt werden.
- ▶ Die Erkenntnisse über die Belastung vor allem von Meeresbiotopen mit Kunststoffabfällen, das Artensterben, den fortschreitenden Klimawandel und andere globale oder regionale Umweltprobleme sind mit dem Thema SAICM verknüpft und fanden ihren Niederschlag in entsprechenden Beschlüssen der Umweltversammlung der Vereinten Nationen (UN Environmental Assembly, UNEA). Die Frage, inwieweit die globale Belastung mit Chemikalien bereits planetare Grenzen überschreitet, lässt sich noch nicht beantworten. Der Anstieg der Produktion, die geringen Anteile an zurückgewonnenen Ressourcen sowie die zunehmenden Einträge von Chemikalien in die Umwelt (jeweils auf globaler Ebene) in Verbindung mit unzureichenden Kapazitäten zur Überwachung und Analyse schädlicher Auswirkungen deuten jedoch auf große Schwierigkeiten hin. In Anbetracht der großen Kapazitätsdefizite in vielen Ländern, insbesondere im globalen Süden, bedeutet die fortschreitende „chemische Intensivierung“, dass ein verantwortungsbewusster Umgang mit

---

<sup>1</sup> Strategic Approach to International Chemicals Management (2015): SAICM texts and resolutions of the International Conference on Chemicals Management.  
[https://saicmknowledge.org/sites/default/files/resources/New%20SAICM%20Text%20with%20ICCM%20resolutions\\_E.pdf](https://saicmknowledge.org/sites/default/files/resources/New%20SAICM%20Text%20with%20ICCM%20resolutions_E.pdf)  
 (09 June 2023).

Chemikalien mit einem global angemessenen Grad an Chemikaliensicherheit immer schwieriger wird.

- ▶ In den Industrieländern ist Nachhaltige Chemie zum Thema geworden: Der US-Kongress hat 2019 den „Sustainable Chemistry Research and Development Act“ verabschiedet. Die EU-Kommission hat 2020 ihre Chemicals Strategy for Sustainability (CSS) veröffentlicht. Allerdings orientieren sich beide Ansätze noch stark an den existierenden Regulierungen für Chemikalien.

Im SAICM Intersessional Process (IP)<sup>2</sup> wurden ab 2017 Empfehlungen zur Gestaltung der Strategie für das internationale Management von Chemikalien und (gefährlichen) Abfällen für die Zeit nach 2020 entwickelt. Die Arbeit wurde durch die COVID 19-Pandemie erheblich verzögert und kam erst mit der ICCM5 vom 25. bis 30. September 2023 in Bonn zu ihrem Abschluss. Zwischenzeitlich wurden fünf übergreifende „Strategic Objectives“ weitgehend einvernehmlich formuliert und daraus „Targets“ zur Operationalisierung der übergreifenden Ziele entwickelt. Die während des IP hierzu eingerichteten - meist online tagenden - Arbeitsgruppen standen vor der Herausforderung,

- ▶ allgemein akzeptierte und verständliche, aber dennoch ehrgeizige Ziele zu formulieren,
- ▶ nicht erreichte Ziele zur Beseitigung von Missständen wie auch Visionen für 2030 miteinander zu verbinden,
- ▶ die Verbindung zu den SDGs herzustellen und dabei die Rolle des Chemikalienmanagements zu stärken,
- ▶ das Controlling der vereinbarten Ziele und Maßnahmen deutlich zu verbessern, und
- ▶ ein brauchbares Modell für die Finanzierung der zukünftigen Aktivitäten zu finden.

Es werden Indikatoren benötigt, um die Wege zum Erreichen der Ziele zu verfolgen, Fehlentwicklungen entgegenzuwirken und neue Zwischenziele oder Meilensteine zu formulieren. Für Indikatoren gelten vergleichbare Herausforderungen wie für die Ziele. Jedes Ziel sollte wie folgt sein:

- ▶ umfassend und signifikant,
- ▶ vertrauenswürdig,
- ▶ leicht verständlich und möglichst einfach zu bestimmen.

### **Nachhaltige Chemie**

Das Konzept der Nachhaltigen Chemie wurde in den vergangenen zwanzig Jahren entwickelt. Parallel zu den vielfältigen wissenschaftlichen Ansätzen bemühten sich vor allem die OECD und das Umweltbundesamt, das Konzept für die Praxis aufzuarbeiten und politisch zu verankern. Als Meilenstein der Etablierung des Konzepts auf globaler Ebene ist die Resolution 2/7 der UN Environment Assembly (UNEA 2, 2016) zu nennen: Darin forderte die UNEA nationale Regierungen, internationale Organisationen und Interessengruppen auf, zur Unterstützung des „sound management of chemicals and waste“ („vernünftiger Umgang mit Chemikalien und Abfällen“) Beispiele guter Praxis nachhaltiger Chemie zu dokumentieren und auszuwerten. Auf der Grundlage eines Beschlusses der UNEA 4 (2019, Resolution 4/8) entstand das „Green and

---

<sup>2</sup> SAICM: Strategic Approach and sound management of chemicals and waste beyond 2020 - The Intersessional Process. <http://saicm.org/Beyond2020/IntersessionalProcess/tabid/5500/language/en-US/Default.aspx> (06.09.2023)

Sustainable Chemistry: Framework Manual“ (siehe Abschnitt „Kriterien“), das für die Anwendung des Konzepts der Nachhaltigen Chemie in Unternehmen wie Verwaltungen gleichermaßen geeignet ist.

Nachhaltige Chemie setzt den sicheren Umgang mit Chemikalien über den gesamten Produktlebenszyklus voraus und integriert die Prinzipien der „Green Chemistry“ mit ihren Grundsätzen für die Stoffsynthese. Das Konzept geht aber u.a. mit dem „benign by design“-Ansatz über die „Green Chemistry“ hinaus. Durch ihren ganzheitlichen Ansatz („systems thinking“) berücksichtigt die nachhaltige Chemie wichtige Schnittstellen vor allem zu Abbau und Nutzung von natürlichen Ressourcen, zur Abfall- bzw. Kreislaufwirtschaft, zum Schutz des Klimas, dem Erhalt der Biodiversität sowie dem Schutz der Rechte und Bedürfnisse vulnerabler Gruppen. Nachhaltige Chemie umzusetzen bedeutet daher, nicht nur auf die Umweltverträglichkeit eines Stoffes zu achten, sondern auch die Chancen und Risiken seiner Verwendung, seiner Herstellung sowie seiner Verwertung oder Beseitigung zu berücksichtigen. Auf diese Art und Weise kann das wissenschaftliche Konzept der nachhaltigen Chemie die politischen Ziele der SDGs mit ihren vielfältigen Schnittstellen und Interdependenzen unterstützen. Es eignet sich daher auch als Bindeglied zwischen den Zielen der Chemikaliensicherheit („sound management of chemicals and waste“) und dem breiten Ansatz der SDGs und der Agenda 2030.

Von den fünf während des IP entwickelten „Objectives“ adressierte vor allem das „Objective D“ Aspekte der nachhaltigen Chemie: „Benefits to human health and the environment are maximized and risks are prevented or, where not feasible, minimized through safe[r] alternatives, innovative and sustainable solutions and forward thinking.“<sup>3</sup> Bezogen auf das *Strategische Ziel D: Sicherere Alternativen sowie innovative und nachhaltige Lösungen* („Strategic Objective D on safer alternatives and innovative and sustainable solutions“) hat die ICCM5 sieben „Targets“ beschlossen<sup>4</sup>, die jeweils verschiedene Aspekte nachhaltiger Entwicklung im Zusammenhang mit der Nutzung von Chemikalien ansprechen - ganz im Sinne der nachhaltigen Chemie.

Bei der Suche nach Indikatoren wurde das Konzept der nachhaltigen Chemie angewandt, um zukunftsweisende Entwicklungen auf der Basis des sicheren Umgangs mit Chemikalien und Abfällen verfolgen und bewerten zu können. Insgesamt ergab sich daraus die anspruchsvolle Aufgabe, Indikatoren zu finden, die

- ▶ alle für die (nachhaltige) Chemie relevanten Sektoren und Anwendungsfelder abdecken,
- ▶ dabei die unterschiedliche Situation von Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern berücksichtigen und
- ▶ die, wo immer möglich, auf bestehende Konventionen zurückgreifen, um zusätzlichen Berichtsaufwand zu vermeiden.

### Vorgehensweise

Die Entwicklung von Indikatoren verlief in einem iterativen Prozess, bei dem Fachleute aus allen UN-Regionen im Rahmen von Workshops bzw. individuellen Interviews beteiligt wurden. Deren

<sup>3</sup> SAICM (2022): Development of recommendations for consideration by the fifth session of the International Conference on Chemicals Management for the Strategic Approach and the sound management of chemicals and waste beyond 2020; SAICM/IP.4/2/Rev.1/Add.1, 15.07.2022  
[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/2022/SAICM\\_IP.4\\_2\\_Rev.1\\_Add.1\\_Outcome%20of%20VWG1%20on%20targets.%20indicators%20and%20milestones.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/2022/SAICM_IP.4_2_Rev.1_Add.1_Outcome%20of%20VWG1%20on%20targets.%20indicators%20and%20milestones.pdf) (06 Sept 2023).

<sup>4</sup> IISD (2023): Summary of the Fifth International Conference on Chemicals Management: 25-30 September 2023  
<https://enb.iisd.org/iccm5-saicm-intersessional-process-resumed-4-sound-management-chemicals-waste-beyond-2020-summary> (05 Oct 2023).

Einschätzungen zu übergreifenden Fragestellungen oder einzelnen Indikatoren wurden vom Projektteam geprüft und für die weitere Arbeit genutzt. Eine erste Liste möglicher Indikatoren entstand durch die Auswertung einschlägiger internationaler Konventionen auf globaler oder kontinentaler Ebene, von Arbeitspapieren von SAICM bzw. deren Stakeholder-Gruppen, von Berichtspflichten auf Basis der SDGs u.a.m., die in „Fact Sheets“ dokumentiert wurden. Parallel dazu wurde im Sommer 2020 einige international renommierte Fachleuten dazu befragt,

- ▶ welche Aspekte der nachhaltigen Chemie in SAICM integriert werden sollten,
- ▶ welche Indikatoren aus bestehenden Konventionen, Statistiken der Chemieindustrie oder dergleichen geeignet seien und
- ▶ wie Investitionen in nachhaltige Chemie indiziert werden können.

Zudem wurden in den Interviews Namen und Kontaktadressen weiterer für das Projekt wichtiger Expertinnen und Experten erfragt. So entstand eine dynamisch wachsende Liste von Fachleuten, die für weitere Interview-Runden bzw. Workshops genutzt wurde. 2021 wurde eine weitere Interview-Runde mit einem detaillierten Fragebogen durchgeführt, bei der es vor allem um die für die Bewertung von Indikatoren herangezogenen Kriterien ging. Befragt wurden Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus Lehre, Forschung, Industrie und internationalen sowie Nicht-Regierungs-Organisationen. Eine dritte Interview-Runde (ab Herbst 2021) zielte auf Schnittstellen der nachhaltigen Chemie zu anderen globalen Problemfeldern und entsprechenden Indikatoren, wobei sich die Fragen an den jeweiligen Spezialgebieten der Interviewpartnerinnen und -partnern orientierten.

Parallel dazu wurden fünf Workshops mit Vorschlägen für jeweils vier bis acht Indikatoren mit Fachleuten aus Europa (November 2020), Süd- und Ostasien, Australien und Ozeanien (März 2021), Lateinamerika (Juni 2021), Nordamerika / NAFTA (November 2021) sowie Afrika und Naher und Mittlerer Osten (März 2022) durchgeführt. Die Workshops dauerten jeweils etwa fünf Stunden und fanden wegen der Pandemie nur online statt. Die Zuordnung zu den Workshops entsprach in etwa den UN-Regionen; der Zuschnitt berücksichtigte die Zeitzonen, um den Gästen die Teilnahme etwa im Rahmen der üblichen Arbeitszeit zu ermöglichen. Beim ersten Workshop wurden zudem die für die Auswahl der Indikatoren benutzten Kriterien diskutiert. Der sechste und letzte, hybride Workshop (März 2023) diente der Vorstellung der vollständigen Liste der Indikatoren und der Diskussion einer möglichen Priorisierung. Dabei gelang es, zahlreiche Fachleute aus Wissenschaft, internationalen Organisationen und Industrie zu gewinnen, die bereits bei vorherigen Workshops bzw. Interviews mitgewirkt hatten.

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Workshops erhielten vorab einen jeweils auf die Themen zugeschnittenen „Thought Starter“. In den Workshops selbst wurden neben einer Einführung in das Projekt und die jeweils anstehenden Indikatoren in zwei bis drei Vorträgen spezifische Probleme aus dem Blickwinkel der jeweiligen Region vorgestellt.

Zwischenergebnisse aus dem Projekt wurden unverzüglich der Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt. Dafür stand zunächst eine „read-only cloud“ zur Verfügung, die in der Schlussphase des Projekts durch eine interaktive Plattform abgelöst wurde. Ferner wurden Teilergebnisse beim Stakeholder-Forum des International Sustainable Chemistry Collaborative Center (ISC<sub>3</sub>), bei zwei wissenschaftlichen Konferenzen sowie einer Fachveranstaltung für Entscheidungsträger und Stakeholder auf EU-Ebene vorgestellt.

### **Recherche nach potenziellen Indikatoren**

Auf Grund der in den Abschnitten „Politisches Umfeld“ und „Nachhaltige Chemie“ dargestellten Prämissen wurden zunächst internationale Übereinkommen, ESG-Investment-Indizes,



freiwillige Initiativen u.a.m. ausgewertet, bei denen Schnittstellen zum „sound management of chemicals and waste“ oder mit dem Konzept der Nachhaltigen Chemie zu erwarten waren. Dazu zählen Konventionen und Initiativen, die sich explizit auf Chemikalien oder Abfälle beziehen (zum Beispiel Minamata Convention, Basel Convention, Responsible Care®, Together for Sustainability (TfS)) oder auch Vorgaben für nachhaltiges Investment (wie Dow Jones Sustainability Index (DJSI), MSCI ESG Indexes), Nachhaltigkeitsberichterstattung (Global Reporting Initiative (GRI)), Innovationsprogramme oder Aktionsprogramme (u.a. für Gesundheitsschutz, Klimaschutz, Biodiversität) enthalten.

Die Auswertung von circa 50 derartigen Dokumenten führte zu einer ersten Liste potenzieller Indikatoren, die jeweils einem der im Entwurf vorliegenden fünf „Strategic Objectives“ für das SAICM-Nachfolgesystem zugeordnet werden konnten. Dabei zeigte sich, dass der weitaus größte Teil der Indikatoren den im „Objective D“ formulierten Vorstellungen zugeordnet werden konnte. Eine Zuordnung zu detaillierten „Targets“ wurde im Projektverlauf aufgegeben, weil die Ziele mehrfach überarbeitet wurden.

Als Quellen für potenzielle Indikatoren - neben der oben beschriebenen Auswertung von einschlägigen Konventionen usw. - wurden weiterhin herangezogen:

- ▶ vorläufige Ergebnisse einer von SAICM im Jahr 2020 eingerichteten Technical Working Group (TWG) bzw. Virtual Working Group (VWG),
- ▶ eine Liste von Vorschlägen, erarbeitet vom International Pollutants Elimination Network (IPEN), einem Zusammenschluss von etwa 600 lokalen und nationalen Initiativen,
- ▶ Indikatoren zu einzelnen SDGs, die anhand von Stichwörtern wie „chemicals“, „waste“, „resources“, „innovation“, „health“ auf ihre Eignung geprüft wurden, sowie
- ▶ die Auswertung von Workshops und Interviews.

### Kriterien für Indikatoren

Der nächste Schritt bestand in der Bewertung der Indikatoren nach ihrer Eignung. Ein guter Indikator sollte sich nicht nur durch seine Genauigkeit in Bezug auf das jeweilige Ziel auszeichnen, sondern auch leicht messbar, zuverlässig und nachvollziehbar sein. „Targets“ sollten - so die Vorgabe der zuständigen SAICM-Arbeitsgruppe<sup>5</sup> - „SMART“ sein, d.h. also „specific“ (spezifisch), „measurable“ (messbar), „achievable“ (erreichbar), „relevant“ und „timebound“ (zeitlich gebunden). In Anlehnung an diese Vorgaben wurden Kriterien formuliert, mit denen ein Indikator als geeignet bewertet werden kann. Zusätzlich zu den formalen Anforderungen sollten auch Aspekte nachhaltiger Chemie in die Bewertung eines Indikators einfließen. Hierzu wurde ein erster Entwurf erarbeitet und in mehreren Interviews mit Fachleuten wie auch im ersten Workshop zur Diskussion gestellt. In diesem Zusammenhang waren der Austausch mit dem UNEP-Projekt „Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual“<sup>6</sup> und ein vom ISC<sub>3</sub> veröffentlichter Dialog zu den „Key Characteristics of Sustainable Chemistry“<sup>7</sup> besonders hilfreich. Die Kriterien wurden jeweils im zweiten bis fünften Workshop vorgestellt. Dies trug dazu bei, wenig verständliche Formulierungen zu ersetzen; inhaltliche

<sup>5</sup> SAICM (2020): TWG/document/3: Proposal by TWG Co-Chairs: Suggested framework to support the development of targets & indicators [http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-3\\_Suggested\\_framework.pdf](http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-3_Suggested_framework.pdf) (06 Sept 2023).

<sup>6</sup> UNEP (2020): Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual, ISBN No: 978-92-807-3839-1 <https://www.unep.org/resources/toolkits-manuals-and-guides/green-and-sustainable-chemistry-framework-manual> (06 Sept 2023).

<sup>7</sup> Kümmerer, K.; Amsel, A. K.; Bartkowiak, D.; Blum, C.; Cinquemani, C. (2021): Key Characteristics of Sustainable Chemistry. Dialogue Paper by the International Sustainable Chemistry Collaborative Centre (ISC3), Bonn, Germany [https://www.isc3.org/cms/wp-content/uploads/2022/06/ISC3\\_Sustainable\\_Chemistry\\_key\\_characteristics\\_20210113.pdf](https://www.isc3.org/cms/wp-content/uploads/2022/06/ISC3_Sustainable_Chemistry_key_characteristics_20210113.pdf) (06 Sept 2023).

Veränderungen waren aber nicht erforderlich. Die für die Auswahl von Indikatoren nunmehr zur Verfügung stehenden Kriterien finden sich in Tabelle 1. In den Kriterien A-G spiegeln sich die Anforderungen an „smarte“ Ziele (siehe oben) wider: Das Kriterium „achievable“ (erreichbar) fehlt, da es nur sinnvoll mit einem Ziel, aber nicht mit einem Indikator verbunden werden kann. Ein Kriterium für Zuverlässigkeit bzw. nachvollziehbare Datenerhebung wurde hinzugefügt. Die H-Kriterien H1-H5 beruhen auf wesentlichen Aspekten des Konzepts der Nachhaltigen Chemie. Verschiedene „key characteristics“ wurden in fünf Kriterien zusammengefasst, um die Zahl der Kriterien zu begrenzen.

**Tabelle 1: Kriterien für Indikatoren**

<b>General criteria for indicators aiming at Sustainable Chemistry</b>	
A) Specific	The indicator must be precise and unambiguous.
B) Established	The indicator is already in use by other systems, e.g., SAICM, Conventions.
C) Determinable	The collection of the data needed for reporting in the respective sector is easy and cost-efficient.
D) Measurable	Measurable: Either quantities, thresholds or qualitative properties are applicable.
E) Reliable and transparent	The data associated with the indicator are trustable and traceable.
F) Dynamic	Progress over time, a difference in the data associated with the indicator can be measured.
G) Pertinent	The indicator covers relevant aspects for the respective sector and / or area of application.
<b>Special sub-criteria focussing on the Concept of Sustainable Chemistry</b>	
H) Sustainability	Systems thinking is the prerequisite to reach the goals of the Agenda 2030: Potential trade-offs can be identified and managed with systems thinking. Sectors dealing with chemical entities contribute to Sustainable Development in compliance with the respective SDG principles and the following sub-criteria.
H1) Responsible innovation	Development of sustainable solutions and safe and non-regrettable alternatives for chemicals of concern through cooperation on innovations, non-chemical alternatives, services like chemical leasing or Extended Producer Responsibility (EPR) mechanisms. Foster collaboration along the value chains to promote circularity.
H2) Inter- and multidisciplinary, holistic approach	Considering interfaces with other urgent issues (health, environment, climate, resources/waste/circularity, biodiversity, nutrition, etc.) throughout the entire life cycle of chemical entities, while avoiding transport of problems to other sectors and future legacies.



### General criteria for indicators aiming at Sustainable Chemistry

H3) Social responsibility	Promoting and ensuring health and safety as well as fair, inclusive, and emancipatory labour conditions, complying with human rights and justice in all its fields including education and science. Reduction of inequalities and fair distribution of benefits.
H4) Transparency and information exchange	Enabling right-to-know throughout the entire life cycle. Promoting knowledge exchange on all levels including all stakeholders (e.g., science, education, business, governments, administration, NGOs).
H5) Resource management and circularity	Sustainable management of resources, materials, and products (raw materials extraction, production, application, logistics, recycling and end of life scenario) and energy, to enable circularity without contamination throughout the entire life cycle.

### Indikatoren

Entsprechend dem Ziel dieser Forschungsarbeit wurden Indikatoren für das Ziel eines „sound management of chemicals and waste“ (SMCW) entwickelt, die möglichst auch Aspekte des Konzepts der Nachhaltigen Chemie beinhalten. Indikatoren im Sinne nachhaltiger Chemie sollten eines oder mehrere der H-Kriterien (Tabelle 1) erfüllen. Vorliegende Studien zu Indikatoren für nachhaltige Chemie beschränken sich mit Blick auf ökologische Aspekte auf den Rahmen der „Green Chemistry“ (z.B. Emissionen und Abfallmengen aus der Produktion) und sind daher eher dem Ziel SMCW zuzuordnen.

Als Ergebnis des iterativen Ansatzes (siehe Abschnitt „Vorgehensweise“) kristallisierte sich nach der Auswertung von fünf Workshops und etwa zwanzig Interviews eine Liste mit 45 Indikatoren heraus, aus der nach dem sechsten Workshop eine Liste mit 23 für SMCW besonders relevanten Indikatoren destilliert wurde (siehe Tabelle 2). Tabelle 2 beschreibt für jeden ausgewählten Indikator:

- ▶ die Zuordnung zu einem der im Entwurf für das SAICM-Nachfolgeprojekt vorliegenden fünf „Strategic Objectives“ (A bis E),
- ▶ seine Herkunft, z.B. SDG- oder IOMC-Indikator, eine Konvention (z.B. Rotterdam Convention), Vorschlag einer SAICM-Arbeitsgruppe (TWG4), einer NGO (z.B. IPEN) oder aus einem der im Projekt durchgeführten Workshops, ggf. modifiziert durch das Projektteam, oder Vorschlag eines neuen Indikators mit Blick auf vorhandene, bislang noch nicht für das Monitoring von SMCW genutzte Daten (z.B. Daten von Together for Sustainability (TfS)),
- ▶ eine Zuordnung zu den Kriterien für nachhaltige Chemie, sowie
- ▶ den Bezug zu den SDG Targets.

**Tabelle 2: Liste prioritärer Indikatoren mit Bezug zu SMCW**

No.	Proposed indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
1	Share of large/medium/small chemical enterprises of the region (Africa, Asia, Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS	D, E	Project team	H2, H3, H4, H5	<b>12.6</b>
2	Number of new supplier assessments carried out in the year under review, by region, and change compared with the previous year	A, D	Project team (TfS)	(H2), H3	<b>12.4,</b> <b>12.6</b>
6	Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment, e.g., recovered, recycled, incinerated	A, D	Modification of SDG Indicator 12.4.2.	(H2), H3, (H5)	<b>12.4</b>
8	Value of fossil-fuel subsidies per unit of GDP (production and consumption) related to Chemical Industry's energy consumption	D, E	Modification of SDG Indicator 12.c.1	H2, H5	<b>12.c</b>
9	Total value inward and outward illicit financial flows related to chemicals and waste measured per unit of product detected used for unintended application and volume of illegally disposed waste	A, C, D	Modification of SDG Indicator 16.4.1	H3, H4	<b>16.4</b>
10	Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System... within the chemical industry... by an independent auditor	D	Modification of a TWG4 Indicator	H4, (H4), (H5)	<b>12.4,</b> <b>12.6</b> (8.3)
12	Share of the world's largest chemical companies having signed on to 2014 Responsible Care Global Charter	A, D	Project team	H3	<b>12.4</b>
13	Number or share of parties that have ensured that the public has appropriate access to information on chemical handling and accident management and on alternatives that are safer for human health or the environment than the chemicals listed in Annex III of the Rotterdam Convention	B	Project team	H3, H4	<b>12.4</b>
16	CO <sub>2</sub> eq. Scope 1 & 2 per unit of value added (e.g., gross output [Mg / yr]) of the chemical industry	C, D	Modification of SDG Indicator 9.4.1	H2, H5	<b>9.4</b>

No.	Proposed indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
19	Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials ... [%]	D	Modification of a TWG4 Indicator	H5	<b>12.2</b>
20	Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the total mass of chemical production by x %	A, D	Modification of IPEN Indicator D.5-2	H1, H3	<b>12.4</b> (6.3)
22	Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country	B, C, D	Project team (based on a suggestion by the participants of Workshop #2)	(H2), (H5)	<b>12.5</b>
24	Material footprint, material footprint per capita, and per GDP	D	SDG Indicator 12.2.1	(H2), H5	<b>12.2</b>
28	Number of countries that adopt policies and instruments that implement agro-ecological strategies and practices that reduce synthetic input such as pesticides and fertilizers and are based on biodiversity and integrated soil nutrition...	D	IPEN Indicator A.1-6	H2, (H5)	<b>2.4, 2.5</b>
31	Number of PRTRs with publicly accessible data established	A, B, D	IPEN Indicator A.5-1	(H1), H4	(12.4, 16.10)
33	The percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities	D	Modification of IPEN Indicator D.6-2	H3, (H4)	(12.4, 10.3)
34	Change in water-use efficiency in the chemical industry („water footprint“)	A	Modification of SDG Indicator 6.4.1	(H2), H5	<b>6.4</b>
35	Renewable energy share in the... final energy consumption of the chemical industry	A, D	Modification of SDG Indicator 7.2.1	(H2), H5	<b>7.2</b>

No.	Proposed indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
36	Number of countries that have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct	A, B, C	TWG4 (IOMC Indicator)	(H2), H5	<b>12.4</b>
37	Number/percentage of countries where the legal framework demands risk assessment and registration / authorization of new chemicals before putting them on the market	A, C	Project team (with reference to the IOMC Toolbox)	H1, H3	<b>12.4</b>
38	Number of (share of) countries reducing the emission of reactive N compounds (waste water, exhaust air, agriculture) by legislation	A, C	Project team	(H1), H2, H3	<b>2.4, 6.3, 13.2</b>
44	Number of companies conducting an environmental cost-benefit analysis	D	Project team	H4, H5	(12.6)
45	Sum of resource taxes on non-renewable natural resources and their extraction collected by countries	D, E	Project team	(H4), H5	(8.4, 9.4, 11b, 12.2)

The numbers in the first column are linked to the complete list of indicators (see full report, Table 6, and Appendix C).

Abbreviations:

GDP: Gross domestic product

PRTR: Pollutant Release and Transfer Register

SDG Indicator: Indicator for Sustainable Development Goal No...

TWG4: Mapping exercise: existing global and regional data and indicators relevant to the Beyond 2020 Framework<sup>8</sup>

Im Folgenden werden einige Indikatoren beispielhaft erläutert; die jeweils angegebene Ziffer bezieht sich auf die erste Spalte in Tabelle 2.

### Prozess- und Wirkungsindikatoren

Im Umweltschutz wird häufig das DPSIR-System (driver - pressure - state - impact - response) angewendet. Der Kreislauf von Ursache, Umweltzustand, Wirkung und Ursachenbekämpfung muss in der Regel mehrfach durchlaufen werden, um den angestrebten Zustand zu erreichen. Indikatoren können sich auf alle Phasen der Kausalkette dieses systemanalytischen Ansatzes beziehen. Wirkungsbezogene Indikatoren („impact indicators“) sind in der Regel am besten geeignet, die Entwicklung zu einem Ziel (angestrebter „state“) zu verfolgen. Mit prozessbezogenen Indikatoren lassen sich Maßnahmen („response“) oder auch die Entwicklung von Auslösern einer Umweltschädigung („driver“, „pressure“) verfolgen. Wirkungs-Indikatoren lassen sich auf globaler Ebene schwer erfassen. Deshalb werden häufig prozessbezogene Indikatoren benutzt, z.B. die Zahl von Staaten, die einer bestimmten Konvention beigetreten

<sup>8</sup> SAICM (2019a): First e-meeting of the Technical Working Group, 10 January 2020. Meeting Reference Documents, TWG/Document/4 - Mapping exercise: existing global and regional data and indicators relevant to the Beyond 2020 Framework. [https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-4\\_Mapping\\_Exercise.docx](https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-4_Mapping_Exercise.docx) (10.10.2019)

sind. Dies erlaubt allerdings keinerlei Aussage über die damit erzielten Wirkungen. Hierfür müssten Produktionsmengen oder noch besser Umweltwirkungen der in dieser Konvention geregelten Schadstoffe erfasst werden. Wegen der geringen Verfügbarkeit von Daten für wirkungsbezogene Indikatoren musste meist auf Indikatoren zurückgegriffen werden, die Ursachen für Fehlentwicklungen bzw. entsprechende Gegenmaßnahmen (z.B. Zahl der Länder mit Maßnahmen gegen Emissionen von Stickoxiden oder übermäßigen Einsatz von Stickstoff in der Landwirtschaft, Nr. 38) oder den derzeitigen Status (z.B. Umfang des illegalen Handels mit Chemikalien und Abfällen, Nr. 9) beschreiben.

### **Spezifität vs. Messbarkeit**

Wie bereits im Abschnitt „Politisches Umfeld“ erwähnt, sollten die Daten für die Indikatoren einerseits auch in Ländern mit niedrigem und mittlerem Einkommensniveau (low and middle-income countries - LMICs) erhoben werden können (Kriterien C und D) und zuverlässig (Kriterium E), zum anderen sollten sie spezifisch (Kriterium A) und relevant (Kriterium G) sein. Diese Anforderungen können oft nicht gleichzeitig erfüllt werden. Für bereits etablierte Indikatoren (Kriterium B) liegen in der Regel Daten bei den einzelnen Staaten bzw. internationalen Organisationen vor. Dies gilt für bereits schon jetzt berücksichtigte Aspekte des „sound management of chemicals and waste“. Diese Daten sind aber meist nicht spezifisch genug. Daher wurde in mehreren Fällen empfohlen, eine sektorenspezifische Aufschlüsselung von Daten, die im Rahmen von Konventionen oder für die Agenda 2030 erhoben werden, zu prüfen. Beispielsweise lautet ein Vorschlag, den Indikator „Veränderung der Wassernutzungseffizienz („Change in water-use efficiency“, SDG Indicator 6.4.1) um den Zusatz „in the chemical industry („water footprint“)“ zu ergänzen.

### **Indikatoren für durch Chemikalien verursachte Umweltschäden oder deren Vermeidung**

Ein weiteres Problem bei der Aussagekraft von Indikatoren ergibt sich aus unklaren Begriffen oder unterschiedlichen Definitionen für den gleichen Begriff. Hier ist meist der Rückgriff auf die jeweilige Quelle (z.B. Konvention, SDGs...) hilfreich. Ist dies nicht möglich, ist eine Definition im Rahmen der Etablierung als SAICM-Indikator erforderlich.

Dabei können zahlreiche Indikatoren auf bestehenden Konventionen aufbauen, die vor allem Ziele im Sinne des SMCW verfolgen und oft nur einen Bezug zu einem Prozess aufweisen. Hierzu zählen beispielsweise

- ▶ „Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System“ für den Sektor Chemieindustrie, wobei die Zertifizierung durch externe Audits überprüft werden sollte (Nr. 10), und
- ▶ „Number of countries which have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct“ (Nr. 36).

Die genannten Indikatoren erfüllen auch einige H-Kriterien, so etwa das Kriterium H2 und teilweise auch H3.

### **Indikatoren für Ressourcenverbrauch**

Die Chemieindustrie benötigt in großem Umfang Ressourcen, kann aber auch durch innovative Produkte zur Minderung des Ressourcenverbrauchs beitragen. Außerdem gilt es, den Übergang von fossilen zu erneuerbaren Rohstoffen zu beobachten. Beide Aspekte sind Teil des Konzepts der Nachhaltigen Chemie. Um diesbezügliche Fortschritte abzubilden, wurden als Indikator vorgeschlagen:

- ▶ für den Ressourcenverbrauch in Relation zur Wirtschaftsleistung: z.B. „Material footprint, material footprint per capita, and per GDP“, SDG Indicator 12.2.1, Nr. 24,
- ▶ für Abfallwirtschaft und Recycling: z.B. „Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment“ (analog SDG Indicator 12.4.2 mit dem Zusatz „e.g., recovered, recycled, incinerated“), Nr. 6, und
- ▶ für die Zunahme des Anteils an erneuerbaren Rohstoffen: z.B. „Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials ... [%]“, Nr. 19.

SAICM zielte mit der Dubai Declaration zunächst ausschließlich auf gefährliche Abfälle. Die Diskussionen bei SAICM lassen aber erkennen, dass im Sinne eines umfassenderen Managements von Ressourcen auch der Abfall-Begriff erweitert wird. Daher enthält die Liste einen weiteren Indikator zu Kunststoffabfällen („Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country“, Nr. 22). Da der Umstieg auf nachwachsende Rohstoffe mit einer starken Umweltbelastung durch Monokulturen, hohen Wasserverbrauch oder dergleichen einhergehen kann, sind auch Indikatoren für eine schonende Landbewirtschaftung vorgesehen (siehe nächster Abschnitt).

### **Schnittstellen mit anderen globalen Herausforderungen**

Erderwärmung, Artensterben, Wasserverbrauch und Überlastung von Umweltmedien mit Nährstoffen drohen, planetare Grenzen zu überschreiten oder haben diese bereits überschritten. Der ganzheitliche und systemische Ansatz des Konzepts der Nachhaltigen Chemie erlaubt es, sinnvolle Schnittstellen bei Zielen oder Indikatoren zu definieren.

Die Einbeziehung klimarelevanter Gase kann über einen SDG-Indikator (9.4.1) erfolgen, der auf die Branche bezogen wird: „CO<sub>2</sub> eq. Scope 1 & 2 per unit of value added (e.g., gross output [Mg / yr]) of the chemical industry, Nr. 16“. Dieser Indikator hat zugleich auch Relevanz für die ökonomische Dimension. Die Einbeziehung von Scope 3 ist für globale Statistiken wenig sinnvoll und würde auch für viele LMICs eine Überforderung darstellen. Zudem ist hier der Indikator „Renewable energy share in the... final energy consumption“ (Nr. 35) (SDG Indicator 7.2.1), ergänzt um den Zusatz „of the chemical industry“, zu nennen.

Für die Nutzung bzw. Übernutzung von Wasserreserven wurde (siehe auch oben) eine Erweiterung des SDG Indicator 6.4.1 vorgeschlagen: „Change in water-use efficiency over time“ mit dem Zusatz „in the chemical industry (water footprint)“.

Die Entwicklung der Biodiversität wird hauptsächlich durch die Landnutzung beeinflusst. Ökotoxische Chemikalien können verstärkend wirken bzw. bestimmte Spezies gefährden. Hier werden folgende Indikatoren vorgeschlagen:

- ▶ „Number of countries that adopt policies and instruments that implement agroecological strategies and practices that reduce synthetic inputs such as pesticides and fertilizers and are based on biodiversity and integrated soil nutrition“ (No. 28), der in dieser Form von IPEN vorgeschlagen worden war, und
- ▶ „Number of (share of) countries reducing the emission of reactive N compounds (waste water, exhaust air, agriculture) by legislation“ (No. 38), der sich aus den Gesprächen mit der International Nitrogen Initiative (INI) ergeben hat.

Eine Operationalisierung der Aichi-Targets für diese Schnittstelle erwies sich als schwierig. Für die Weiterentwicklung der Indikatoren können die Ziele des Montreal-Kunming-Abkommens herangezogen werden, vorwiegend die Ziele 7 und 15, die explizit auf Unternehmen verweisen.<sup>9</sup>

### **Soziale Indikatoren**

Kriterium H3 trifft für mehrere Indikatoren zu, die sich mit Fragen der öffentlichen Gesundheit, des Arbeitsschutzes oder der fairen Entlohnung auseinandersetzen. Hier ist u.a. die Kontrolle von Standards in der Lieferkette ein wichtiges Instrument. Zahlreiche weltweit agierende Chemieunternehmen haben sich in der Organisation „Together for Sustainability“ (TfS) zusammengeschlossen, um koordinierte Audits bei Vorlieferanten durchzuführen. Die Zahl der Audits bzw. die Zahl der dabei erreichten Verbesserungen wäre ein interessanter Indikator (Nr. 2), dessen Realisierung von der Kooperationsbereitschaft von TfS bzw. dem Organisator der Audits, EcoVadis, abhängt. Ein weiteres Problem bei diesem Indikator ist, dass sich kleine und mittlere Unternehmen bisher nicht an diesen Initiativen beteiligen.

Die Einführung der Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD) in der Europäischen Union könnte künftig Indikatoren für die Messung der sozialen Auswirkungen der Chemieindustrie liefern.

Als Beispiel für einen potenziellen Indikator ist „The percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities“ (in Abwandlung eines Vorschlags von IPEN), Nr. 33, zu nennen.

Die Suche nach Indikatoren für Geschlechtergerechtigkeit („gender equity“) im Zusammenhang mit nachhaltiger Chemie war erfolglos. Es ist zu erwarten, dass sich künftig Indikatoren hierzu als notwendig erweisen werden, die Diskussionen auch innerhalb des SAICM Prozesses etwa zum Thema „Women and Chemistry“ werden intensiver.

### **Ökonomische Indikatoren**

Es erwies sich als außerordentlich schwierig, Indikatoren für Investitionen bzw. Innovationen in Richtung nachhaltiger Chemie zu finden. Es gibt keine entsprechenden statistischen Grundlagen. Die Anzahl der angemeldeten Patente, die häufig als Indikator für die Innovationstätigkeit verwendet wird, ist aufgrund der unterschiedlichen Strategien der Chemieunternehmen im Umgang mit Patentanmeldungen und der inflationären Verwendung des Begriffs "nachhaltig" nicht aussagekräftig (Kriterien A, E, G). Der Rückgriff auf die Anzahl der Unternehmen, die ein „Portfolio Sustainability Assessment“ (PSA) durchführen, führt aufgrund der fehlenden Standardisierung von PSAs nicht zu vergleichbaren und nachvollziehbaren Aussagen (Kriterium E). Dies kann sich mit einer Standardisierung der Methode und ihrer Umsetzung, an der der WBSCD arbeitet, ändern.

Daher wurde auf indirekte Aspekte zurückgegriffen wie die Häufigkeit der GRI-Berichterstattung („Share of large/medium/small chemical enterprises of the region (Africa, Asia, Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS“, Nr. 1).

Zudem wurden verschiedene Indikatoren gefunden bzw. entwickelt, die eine ökologische und eine ökonomische Komponente miteinander verbinden; siehe dazu Ausführungen in den Abschnitten zu Ressourcenverbrauch und weiteren globalen Herausforderungen.

### **Anzeichen für mehr Transparenz**

Die Offenlegung der Zusammensetzung von Produkten der Chemieindustrie wie auch die Aus- und Weiterbildung in Fragen des sachgemäßen Umgangs mit Chemikalien unterstützen die

---

<sup>9</sup> Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework: 2030 Targets <https://www.cbd.int/gbf/targets/>.



Entwicklung hin zum Einsatz weniger kritischer Stoffe und weitere Schritte in Richtung nachhaltiger Chemie. Das Kriterium H4 wird von einigen bereits genannten Indikatoren erfüllt (siehe Abschnitt „Indikatoren für durch Chemikalien verursachte Umweltschäden oder deren Vermeidung“). Dazu gehören auch die Einführung von Pollutant Release and Transfer Registers (PRTR), deren Daten öffentlich zugänglich sind (Nr. 31), die Implementierung der Rotterdam-Konvention mit Bezug auf die darin enthaltenen Informationsrechte (Nr. 13) oder die zunehmende Berichterstattung nach GRI-Standard (Nr. 1)

### Arbeiten des IOMC

Das „Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals“ ist ein Kooperations-Projekt zahlreicher internationaler Institutionen (WHO, ILO, OECD, UNIDO...), das unter anderem - mit finanzieller Unterstützung durch die EU - an Indikatoren für SMCW arbeitet. Zur Unterstützung der Arbeit von SAICM wurde bereits anlässlich der ICCM4 (2015) eine Liste mit Indikatoren veröffentlicht, die bis Juli 2023 in einem mehrstufigen Prozess auf zuletzt 63 Indikatoren erweitert wurde<sup>10</sup>. Der Austausch mit Mitgliedern der entsprechenden IOMC-Arbeitsgruppe ergab, dass die von IOMC und die in dieser Studie entwickelten Indikatoren in einigen Fällen übereinstimmen und sich beide Listen ergänzen, weil ihnen unterschiedliche Schwerpunkte - einerseits Fokus auf SMCW, andererseits Fokus auf darüber hinaus gehende Ziele - zu Grunde liegen.

### Indikatoren für europäische Politik

In der Europäischen Union sind viele Ziele, die auf globaler Ebene angestrebt werden, bereits erreicht. Chemikaliengesetzgebung, Produkthaftungs-Regelungen, Kennzeichnungspflichten usw. sorgen dafür, dass „sound management of chemicals and waste“ rechtlich verankert ist, wenn auch Implementierung und Durchsetzung nicht überall auf hohem Niveau gesichert sind. Daher sind zahlreiche Indikatoren für die europäische Ebene nicht sinnvoll anwendbar. Die EU-Kommission weist in ihrer „Chemicals Strategy for Sustainability“ auf die notwendige Stärkung von SAICM hin und erkennt gleichzeitig an: „... it is important to use relevant international standards, guides and methodologies when developing EU rules, unless they are ineffective or inappropriate...“

Die statistische Basis für zahlreiche Fragestellungen ist in der EU ungleich besser als in vielen anderen Regionen der Welt. Dies wurde speziell anhand von Indikatoren geprüft, für die auf globaler Ebene kaum oder keine Daten zur Verfügung stehen. Im Anschluss daran wurden wenige Indikatoren vorgeschlagen, die Fortschritte im Sinne nachhaltiger Chemie in Europa anzeigen können.

- ▶ Material footprint, and material footprint per capita and per GDP (No. 24),
- ▶ Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials (No. 19),
- ▶ GHG emissions of the chemical industry per value added (No. 16),
- ▶ Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the mass of chemical production by x% (No. 20),

<sup>10</sup> SAICM (2023): Inventory and analysis report: existing indicators on chemicals and waste management. SAICM/IP.4/INF/39/Rev.1, 08/08/2023, Annex: IOMC Indicators Project Working Group: IOMC: Update to the Inventory and analysis report: existing indicators on chemicals and waste management. 17/07/2023  
[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4\\_3/SAICM\\_IP.4\\_INF\\_39\\_Rev.1.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4_3/SAICM_IP.4_INF_39_Rev.1.pdf) (09 June 2023).



- ▶ Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country (No. 22),
- ▶ Number of companies (within the chemical sector) certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System by an independent auditor (No. 10).

Für diese stehen entweder statistische Daten zur Verfügung oder können durch Auswertung der ab 2025 verpflichtend eingeführten CSR-Berichterstattung für Unternehmen ab 40 Mio. € Jahresumsatz gewonnen werden. Dieser Ansatz wurde im Rahmen eines online-Workshops auf EU-Ebene mit Fachleuten aus der Kommission, der Wissenschaft, der Industrie und Mitgliedsstaaten diskutiert. Die Kommission will daher die hier erarbeitete Liste in ihre Überlegungen einbeziehen.

Die im Dialog mit zahlreichen Fachleuten aus allen UN-Regionen erarbeiteten Indikatoren bilden eine Brücke zwischen dem „sound management of chemicals and waste“ und dem darüber hinaus gehenden Konzept der Nachhaltigen Chemie. Die Indikatoren konzentrieren sich einerseits auf ungelöste Probleme und Ziele der Erklärung von Dubai, andererseits zeigen sie Entwicklungen auf, die der Umsetzung und Verbreitung der nachhaltigen Chemie förderlich sind oder aber ihr im Wege stehen. Mit dem Konzept der Nachhaltigen Chemie können zahlreiche SDGs unterstützt werden, wie der letzten Spalte von Tabelle 2 zu entnehmen ist. Zahlreiche Innovationen aus der chemischen Forschung wie hochselektive Katalysatoren, die Herstellung von Plattform-Chemikalien in Bio-Raffinerien, die ressourceneffiziente Extraktion von Wirkstoffen aus pflanzlichen Grundstoffen, oder die „in silico“-Abschätzung (d.h. computergestützte Modellierung) der Eigenschaften neuer Stoffe eröffnen viele Möglichkeiten, die Chemieproduktion im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung zu transformieren. Die Indikatoren bilden derartige Entwicklungen nicht im Detail ab, sondern zeigen, ob ihre Folgen global in Richtung der von der Agenda 2030 bzw. der von SAICM vorgegebenen Ziele weisen.

### **Bewertung der Ergebnisse**

Wegen der Interdisziplinarität des Konzepts der Nachhaltigen Chemie waren zahlreiche Schnittstellen zu berücksichtigen, u.a. zur Finanzwirtschaft, zum globalen Management von Ressourcen, zum Gesundheitsschutz bis hin zur Gefährdung des Überschreitens planetarer Grenzen. Die Indikatoren fokussieren daher nicht nur auf grundlegende Forderungen an die Eigenschaften bzw. den Umgang mit Chemikalien, sondern auch auf wesentliche Schnittstellen der Produktion und Verwendung von Chemikalien mit globalen Problemen, also Klimaschutz, Überdüngung, Biodiversität, Wassermangel etc. Erhebliche Lücken bleiben bei den ökonomischen Indikatoren mit Fokus auf Innovationen wie auch Investitionen in Anlagen und Prozesse, die Entwicklung im Sinne nachhaltiger Chemie fördern. Ähnliche Probleme gelten für soziale Indikatoren.

Nur für einen Teil der potenziellen Indikatoren stehen bereits ausreichende und zuverlässige Daten zur Verfügung. In zahlreichen Fällen sind weitere Differenzierungen statistischer Daten erforderlich, etwa um sektorspezifische Indikatoren bestimmen zu können. Vielfach erschien ein Kompromiss zwischen Datenverfügbarkeit einerseits und Aussagekraft andererseits erforderlich. Dies führte dazu, dass prozessuale Indikatoren wie etwa die Zahl der Unterzeichner bestimmter internationaler Abkommen in die Liste aufgenommen wurden, obwohl wirkungsbezogene Indikatoren, also etwa die messbaren positiven Folgen eines solchen Abkommens für Mensch und Umwelt, aussagekräftiger gewesen wären.

Die für die Bewertung von Indikatoren erarbeiteten Kriterien, die sowohl formale (Relevanz, Überprüfbarkeit...), als auch inhaltliche Aspekte (systemisches Denken, Berücksichtigung des Ressourcenverbrauchs...) abdecken, fanden auf den Workshops breite Zustimmung.

## Weiteres Vorgehen

Durch die mehrfache Verschiebung der ICCM5 und damit einhergehenden Verzögerung der Festlegung von „Targets“ für die weitere Arbeit an dem SAICM-Nachfolgeinstrument war es nicht sinnvoll, die in diesem Projekt erzielten Ergebnisse bei der ICCM5 einzubringen.

Das Nachfolgeinstrument von SAICM heißt „Global Framework for Chemicals“<sup>11</sup> (GFC - vollständig: „Global Framework for Chemicals - For a Planet Free of Harm from Chemicals and Waste“). Auf der fünften International Conference on Chemicals Management (ICCM5) ist es gelungen, zukunftsweisende Ziele für SAICM zu verabschieden, ohne bisher nicht erreichte Ziele zu vernachlässigen. Einige der neu formulierten Ziele gehen über die Ergebnisse hinaus, die in den Arbeitsgruppen im Verlauf des Intersessional Process (IP, Zeitraum zwischen ICCM4 und ICCM5) erzielt wurden. Insbesondere der umfangreiche Zielkatalog des „Objective D“ lässt Raum für die Anwendung des Konzepts der nachhaltigen Chemie auf globaler Ebene. Eine stärkere Integration abfallwirtschaftlicher Fragen lässt sich mit einer in der Abschlusserklärung gefundenen Kompromissformel - „the life cycle of chemicals, including products and waste“ - realisieren. Die prioritäre Liste der Indikatoren (Tabelle 2) kann nunmehr den Akteuren, die den Prozess nach der ICCM5 weitergestalten, zur Verfügung gestellt werden. Denn im Rahmen des neuen GFC sind alle Beteiligten aufgerufen, über ihre Anstrengungen zur Umsetzung zu berichten und sowie „the progress of indicators and milestones“ zu berichten. Die Breite des hier gewählten Ansatzes ermöglicht die Nutzung dieser Indikatoren für zahlreiche der bei der ICCM5 beschlossenen „Targets“, vor allem im Zusammenhang mit dem „Objective D“. Das bereits erwähnte Bild einer Brücke zwischen SMCW und nachhaltiger Chemie kann die Akzeptanz erhöhen: Zum einen bei denjenigen, die auf die nicht erreichten Ziele und die verbliebenen Altlasten und Probleme fokussieren, zum anderen bei denjenigen, die eine wesentlich raschere Entwicklung im Sinne einer industriellen Transformation forcieren wollen. Globale Fortschritte erfordern Geduld und konsensfähige, effektive Lösungen.

Die im Rahmen des Projekts entwickelten Kriterien können in dieser Form für die Suche nach weiteren Indikatoren im Zusammenhang mit der Entwicklung der Chemieindustrie und nachgelagerten Produktionen verwendet werden. Daher ist eine Veröffentlichung der hier gewählten Vorgehensweise in umweltpolitischen Zeitschriften und deren Vorstellung in Diskussionen im Zusammenhang mit nachhaltiger Chemie (Webinare, Kongresse) vorgesehen.

Eine Fortsetzung des mit dem IOMC begonnenen Austauschs zu Indikatoren nach Projektende kann zur Optimierung der Indikatoren bzw. ihrer Datenbasis beitragen. Durch die Mitwirkung des UN Statistics Division in der entsprechenden IOMC-Arbeitsgruppe ist es dort wesentlich einfacher, die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der jeweils benötigten Datenbasis einzuschätzen, als dies hier im Projekt möglich war.

Die Diskussion über nachhaltige Chemie in Europa wird häufig auf die Regulierung von Chemikalien oder Beschränkungen ihrer Verwendung reduziert. Dies zeigen auch viele Reaktionen sowohl aus den Nicht-Regierungs-Organisationen wie auch der Industrie auf die „Chemicals Strategy for Sustainability“ der Europäischen Kommission. Die Mitglieder des von der Kommission eingerichteten „High-Level Roundtable“ sollten über Erkenntnisse aus diesem Projekt informiert werden.

Die interaktive Plattform, die seit Februar 2023 in Betrieb ist, ist ein zentrales Element für die Kommunikation und den Austausch von Projektinformationen. Hier können alle relevanten Ergebnisse heruntergeladen, diskutiert und mit anderen Experten ausgetauscht werden. Diese Plattform dient als wichtige Ressource für Fachleute und Institutionen, die sich mit der

---

<sup>11</sup> The evaluation of the ICCM5 in the final report is mainly based on the evaluation of the Earth Negotiations Bulletin Vol. 15, No. 311, dated 03.10.2023, as well as on inquiries with participants of the German delegation.

Transformation der Industriegesellschaft beschäftigen. Der Austausch über diese Plattform wurde bereits auf verschiedenen Fachkonferenzen und Gesprächen auf europäischer Ebene positiv aufgenommen. Die bisher hochgeladenen Dokumente können von der Plattform heruntergeladen und dem UBA zur Verfügung gestellt werden, damit diese Dokumente auf der UBA-Website veröffentlicht werden können.

# 1 Hintergrund

## 1.1 Management von Chemikalien und Abfällen: Globale Ansätze

Die von der UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung (UNCED, UN Conference on Environment and Development) 1992 in Rio de Janeiro beschlossene Agenda 21 (UNCED 1992) widmet Chemikalien und gefährlichen Abfällen jeweils ein eigenes Kapitel. Zu diesem Zeitpunkt gab es nur ein internationales Übereinkommen über Chemikalien: das Basler Übereinkommen über die Kontrolle der grenzüberschreitenden Verbringung gefährlicher Abfälle und ihrer Entsorgung. Die Rio-Konferenz befasste sich auf dieser Ebene erstmals mit allen Chemikalien und forderte u.a.:

- ▶ eine Ausweitung und Beschleunigung der internationalen Bewertung von chemischen Risiken,
- ▶ die Harmonisierung der Einstufung und Kennzeichnung von Chemikalien,
- ▶ einen Informationsaustausch über toxische Chemikalien und chemische Risiken,
- ▶ die Einrichtung von Programmen zur Risikominderung.

Auf Grund entsprechender Mandatserteilung durch die Rio-Konferenz konnten im Nachgang zur UNCED mit

- ▶ der Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade (PIC) im Jahr 1998,
- ▶ dem Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals (GHS) im Jahr 2002, und
- ▶ der Stockholm Convention on Persistent Organic Pollutants (POP) im Jahr 2004

Meilensteine des internationalen Chemikalienrechts geschaffen werden, die spezifisch in wenigen, besonders drängenden Problemfeldern Wirkung entfalten. In der Agenda 21 wurden darüber hinaus die Notwendigkeit des sicheren Umgangs mit allen Chemikalien betont und nationale Regelungen für den Umgang mit Chemikalien in den einzelnen Ländern gefordert. Zu diesem Zweck sollten unter anderem der internationale Erfahrungsaustausch verbessert und allgemein zugängliche Dossiers über Chemikalien erstellt werden.

Um diese noch sehr allgemeinen Ziele zu operationalisieren, beschloss der World Summit on Sustainable Development in Johannesburg im Jahr 2002 einen „Strategic Approach to International Chemicals Management“ (SAICM), mit dem das Ziel des „sound management of chemicals throughout their life cycle and of hazardous wastes for sustainable development“ verwirklicht werden sollte: „[...] ...aiming to achieve, by 2020, that chemicals are used and produced in ways that lead to the minimization of significant adverse effects on human health and the environment, using transparent science-based risk assessment procedures and science-based risk management procedures, taking into account the precautionary approach..., and support developing countries in strengthening their capacity for the sound management of chemicals and hazardous wastes by providing technical and financial assistance“ (UN 2002). Die internationalen Organisationen, die im Rahmen des Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals (IOMC) kooperieren (u.a. UNEP, WHO, ILO, FAO, OECD, World Bank), erhielten ein entsprechendes Mandat. SAICM wurde als „multi-stakeholder multi-sector voluntary policy framework“ unter der Schirmherrschaft der UNEP konzipiert und der Aufbau

mit der ersten International Conference on Chemicals Management (ICCM1) in Dubai 2006 begonnen. Neben einer Deklaration verabschiedete die Konferenz eine „Overarching policy strategy“ sowie ein umfangreiches Arbeitsprogramm („Global action plan“) mit 273 geplanten Aktivitäten, in denen die auf dem Johannesburg-Gipfel vereinbarten Ziele operationalisiert werden.

Trotz der verschiedenen globalen Standards und Konventionen zum Umgang mit gefährlichen Chemikalien und Abfällen, die seit 1992 geschaffen wurden, gibt es immer noch große Unterschiede bei der Implementierung. Dies zeigt sich bereits an der Zahl der Unterzeichner-Staaten der Konventionen: Die Stockholm Convention haben 152 von 192 UN-Mitgliedsstaaten ratifiziert und weitere 34 sind anderweitig beigetreten<sup>12</sup>. Zur Basel Convention (53 Signatar-sowie 138 anderweitig beigetretene Staaten)<sup>13</sup> haben mehrere wichtige Industrieländer Einschränkungen bezüglich ihrer Unterschrift erklärt. In einigen Fällen dauerte es mehr als zehn Jahre von der Unterzeichnung bis zur Ratifizierung. Bei der Umsetzung klafft mitunter eine erhebliche Lücke zwischen Industrie-, Schwellen- und Entwicklungsländern. Die Arbeit im Rahmen von SAICM, an der neben nationalen Regierungen, sondern auch Industrie- und Umweltverbände, Menschenrechtsorganisationen etc. beteiligt sind, leidet zwar darunter, dass die Umsetzung nicht verbindlich ist, aber sie ermöglicht dennoch,

- ▶ mit den „Emerging policy issues“ (EPI) Probleme aufzugreifen, die ggf. später in Konventionen geregelt werden können, z.B. Verwendung von Blei in Farben, Einsatz von und Umgang mit hochgradig gefährlichen Pestiziden (Highly Hazardous Pesticides, HHP), gefährliche Stoffe in Elektronikprodukten,
- ▶ Erfahrungen über den Vollzug im Chemikalienmanagement auf der administrativen Ebene auszutauschen und so insgesamt zu verbessern, und
- ▶ Wissen weiterzugeben, die Öffentlichkeit zu sensibilisieren und dadurch eine Reduzierung der mit dem Umgang mit Chemikalien verbundenen Risiken zu erreichen.

Gleichwohl wurden bei der Evaluierung der Arbeit von SAICM 2006 bis 2015 „insufficient sectoral engagement; the capacity constraints of national focal points; lack of tools to measure progress; limited financing of activities, and insufficient and uneven advances in substantive areas such as illegal international traffic“ kritisiert (SAICM Secretariat 2018). Die Berichterstattung zu den bestehenden Indikatoren lässt zu wünschen übrig, insbesondere ist ein negativer Trend zu erkennen (UNEP 2019): „Reporting rates under SAICM exhibit a worrying downward trend: among governments, reporting rates dropped from around 40 per cent (78 submissions out of 194 governments) and 43 per cent (83 submissions out of 194 governments) in the first two rounds to 28 per cent (54 submissions out of 193 governments) in the third round, with data lacking in particular from African countries.“

Die in der Dubai Declaration 2006 beschriebenen Ziele wurden bis 2020 nicht bzw. nur teilweise erreicht, wie dies u.a. in der zweiten Ausgabe des Global Chemicals Outlook (GCO II) festgestellt wurde (siehe etwa Tabelle 3). Unter anderem wurde Folgendes angemerkt (UNEP 2019):

- ▶ Insbesondere wird die mangelnde Implementierung von Konventionen beklagt. Fortschritte sind u.a. beim GHS zu erkennen.

<sup>12</sup> Acceptance (A), Approval (AA), Accession (a), see "Status of ratification" of **the Stockholm Convention** <https://chm.pops.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesandSignatoires/tabid/4500/Default.aspx> (25 July 2023).

<sup>13</sup> Acceptance (A), Approval (AA), Accession (a), see "Status of ratification" of the **Basel Convention** <https://www.basel.int/Countries/StatusofRatifications/PartiesSignatories/tabid/4499/Default.aspx> (25 July 2023).

- ▶ Regionale Kooperationen zum Chemikalien- und Abfallmanagement kommen voran.
- ▶ Nationale Ansätze für SMCW werden von zahlreichen Stakeholdern unterstützt; dadurch wird auch die Wissensbasis zu Chemikalien verbreitert.
- ▶ Ansätze für nationale Chemikaliengesetzgebung mit Bezug auf Chemicals of Concern (CoC) sind zum Teil vorhanden.
- ▶ Es besteht weiterhin ein hoher Bedarf an finanziellen Mitteln zur Unterstützung von Schwellen- und Entwicklungsländern für das SMCW.
- ▶ Die Bekämpfung des illegalen Handels mit Abfällen und (falsch deklarierten) Chemikalien hat weiterhin hohe Priorität.

**Tabelle 3: Einschätzung des Erfolgs bei der Verfolgung von SAICM-Zielen („overarching policy strategy - OPS“) von 2006 bis 2015 durch am Prozess beteiligte Akteure**

OPS objective	Very successful (%)	Some success (%)	Little success (%)	Unsuccessful (%)	Don't know (%)
A. Risk reduction	15	56	16	3	11
B. Knowledge and information changing	22	54	14	2	7
C. Governance	16	47	20	5	12
D. Capacity building and technical cooperation	20	40	25	4	11
E. Illegal international traffic	7	27	18	18	31

Source: GCO II, Table 3.10 (UNEP 2019), citing SAICM Secretariat 2018, p. 24

Laut GCO II ist eine Verdopplung des Umsatzes der chemischen Industrie zwischen 2017 und 2030 zu erwarten (UNEP 2019). Seit Anfang des Jahrhunderts sind die Investitionen in der Chemie- und Pharmabranche außerhalb Europas, Japans und Nordamerikas steil angestiegen: Im Jahr 2000 wurden noch mehr als 50 % aller weltweiten Investitionen in diesen Industrieländern getätigt, 2013 waren es nur noch 35 %, mit sinkender Tendenz vor allem in Europa, wobei der überwiegende Anteil der Investitionen auf China entfällt (Statista 2023). Umso dringender müssen die bei SAICM gesetzten Ziele auch außerhalb der „klassischen“ Industrieländer verfolgt werden.

Die Erkenntnisse über die Verschmutzung von Meeresbiotopen insbesondere mit Kunststoffabfällen, das Artensterben, den fortschreitenden Klimawandel und zahlreiche andere regionale Umweltprobleme wie die Nährstoffmangel oder -überschuss in Böden sind mit dem Thema SAICM verknüpft. Diese Problemfelder werden auf UN-Konferenzen meist noch getrennt diskutiert, obwohl sie sich wechselseitig beeinflussen. Im Fall eindimensionaler Sichtweisen und Entscheidungen könnten Fortschritte im Kampf gegen eines der weltweit drängenden Probleme durch Rückschritte an anderer Stelle erkaufte werden. Ein bekanntes Beispiel für einen derartigen Konflikt ist die Nutzung nachwachsender Rohstoffe als Ausgangsmaterial für Kohlenwasserstoffe auf Kosten von Flächen für den Anbau von Nahrungsmitteln („Teller-Tank-Diskussion“).



Regionale Belastungen durch bestimmte Schadstoffe gefährden die menschliche Gesundheit, Tierarten oder ganze Ökosysteme. Hier sind beispielhaft hohe Konzentrationen aktiver Stickstoffverbindungen aufgrund von Überdüngung oder zu intensiver Viehhaltung zu nennen, zu Artenarmut die in Böden, zu Grundwasserverschmutzung und in betroffenen Randmeeren zu anaeroben Zonen führen. Auch die Belastung der Außenluft mit Stickoxiden und Ammoniak ist zum Teil auf Emissionen aus der Landwirtschaft, zum Teil auf den Betrieb von Verbrennungsmotoren zurückzuführen. Diese Probleme treten mittlerweile in zahlreichen Regionen der Welt auf und erfordern ein konzertiertes Vorgehen (INI 2021). Eine entsprechende Resolution der UNEA 5 (UNEA 2022d) baut nunmehr auf Vorarbeiten einzelner Staaten und wissenschaftlicher Vereinigungen auf. Die enormen Mengen an Kunststoffabfällen, die vor allem wegen unzureichender Abfallsammlung und fehlender erweiterter Produzentenverantwortung, aber auch wegen der Verschmutzung der Böden durch Mikroplastik über die Flüsse in die Ozeane gelangen, sollen mit einer globalen Plastik-Konvention bekämpft werden. Auf der Grundlage eines Mandats der UNEA 5.2 (UNEA 2022a) wurden Verhandlungen aufgenommen mit dem Ziel, bis Ende 2024 einen Entwurf für ein internationales Übereinkommen vorzulegen, das Grundsätze für den Umgang mit Kunststoffen von der Produktion bis zum Abfall enthält.

Die vielfache Belastung großer Regionen bzw. von Meeren mit schädlichen Stoffen legt die Frage nahe, inwieweit die globale Belastung mit Chemikalien bereits planetare Grenzen überschreitet. Für eine Bewertung der „chemical pollution“ - von (Steffen et al. 2015) zu „novel entities“<sup>14</sup> (mit u.a. Mikroplastik, Nanomaterialien) erweitert - standen im Rahmen der Erforschung planetarer Grenzen - mit Ausnahme der Belastung durch Stickstoff- und Phosphorverbindungen - seinerzeit keine ausreichenden Daten zur Verfügung (Rockström et al. 2009). Für eine politische Reaktion auf die von Chemikalien ausgehenden globalen Gefährdungen bedarf es aber gesicherter Erkenntnisse über deren Art und Umfang. In einem umfangreichen Review schlossen Diamond et al. (2015) aus den bis 2015 vorliegenden Arbeiten: „Although it may not be possible to establish a single or even multiple planetary boundary (or boundaries) for chemical pollution at this time, an increasing body of evidence strongly suggests that we need more effective global chemicals management.“

Die vor knapp zehn Jahren entstandene Bewegung für ein International Panel on Chemical Pollution (IPCP) hat diese Besorgnisse aufgenommen und die Gründung eines Gremiums zur Beratung globaler Politik bei Chemikalien, ähnlich wie das IPCC für Klimafragen, vorgeschlagen. Diese Initiative wurde weltweit von tausenden von Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern unterstützt. Die UNEA 4 stellte 2019 die Notwendigkeit eines „science policy interface“ (SPI) fest. Auf Basis einer Resolution der UNEA 5 (UNEA 2022b) begannen im Jahr 2022 Gespräche einer Arbeitsgruppe, wobei noch unklar ist, ob eine ähnliche Plattform wie beim IPCC, eine Verbindung mit dem Global Chemical Outlook oder bei Bedarf themenbezogene Arbeitsgruppen einberufen werden sollen. Die Erforschung potenzieller Bedrohungen der planetarischen Grenzen durch „novel entities“ (siehe z. B. Persson et al. 2022) wird wahrscheinlich einen großen Einfluss auf den Ausgang dieser Diskussion haben.

---

<sup>14</sup> „... new substances, new forms of existing substances, and modified life forms that have the potential for unwanted geophysical and/or biological effects. Anthropogenic introduction of novel entities to the environment is of concern at the global level when these entities exhibit (i) persistence, (ii) mobility across scales with consequent widespread distributions, and (iii) potential impacts on vital Earth-system processes or subsystems. These potentially include chemicals and other new types of engineered materials or organisms (...) not previously known to the Earth system, as well as naturally occurring elements (for example, heavy metals) mobilized by anthropogenic activities.“

## 1.2 Status von SAICM im Jahr 2019 und Entwicklung bis 2023

Da die in Dubai gefassten Beschlüsse eine Umsetzung bis 2020 vorsehen, wurden im Rahmen des SAICM Intersessional Process (IP, derzeit unter Vorsitz von Großbritannien und Uruguay) im Anschluss an die ICCM4 Empfehlungen zu den Zielen und zur Strategie für das internationale Management von Chemikalien und (gefährlichen) Abfällen für die Zeit nach 2020 entwickelt. Dieser „beyond 2020“-Prozess wurde durch die COVID 19-Pandemie erheblich verzögert und fand erst mit der unter deutscher Präsidentschaft durchgeführten ICCM5 im September 2023 in Bonn seinen Abschluss.

Zwischenzeitlich wurden fünf übergreifende „Objectives“ mit breitem Konsens formuliert und etwa 25 „Targets“ zur Operationalisierung der übergreifenden Ziele diskutiert. Die ursprünglich für Anfang 2020 zur Verabschiedung eines Entwurfs vorgesehene IP4-Meeting musste verschoben werden und konnte seine Arbeit erst im August 2022 aufnehmen (IP4.1 in Bukarest). Da die Tagesordnung nur teilweise abgearbeitet werden konnte, wurde ein zweiter Termin im Februar/März 2023 (IP 4.2 in Nairobi) anberaumt. Die danach verbliebenen Punkte, darunter die Vorschläge für Ziele, wurden in einem dritten Treffen (IP4.3 in Bonn unmittelbar vor der ICCM5) erneut behandelt. Nunmehr - nach der ICCM5 - liegt eine weitgehend konsolidierte Fassung vor.

Die Arbeitsgruppen mussten vor allem folgende Aufgaben lösen:

- ▶ allgemein akzeptierte, dennoch ehrgeizige Ziele formulieren,
- ▶ nicht erreichte Ziele zur Beseitigung von Missständen wie auch Visionen für 2030 miteinander verbinden,
- ▶ Verbindung zu den SDGs herstellen und dabei die Rolle des Chemikalienmanagements stärken,
- ▶ das Controlling der vereinbarten Ziele und Maßnahmen deutlich verbessern,
- ▶ ein brauchbares Modell für die Finanzierung der zukünftigen Aktivitäten finden.

Die Komplexität dieser Aufgaben erschwerte offensichtlich eine Einigung auf den kleinsten gemeinsamen Nenner, da Ziele - sicherlich mit guten Gründen - unterschiedlich und mehr oder weniger stringent formuliert werden können. Die Belastung mit Chemikalien und der dadurch erzeugte öffentliche Druck sind von Land zu Land unterschiedlich, sodass die zahlreichen „Targets“ in ihrer Gesamtheit benötigt werden, aber einzelne Länder oder gesellschaftliche Gruppen - von Industrieverbänden bis zu Nicht-Regierungs-Organisationen - setzten unterschiedliche Prioritäten. Beantragte Änderungen am vorliegenden Entwurf der Unterziele (SAICM 2019b) verkomplizierten allerdings vielfach die „Targets“ oder betrafen Themen von allenfalls regionaler Bedeutung. Ein wesentlicher Streitpunkt war die Einbeziehung des Themas Abfall, da darunter bislang nur gefährliche Abfälle (Exposition gegenüber gefährlichen Chemikalien) verstanden worden waren. Das „Objective D“ mit seinem zukunftsorientierten Anspruch war von den Änderungen während des IP wenig betroffen. Der in „Objective D“ enthaltene übergreifende Ansatz der Nachhaltigkeit und dessen Vorteil beim Zusammenwirken sonst getrennt betrachteter Wirtschaftssektoren und Umweltmedien wurde vermutlich von einigen Stakeholdern anfänglich unterschätzt oder nicht verstanden. Die IOMC griff dieses Problem bei der IP 4.2 auf und versuchte mit einer Konzentration auf drei wesentliche Themen, nämlich

- ▶ „developing basic national chemical management systems and capacities in all countries,



- ▶ integrating chemicals management in key industry sectors and product value chains,
- ▶ integrating chemicals management with sustainable development issues and initiatives”,

den integrativen Charakter des Prozesses aufzunehmen und zu kommunizieren (SAICM 2022b).

Die in sehr viele Details gehenden Änderungswünsche erfordern enorme personelle Ressourcen für die Bearbeitung bei den nationalen Regierungen und den SAICM-Stakeholdern. Diese sind aber, zumal Chemikalien und Abfälle kein Top-Thema der Umweltpolitik sind, in der Regel nicht vorhanden. Hinzu kommt, dass vor allem Länder mit einem geringen spezifischen Bruttoinlandsprodukt die Lösung finanzieller Fragen zur Bedingung für die Verabschiedung von Zielen machen. Der Vorteil eines Multi-Stakeholder-Prozesses bei SAICM kann bei Verhandlungen durch Zutritt bisher nicht aktiver Verbände mit neuen Interessensfeldern auch von Nachteil sein. Gezielte Störungen, die mit völlig anderen Prozessen zusammenhängen (Kriege, Atomwaffen-Proliferation...), stellen in UN-Gremien ein zusätzliches Problem dar.

Die UNEA 5 betonte den Zusammenhang der Belastung durch Abfälle und Chemikalien mit Fragen des Klima- und Naturschutzes bis hin zum Menschenrecht auf eine gesunde Umwelt. Mit dieser Resolution stellte die UNEA noch einmal klar, dass die Dubai-Ziele für 2020 verfehlt wurden, und ermutigte daher die Teilnehmer des SAICM-Prozesses „to put in place an ambitious, improved enabling framework to address the sound management of chemicals and waste beyond 2020, reflecting a life-cycle approach and the need to achieve sustainable consumption and production, and addressing the means of implementation of the framework at the ICCM5.“ Sie verlängerte den Finanzierungsmechanismus u.a. für SAICM um fünf Jahre. Die UNEA 5 wies ferner auf einige wesentliche Themenfelder („issues of concern“) aus dem Global Chemical Outlook hin und beauftragte die UNEP mit der detaillierten Analyse weiterer kritischer Stoffe, darunter Asbest (UNEP 2022c).

Zweifelsohne wäre eine umfassende internationale Konvention als Ersatz für SAICM wünschenswert (siehe z.B. Steinhäuser et al. 2022) und wird von Seiten der Umweltverbände eingefordert („global framework convention on sustainable management of substances, materials and resources should link the regulations on chemicals, pollutants, resources and hazardous wastes, while setting binding reduction targets“ (BUND 2023)). Nach bisherigen Erfahrungen, zuletzt mit der Minamata-Konvention, braucht es für die Realisierung einer derartigen Vision mindestens ein Jahrzehnt. Die Ergebnisse der ICCM5 lassen einen derartigen Ansatz nicht erkennen. Auch wurde ein Antrag für einen „International Code of Conduct on Chemicals and Waste Management“ nicht verabschiedet. Allerdings geben die nunmehr verabschiedeten „Targets“ Raum für international abgestimmte Maßnahmen, z.B. im Zusammenhang mit dem Problem hochgefährlicher Pestizide (Highly Hazardous Pesticides). Einige der neu formulierten Ziele gehen über die Ergebnisse hinaus, die in den Arbeitsgruppen im Verlauf des Intersessional Process (IP, Zeitraum zwischen ICCM4 und ICCM5) erzielt wurden. Vor allem die sieben zum „Objective D“ formulierten Ziele sind für die Anwendung des Konzepts der nachhaltigen Chemie auf globaler Ebene geeignet, wobei auch die abfallwirtschaftlichen Aspekte eine größere Rolle spielen sollen als bisher.

### **1.3 Europäische Politik: Der „Green Deal“ und die „Chemicals Strategy for Sustainability“**

Europa hat umfangreiche Erfahrungen mit der Regulierung von Chemikalien. Die seit 2006 in Kraft befindliche REACH-Verordnung verpflichtet Hersteller bzw. Importeure von Chemikalien, eine Einschätzung der Eigenschaften von auf dem Markt befindlichen bzw. für den Markt vorgesehenen Chemikalien ab einem Produktionsvolumen von 1 t pro Jahr in einem Register zu

hinterlegen, ferner Hinweise zum sicheren Umgang mit Stoffen in Produkten offen zu legen. Nach REACH können für besonders kritische Stoffe („substances of very high concern“, SVHC) Anwendungsverbote und -beschränkungen ausgesprochen werden. Die hohe Bedeutung des europäischen Marktes führte dazu, dass zahlreiche weitere Länder - vor allem solche, die Stoffe oder Produkte nach Europa exportieren - vergleichbare Regelungen eingeführt haben bzw. daran arbeiten. Die EU hat auf die Herausforderungen, die sich aus den Erkenntnissen über die globale Belastung mit Kunststoffabfällen ergeben, mit ihrer Kunststoffstrategie reagiert (siehe u.a. EU 2019b).

Der „Green Deal“ der EU-Kommission zeichnet eine umfassende Vision zukünftiger europäischer Wirtschafts- und Umweltpolitik. Konsequenterweise wird nach Wegen gesucht, die über die bloße Regulierung zum Schutz vor Gefahren hinausgehen, wie sie in REACH realisiert ist. Die Kommission hat im Jahr 2020 ihre "Chemicals Strategy for Sustainability - for a Toxic-free Environment" (CSS) veröffentlicht, die einen stärker integrativen Ansatz u.a. mit Blick auf den Klimaschutz und das Ressourcenmanagement verfolgt und auch auf die nötige Unterstützung von SAICM hinweist. Die Kommission präsentierte die Idee von Stoffen und Materialien, die als „safe and sustainable by design“ (SSbD) gelten können. Dies ähnelt dem „benign-by-design“-Ansatz der nachhaltigen Chemie (siehe Kapitel 3). Mit dem SSbD-Konzept will die EU den Mitgliedsstaaten, der Industrie und anderen Akteuren Anreize geben, Innovationen zur weitgehenden Substitution bedenklicher Stoffe in allen Sektoren zu fördern.

Um das Projekt in der globalen Politik zu verorten, muss man also feststellen:

- ▶ Das internationale politische Umfeld hat eine hohe Dynamik. Die Bedeutung des Chemikalien- und Abfallmanagements hat deutlich zugenommen und zu wegweisenden Beschlüssen der UNEA geführt.
- ▶ Damit einher ging eine Erweiterung des Blickfelds, das jetzt nicht mehr nur auf die Schäden durch Chemikalien und gefährliche Abfälle beschränkt ist, sondern Wechselwirkungen mit anderen globalen Problemen einbezieht.
- ▶ Nachhaltige Chemie wird nunmehr als sinnvolles Konzept für ein zukunftsfähiges Chemikalien-Management in der UN- wie in der EU-Politik begriffen, um diesen Zusammenhängen Rechnung zu tragen.
- ▶ Die laufende Arbeit bei SAICM litt unter den Restriktionen der Corona-Pandemie. Bei SAICM wird deutlich, dass die enorme Komplexität des Themas die Operationalisierung auf globaler Ebene verlangsamt.

## 2 Nachhaltige Chemie

### 2.1 Das Konzept der Nachhaltigen Chemie

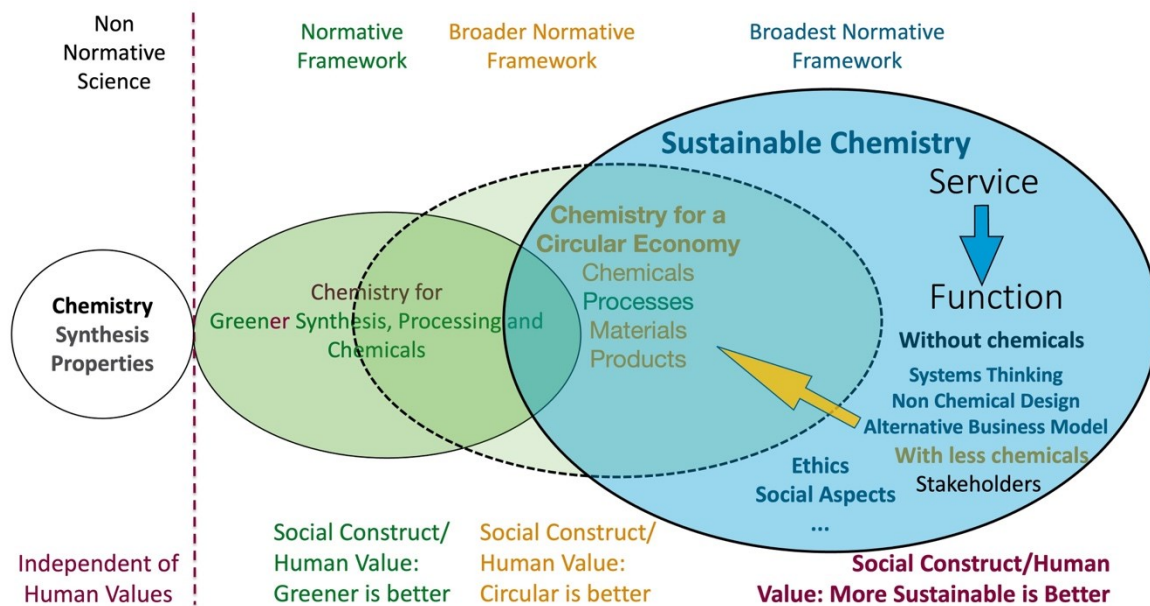
„Nachhaltige Chemie“ ist kein neuer Teilbereich der chemischen Forschung, sondern ein Konzept, mit dessen Hilfe mögliche Beiträge zu nachhaltiger Entwicklung mit Hilfe chemischer Produkte und Verfahren identifiziert und in Forschung, Entwicklung und Produktion gefördert werden sollen. Die nachhaltige Chemie geht über die seit den 1990er Jahren propagierte „grüne Chemie“ mit ihren zwölf Grundregeln für die Synthese von Stoffen hinaus. Die „grüne Chemie“ beschäftigt sich mit „design, development and implementation of chemical processes and products to reduce or eliminate substances hazardous to human health and the environment“ [Anastas / Warner, 1998]. Die Regeln der „grünen Chemie“ haben mittlerweile in der Synthesechemie breite Akzeptanz erreicht. Die OECD (OECD 2012) stellte dazu fest: „Green Chemistry is an approach to chemical synthesis that considers life cycle factors like waste, safety, energy use and toxicity in the earliest stages of molecular design and production, in order to mitigate environmental impacts and enhance the safety and efficiency associated with chemical production, use, and disposal. It takes a life cycle approach to minimize undesirable impacts that can be associated with chemicals and their production.“ Die Bewertung des „life cycle“ eines Stoffs ist aber nur möglich, wenn man sich mit allen Anwendungen in Materialien und Produkten beschäftigt. Insofern lässt sich eine „green chemical“ oder ein „sustainable material“ nicht ohne weiteres definieren (Kümmerer et al. 2016).

Das Konzept der Nachhaltigen Chemie integriert daher „green chemistry“, geht aber darüber hinaus. Durch ihren ganzheitlichen Ansatz („Systems thinking“) (Blum et al., 2017) berücksichtigt die nachhaltige Chemie wichtige Schnittstellen vor allem zu Abbau und Nutzung von natürlichen Ressourcen, zur Abfallwirtschaft oder zum Klimaschutz. Die nachhaltige Chemie fokussiert daher nicht nur auf die Umweltverträglichkeit eines Stoffs, sondern auch auf die Chancen und Risiken seiner Verwendung, seine Herstellung sowie seine Verwertung oder Beseitigung.<sup>15</sup> Durch die Suche nach Materialien, die nach Gebrauch aus Produkten abgetrennt und verwertet werden können, wie auch durch den weitgehenden Ausschluss toxischer oder ökotoxischer Additive in Materialien unterstützt dieses Konzept Strategien für eine mehr zirkulär als linear ausgerichtete Wirtschaftsweise (Friege 2017, Kümmerer et al. 2020). Im Konzept der Nachhaltigen Chemie steht die gewünschte Funktion eines Stoffs oder Materials im Mittelpunkt der Überlegungen, sodass alternative Möglichkeiten zur Erfüllung der angedachten Funktion mitberücksichtigt werden. Daher ist z.B. der „chemical service“ („Chemie-Dienstleistung“, UNIDO 2016) ein wichtiges Instrument, um den Chemikalieneinsatz nachhaltiger zu gestalten.

Dies Zusammenhänge sind Abbildung 1 grafisch wiedergegeben.

<sup>15</sup> Der Begriff „sustainable chemistry“ wurde bzw. wird in der US-Literatur teilweise auch für die „green chemistry“ verwendet (<https://gc3sca.com/our-perspective/>), wobei mittlerweile aber auch die Protagonisten der „green chemistry“ eine Verbreiterung des ursprünglichen Konzepts als notwendig erachten (Anastas et al. 2018).

Abbildung 1: Entwicklung hin zu nachhaltiger Chemie



Quelle: Graphik von Prof. Klaus Kümmerer

Nachhaltige Chemie umfasst Beiträge der Chemie zu allen Lebensbereichen (Mobilität, Ernährung, Kleidung, Wohnen). Dafür können entscheidende Fortschritte in der Forschung genutzt werden. Zu nennen sind beispielsweise (Auswahl nicht erschöpfend)

- ▶ Einsatz reagenzfreier Konversionen durch Photochemie oder Elektrosynthese,
- ▶ Verbesserung der Atombilanz und damit der Ausbeute chemischer Reaktionen bei gleichzeitiger Abfallvermeidung durch spezifischere Synthesewege,
- ▶ Umbau der Rohstoffbasis u.a. mit Hilfe von Bioraffinerien, die erneuerbare Rohstoffe und Abfälle biologischen Ursprungs verarbeiten,
- ▶ Optimierung der Nutzung von CO<sub>2</sub> und der Optimierung der elektrolytischen H<sub>2</sub>-Gewinnung als Basis für einfache Kohlenwasserstoffe,
- ▶ Entwicklung von Stoffen und Produkten, die nach Nutzung vollständig abgebaut werden, sofern sie durch ihre bestimmungsgemäße Anwendung in die Umwelt gelangen, wie etwa Pharmaka,
- ▶ Nutzung von Nanomaterialien<sup>16</sup> in dafür geeigneten Bereichen wie Energiespeicherung, Luft- und Wasserreinhaltung, Schutz von Oberflächen, Katalyse und Wirkstoffapplikation.
- ▶ Die Verbindung von Design, Produktion und Anwendung von Chemikalien mit Instrumenten, die durch die Digitalisierung zur Verfügung gestellt werden ("Chemie 4.0") mit dem Ziel, den heute überbordenden Einsatz von Chemikalien durch möglichst ungefährliche Stoffe in wesentlich geringeren Mengen abzulösen.

Eine Zusammenstellung innovativer Entwicklungen, die Fortschritte im Sinne nachhaltiger Chemie versprechen, findet sich in (Bazzanella et al. 2017). Das World Business Council for

<sup>16</sup> Nanomaterialien zählen auch zu den „novel entities“. Für diese ist noch offen, ob die planetaren Grenzen erreicht oder möglicherweise schon überschritten sind, siehe Kapitel 1.1. Daher wurde der Bezug auf „geeignete Bereiche“ gewählt.

Sustainable Development (WBCSD 2018) stellt auf einer interaktiven Webseite eine Fülle von Möglichkeiten vor, wie innovative Konzepte der Chemie zum Erreichen der SDGs beitragen.

## 2.2 Politische Bedeutung des Konzepts für die Ziele von SAICM

In den vergangenen fünfzehn Jahren wurde die Entwicklung des Konzepts der Nachhaltigen Chemie in der Wissenschaft (z.B. EuChemS<sup>17</sup>) durch die Nutzung der Regeln der „green chemistry“ bei der Verwendung von Stoffen im industriellen Bereich (z.B. GC3<sup>18</sup>) wie auch im internationalen Chemikalienmanagement vorangetrieben. Das Umweltbundesamt (UBA 2009, 2011) und die OECD (OECD, 2016) haben die politische Relevanz des Konzepts frühzeitig erkannt. Die OECD hebt den ganzheitlichen und auf Innovationen gerichteten Ansatz hervor und definiert nachhaltige Chemie als „scientific concept that seeks to improve the efficiency with which natural resources are used to meet human needs for chemical products and services. Sustainable chemistry encompasses the design, manufacture and use of efficient, effective, safe and more environmentally benign chemical products and processes. Sustainable chemistry is also a process that stimulates innovation across all sectors to design and discover new chemicals, production processes, and product stewardship practices that will provide increased performance and increased value while meeting the goals of protecting and enhancing human health and the environment“ (OECD 2016).

Ein Meilenstein bei der Etablierung des Konzepts auf der globalen Ebene ist die Resolution 2/7 der UN Environment Assembly (UNEA 2, 2016): Darin forderte die UNEA nationale Regierungen, internationale Organisationen und Interessengruppen auf, zur Unterstützung des „sound management of chemicals and waste“ Beispiele guter Praxis nachhaltiger Chemie zu dokumentieren und auszuwerten. Nachhaltige Chemie ist undenkbar, ohne dass hohe Standards für die Zulassung und den Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Abfällen weltweit verankert und umgesetzt werden. Das Einhalten der Anforderungen eines umweltgerechten Managements von Chemikalien und Abfällen (SMCW) ist daher Grundvoraussetzung für nachhaltige Chemie. Im Hinblick auf SMCW über 2020 hinaus bestehen - siehe Abschnitt 1.1 - immer noch Defizite bei der Definition eines langfristigen gemeinsamen Verständnisses und einer Vision, wie bestehende Managementsysteme weiterentwickelt und besser untereinander abgestimmt werden sollen. Mit Blick auf den Strategischen Ansatz für das Internationale Chemikalienmanagement (SAICM) und Perspektiven für ein neues Mandat bis 2030 erscheint nachhaltige Chemie als ein exzellentes übergreifendes Leitkonzept für dessen Weiterentwicklung. Dies wurde auch im Global Chemical Outlook mit Bezug auf SAICM hervorgehoben: „Use green and sustainable chemistry criteria to assess that innovations in chemistry are fully compatible with the 2030 Sustainable Development Agenda... Strengthen support mechanisms for sustainable chemistry start-ups in universities, research institute, the private sector and all levels of government... Strengthen financial instruments to invest in sustainable chemistry innovation for example through green bonds and venture capital. Review and strengthen innovation policies to ensure they enable, and do not create barriers for sustainable chemistry innovation“ (UNEP 2019).

Die SAICM Overarching Policy Strategy (OPS) bezieht sich zwar zunächst ausdrücklich auf die Durchsetzung von SMCW im Sinne der Dubai Deklaration 2006, öffnet aber die Tür für weitergehende und zukunftsorientierte Ansätze:

<sup>17</sup> European Chemical Society, Division of Green and Sustainable Chemistry <https://www.euchems.eu/divisions/green-and-sustainable-chemistry-2/>.

<sup>18</sup> Green Chemistry & Commerce Council (GC3) <https://greenchemistryandcommerce.org/about-gc3/introduction>. In spring 2023, GC3 rebranded as Change Chemistry. <https://member.changechemistry.org/>.

- ▶ zum einen allgemein über die holistische Betrachtungsweise von Risiken „throughout the life cycle of chemicals“ und die Prävention von Schäden durch „pollution prevention“,
- ▶ zum anderen speziell in Ziffer 14 i: „To promote the environmentally sound recovery and recycling of hazardous materials and waste“, sowie
- ▶ in Ziffer 14 j: „To promote and support the development and implementation of, and further innovation in, environmentally sound and safer alternatives, including cleaner production, informed substitution of chemicals of particular concern and nonchemical alternatives.“

In Ausführung eines mit der UNEA-Resolution 4/8 (UNEA, 2019) erteilten Auftrags an die UNEP wurde unter breiter internationaler Beteiligung von Fachleuten aus Wissenschaft, internationalen Organisationen, Nicht-Regierungs-Organisationen und Industrieverbänden ein „Framework Manual“ für die praktische Umsetzung der Ansätze grüner und nachhaltiger Chemie mit zehn Leitsätzen (Abbildung 2) erstellt (UNEP 2020). Das „Manual“ zeigt an zahlreichen Beispielen auf, wie Arbeiten auf Basis nachhaltiger Chemie zu nachhaltiger Entwicklung in zahlreichen Sektoren beiträgt und welche Voraussetzungen dafür jeweils erfüllt sein müssen.

**Abbildung 2: Ziele und Rahmenbedingungen für grüne bzw. nachhaltige Chemie**



Quelle: Green and sustainable chemistry: Framework manual (UNEP 2020)

Ein weiteres Schlüsseldokument stellen die „Key Characteristics of Sustainable Chemistry“ dar, die den Stand der wissenschaftlichen Diskussionen und der Beratungen des Scientific Advisory Board und des Stakeholder Forums des ISC<sub>3</sub> zusammenfassen (Kümmerer et al. 2021). Der Wortlaut findet sich im Kasten auf der folgenden Seite.

Das in beiden Dokumenten dargelegte Verständnis von nachhaltiger Chemie und ihren Möglichkeiten wird in der vorliegenden Studie intensiv genutzt.



### Key characteristics of sustainable chemistry

1. **HOLISTIC:** Guiding the chemical science and the chemical sector towards contributing to Sustainability in agreement with sustainability principles and general understanding and appreciating potential interdependencies including long-distance interactions and temporal gaps between the chemical and other sectors.
2. **PRECAUTIONARY:** Avoiding transfer of problems and costs into other domains, spheres and regions at the outset, preventing future legacies and taking care of the legacies of the past including linked responsibilities.
3. **SYSTEMS THINKING:** Securing its interdisciplinary, multidisciplinary and transdisciplinary character including a strong disciplinary basis but taking into account other fields to meet Sustainability to its full extent. Application as for industrial practice including strategic and business planning, education, risk assessment and others including the social and economic spheres by all stakeholders.
4. **ETHICAL AND SOCIAL RESPONSIBILITY:** Adhering to value to all inhabitants of planet earth, the human rights, and welfare of all live, justice, the interest of vulnerable groups and promoting fair, inclusive, critical, and emancipatory approaches in all its fields including education, science, and technology.
5. **COLLABORATION AND TRANSPARENCY:** Fostering exchange, collaboration, and right to know of all stakeholders for improving the sustainability of business models, services, processes and products and linked decisions including ecological, social, and economic development on all levels. Avoiding all “green washing” and “sustainability washing” by full transparency in all scientific and business activities towards all stakeholders, and civil society.
6. **SUSTAINABLE AND RESPONSIBLE INNOVATION:** Transforming fully the chemical and allied industries from the molecular to the macroscopic levels of products, processes, functions and services in a proactive perspective towards sustainability including continuous trustworthy, transparent and traceable monitoring.
7. **SOUND CHEMICALS MANAGEMENT:** Supporting the sound management of chemicals and waste throughout their whole life cycle avoiding toxicity, persistency and bio-accumulation and other harm of chemical substances, materials, processes, products and services to humans and the environment.
8. **CIRCULARITY:** Accounting for the opportunities and limitations of a circular economy including reducing total substance flows, material flows, product flows, and connected energy flows at all spatial and temporal scales and dimensions especially with respect to volume and complexity.
9. **GREEN CHEMISTRY:** Meeting under sustainable chemistry application as many as possible of the 12 principles of green chemistry with hazard reduction at its core when chemicals are needed to deliver a service or function whenever and wherever this complies with sustainability.
10. **LIFE CYCLE:** Application of the above-mentioned key characteristics for the whole lifecycle of products, processes, functions and services on all levels, e.g., from molecular to the macroscopic levels and all sectors in a pro-active perspective towards sustainability.

## 2.3 Nachhaltigkeitsansätze in der chemischen Industrie

Auch in der chemischen Industrie gibt es zahlreiche Ansätze, um den Herausforderungen von Klimawandel, Verlust von Biodiversität und Belastungen durch toxische Stoffe zu begegnen.

Die freiwillige Initiative „Chemie3“, in der der Bundesarbeitgeberverband Chemie, die Industriegewerkschaft Bergbau, Chemie, Energie (IG BCE) und der Verband der Chemischen Industrie e.V. (VCI) gemeinsam an der Entwicklung von Nachhaltigkeitszielen und entsprechenden Umsetzungsleitfäden arbeiten, adressiert alle drei Handlungsfelder.

Ähnlich, aber auf internationaler Ebene, funktioniert eine der wichtigsten und bekanntesten Initiativen, koordiniert in Europa vom europäischen Chemieverband CEFIC: Responsible Care®. Die Ziele der ebenfalls freiwilligen Initiative konzentrieren sich auf die Aspekte Umweltschutz, Arbeitssicherheit, Gesundheit sowie Prozesssicherheit:

- ▶ „Kontinuierliche Verbesserung der Kenntnisse über Umwelt, Gesundheit und Sicherheit sowie der Leistung unserer Technologien, Prozesse und Produkte während ihres Lebenszyklus, um Schäden für Mensch und Umwelt zu vermeiden.
- ▶ Effiziente Nutzung von Ressourcen und Minimierung von Abfällen.
- ▶ Wir berichten offen über unsere Leistungen, Erfolge und Unzulänglichkeiten.
- ▶ Wir hören zu, engagieren uns und arbeiten mit den Menschen zusammen, um ihre Anliegen und Erwartungen zu verstehen und zu erfüllen.
- ▶ Wir arbeiten mit Regierungen und Organisationen, um wirksame Vorschriften und Standards zu entwickeln und umzusetzen, und sie zu erfüllen oder zu übertreffen.
- ▶ Unterstützung und Anleitung zur Förderung eines verantwortungsbewussten Umgangs mit Chemikalien seitens all derjenigen, die sie entlang der Produktkette verwalten und verwenden.“

Laut eigenen Angaben haben (Stand 2016) 90 Prozent der Top 100 Unternehmen der Chemischen Industrie die Responsible Care Charter bereits unterzeichnet (CEFIC 2023a)<sup>19</sup>. Den Mitgliedsfirmen wird ein webbasiertes Werkzeug (CEFIC 2023b) geboten, anhand dessen mittels 101 Multiple Choice Fragen der Reifegrad des Nachhaltigkeitsmanagements auf Werksebene bewertet werden kann. Hierbei handelt es sich um eine Selbstbewertung.

Die Systematik und Fragen orientieren sich an den ISO 9001, ISO 14001, ISO 50001, ISO 45001, ISO 26000, EMAS, RC 14001 und RCMS. Die Ergebnisse werden jährlich in aggregierter Form u.a. von CEFIC veröffentlicht, jedoch nicht die Angaben einzelner Unternehmen. Der Vorteil dieser geschlossenen Selbstbewertung liegt darin, dass sie es Unternehmen, die erst am Anfang der Entwicklung zu mehr Nachhaltigkeit stehen, ermöglicht, eine saubere Statusanalyse durchzuführen und die Ergebnisse zunächst für die eigene Weiterentwicklung zu nutzen.

Eine weitere freiwillige Initiative ist „Together for Sustainability“ (TfS), die in erster Linie auf Lieferantenbewertungen zielt. Die Vorgehensweise unterscheidet sich von den beiden anderen Initiativen insofern, dass eine Analyse und Bewertung der Lieferanten nicht durch das Unternehmen selbst, sondern durch die Plattform „EcoVadis“ durchgeführt wird.

<sup>19</sup> "By 2016, more than 90 percent of the world's top 100 petrochemical and chemical manufacturers had signed on to the revised Global Charter."



TfS bezieht sich ebenfalls auf Standards wie GRI, aber auch Responsible Care® und die ISO 26000. Neben der Bewertung wird auch ein Audit angeboten, dessen Ergebnisse dann allen Mitgliedern zur Verfügung gestellt wird.

Inhaltlich liegt der Fokus auf Fragen der Unternehmensführung, Umweltschutz, Gesundheit und Arbeitssicherheit sowie auf Menschenrechten und sozialen Themen.

Die Ergebnisse der Bewertung und des Audits resultieren in einem Maßnahmenplan, um Missstände zu beheben oder die Zusammenarbeit in der Lieferkette zu verbessern.

TfS wird sowohl zur Präqualifizierung neuer als auch zur Überprüfung bestehender Lieferanten genutzt. Der Vorteil für Kundenunternehmen liegt in der Vergleichbarkeit der Ergebnisse und der Ableitung von entsprechenden Maßnahmen. Für Lieferanten kann dies vorteilhaft sein, da viele Kundenanfragen mit der Registrierung bei TfS/EcoVadis mit dem Bericht beantwortet werden können. Ein Nachteil ist darin zu sehen, dass die Registrierung Kosten verursacht, und nicht alle Unternehmen mit derselben Plattform arbeiten.

Neben den freiwilligen Initiativen kommen derzeit vermehrte Forderungen nach mehr Transparenz auf die chemische Industrie zu, zum einen von Seiten verschiedener internationaler NGOs, zum anderen auch von regulatorischer Seite. Ein Beispiel für eine internationale Initiative ist der „Global Minimum Transparency Standard“ (HEJ Support et al. 2021), der zum Ziel hat, einen global geltenden, verbindlichen Standard für die Deklaration von weltweit verfügbaren kritischen Substanzen zu schaffen.

### 3 Ziele und Aufbau des Projekts

Die Ziele des Johannesburg-Gipfels zum sicheren Umgang mit Chemikalien und gefährlichen Abfällen wurden im Rahmen von SAICM bis 2020 nicht oder nur teilweise erreicht (siehe Kapitel 1). Die unkontrollierte Freisetzung von Chemikalien in die Umwelt bei Produktion, Gebrauch und in Form von Abfällen führt global zur Belastung von Luft, Wasser und Boden und kann Ökosysteme massiv schädigen. Unsachgemäßer Umgang mit gefährlichen Stoffen verursacht weltweit jährlich mehr als eine Million Todesfälle. Länder mit niedrigem Einkommen und benachteiligte Bevölkerungsgruppen tragen hierbei die größte Last. Gleichzeitig wächst die Produktion an Chemikalien, vor allem in den nicht der OECD angehörenden Ländern. Ohne erhebliche zusätzliche Anstrengungen wird das für 2020 gesetzte Ziel auch in naher Zukunft nicht erreicht werden. Allerdings können Innovationen durch Chemikalien, neue Materialien, der Rückgriff auf nachwachsende Rohstoffe für die Chemieproduktion und steigende Effizienz beim Einsatz chemischer Stoffe auch zur Verringerung des Ressourcenverbrauchs, der Verbesserung der Ernährungssituation und zum Umstieg auf erneuerbare Energie beitragen. Der „Globale Ausblick auf die Chemie II“ (GCO, Global Chemical Outlook GCO II (UNEP 2019)) macht daher deutlich, dass Chemikalien eine Schlüsselrolle für das Erreichen der Ziele der Sustainable Development Goals (SDGs) zukommt.

#### 3.1 SAICM: „Intersessional Process“ und ICCM5

Dem Intersessional Process (IP) und der ICCM5 fiel daher die Aufgabe zu, für dieses komplexe Feld Ziele und Strategien zu erarbeiten, um die Intentionen des Johannesburg-Gipfels möglichst bald zu realisieren und das Erreichen der SDGs durch entsprechende Aktivitäten zu unterstützen. Konkreter Ausgangspunkt des Projekts war ein im Januar 2019 durch das ICCM-Sekretariat diskutierter Vorschlag der Co-chairs des Intersessional Process zur Umsetzung der Vision „Protect human health and the environment from the harmful effects of chemicals and waste, to ensure healthy lives and a sustainable, safe planet for all“ (SAICM 2018). Hierin wurden fünf „strategic objectives“ (siehe Kasten auf dieser Seite) sowie diesen zugeordnet weitere zwanzig Ziele im Detail („targets“) für die zukünftige Arbeit von SAICM vorgeschlagen. Auf diesen Zielen sollte dann ein Arbeitsprogramm aufbauen. Entsprechende Indikatoren und Meilensteine sollten zur Verfolgung der Fortschritte bei der Verwirklichung der Vision und der Ziele für die Zeit nach 2020 dienen.

#### Strategic Objectives - Co-chairs' Paper - Draft for consideration of the ICCM5 Bureau (SAICM 2018)

- ▶ Strategic objective A: Measures are taken to minimize or prevent harm from chemicals throughout their lifecycle and waste, including the development and implementation of national chemicals management systems in all countries.
- ▶ Strategic objective B: Knowledge, data, information and awareness generated, available and accessible to all to enable informed decisions.
- ▶ Strategic objective C: Issues of global concern are identified, prioritized and addressed.
- ▶ Strategic objective D: Benefits are maximized and risks prevented through innovative solutions and forward-thinking.

- ▶ Strategic objective E: The importance of sound management of chemicals and waste to achieve sustainable development is recognized by all, actions are accelerated and necessary partnerships established.

## 3.2 Ziele und Struktur

Da im Jahr 2019 zwar Vorschläge für ambitionierte Ziele vorlagen, Überlegungen zu Indikatoren aber noch fehlten, verband das Umweltbundesamt (UBA, im Folgenden auch Auftraggeber) die Unterstützung für die Vorbereitung der ICCM5 unter deutscher Präsidentschaft mit der Überlegung, das Konzept der Nachhaltigen Chemie durch geeignete Indikatoren zu berücksichtigen und damit das „sound management of chemicals and waste“ in ein wirkungsvolles internationales Programm für die Zeit des neuen Mandats weiter zu entwickeln. Dieses Konzept - so die Überlegung - ist dazu geeignet, die 2002 auf dem UN-Gipfel in Johannesburg formulierten Ziele zur Chemikaliensicherheit und den breiten Ansatz der SDGs miteinander zu verbinden.

Als Ziel des Vorhabens wurden Empfehlungen zur inhaltlichen Erfolgskontrolle für das internationale Chemikalien-Management in Form von Indikatoren und Meilensteinen definiert. Die Empfehlungen sollten im Rahmen eines Beteiligungsprozesses mit nationalen und internationalen Fachleuten durchgeführt werden. Der Schwerpunkt sollte bei dem von den Co-chairs vorgeschlagenen „strategic objective D“ sowie weiterer „targets“ stehen, die anderen „strategic objectives“ (SAICM 2018) zugeordnet sind und mit denen ein Bezug zur nachhaltigen Chemie hergestellt werden kann. Ergebnisse sollten bei der ICCM5 sowie ggf. weiteren Veranstaltungen vorgestellt werden.

### 3.2.1 Änderungen auf Grund von Verzögerungen im „Intersessional Process“

Wie in Abschnitt 1.2 dargestellt, kam es - vor allem bedingt durch die Ende 2019 beginnende Covid 19-Pandemie - zu erheblichen Verzögerungen im IP. Im Laufe des Jahres 2020 wurde klar, dass ein einvernehmlicher Vorschlag für Ziele und ein Arbeitsprogramm zur Vorlage bei der ICCM5 nicht kurzfristig zustande kommen würden. Abweichend von der ursprünglichen Zielstellung wurde nach Abstimmung mit dem Umweltbundesamt die Entwicklung von Meilensteinen zurückgestellt und der Schwerpunkt der Arbeit auf Indikatoren gelegt. Auch das Ziel, die Indikatoren im Rahmen der ICCM5 vorzustellen, musste aufgegeben werden, da (siehe Kapitel 1) eine Vorlage der „objectives“ und vor allem der „targets“ für eine Beschlussfassung durch die ICCM5 noch nicht vorlag.

### 3.2.2 Endgültige Struktur

Die Struktur des Projekts baut auf der Leistungsbeschreibung und den sich durch die Pandemie und die Verzögerungen des IP (s.o.) verursachten wesentlichen Änderungen auf:

- ▶ Recherche von Indikatoren und Berichtssystemen in Multilateralen Umweltübereinkommen mit Bezug zu Chemikalien und in der Agenda 2030 für Nachhaltige Entwicklung sowie im Rahmen einschlägiger internationaler Vereinbarungen in den Bereichen Klima, Biodiversität, Umweltverschmutzung, Gesundheit, Unternehmensberichterstattung mit Bezügen zur Chemieindustrie oder zum Management von Chemikalien und Abfällen (siehe Kapitel 4).
- ▶ Interviews mit über zwanzig ausgewiesenen Fachleuten aus Wissenschaft, Administration, Industrie und Nicht-Regierungs-Organisationen, die sich entweder mit nachhaltiger Chemie oder mit Schnittstellen zwischen Chemikalien und anderen globalen Problemfeldern beschäftigen:

- Erste Interview-Runde mit Fragen zum Verhältnis zwischen nachhaltiger Chemie und SAICM, zu Indikatoren in bestehenden internationalen Regelwerken, zur Messung von Innovationen,
  - Zweite Interview-Runde mit einem umfangreichen Fragenkatalog zum Verhältnis von nachhaltiger Chemie und SAICM, zu Kriterien für die Bewertung von Indikatoren und zu Erfahrungen mit Indikatoren aus internationalen Regelwerken,
  - Dritte und vierte Interview-Runde auf Basis eines Gesprächsleitfadens oder individuell zugeschnittenen Fragestellungen u.a. zu wichtigen Schnittstellen nachhaltiger Chemie zu globalen Herausforderungen bzw. Fragen, die zur Schließung von Lücken im Rahmen der Erarbeitung von Indikatoren dienen. (Bei den ersten drei Runden wurde auch nach weiteren Kontakten der Gesprächspartner mit Interesse an dem Vorhaben gefragt, um diese dann zu den Workshops einzuladen.)
- Organisation und Durchführung von sechs Workshops mit insgesamt nahezu einhundert Teilnehmerinnen und Teilnehmern zur Meinungsbildung über potenzielle Indikatoren:
- Fünf virtuelle Workshops mit Fachleuten aus jeweils einer UN-Region mit einem für diese Region interessanten Themenfeld,
  - Einladung und Durchführung der Workshops (Einzelheiten siehe Abschnitt 8.2):
    - nach einem festen Organisationsplan: Ankündigung mit der Bitte um Bestätigung der Teilnahme vier bis acht Wochen vor dem Workshop, Versand eines „Thought Starters“ circa zwei Wochen vor dem Termin, nochmalige Erinnerung und Zugangsdaten wenige Tage vor dem Workshop,
    - mit zum Thema führenden Vorträgen durch das UBA und das Projektteam sowie Referaten eingeladener Fachleute aus der jeweiligen UN-Region,
    - mit Diskussion einiger vorgeschlagener Indikatoren in zwei parallelen Arbeitsgruppen mit Hilfe von dynamischen „Ampel-Folien“, um die Einschätzung durch die Diskussteilnehmer präzise erfassen und protokollieren zu können.
  - Abschließender hybrider Workshop mit Fachleuten, die bereits an Gesprächen oder Workshops beteiligt waren.

Die nach Auswertung der Literaturrecherche erstellten ersten Listen von Indikatoren wurden jeweils nach den Interview-Runden und Workshops überarbeitet und so in einem iterativen Prozess optimiert (siehe Kapitel 6 und 7). Dazu dienten vor allem die in einem frühen Stadium des Projekts entwickelten Bewertungskriterien für Indikatoren (siehe Kapitel 5).

Da keine konsensualen Listen der „Objectives“ oder „Targets“ verfügbar waren, wurden die Ergebnisse der virtuellen SAICM-Arbeitsgruppen, die ab 2020 online tagten, verwendet. Für die Entwicklung von Indikatoren wurden die Ziele aus dem Bericht der Co-Facilitators der VWG 1 (virtuell tagende Arbeitsgruppe 1) (SAICM 2021) verwendet.

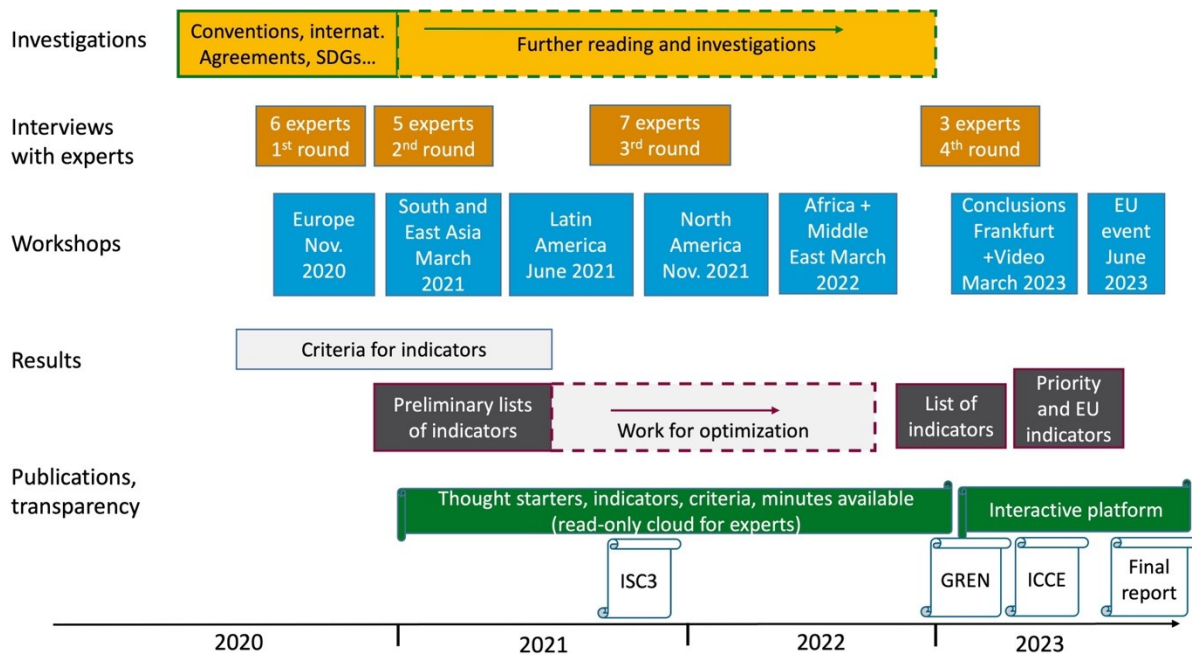
Ab Februar 2021 wurden die Zwischenergebnisse und Workshop-Protokolle zunächst auf einer Internet-Cloud mit Leseberechtigung (read-only cloud) für alle an Interviews, Workshops etc. teilnehmenden Fachleute veröffentlicht (siehe Kapitel 3). Zu Beginn des Jahres 2023 wurde diese durch eine interaktive Plattform abgelöst, um den Austausch der Beteiligten untereinander zu fördern (siehe Abschnitt 8.3).

Erste konsolidierte Ergebnisse wurden im November 2021 auf dem ISC<sub>3</sub>-Stakeholder-Forum vorgestellt. Mit Vorträgen bei der 7<sup>th</sup> Green and Sustainable Chemistry Conference (GREN 2023 bzw. GSC VII) und der 18<sup>th</sup> International Conference on Chemistry and the Environment (ICCE 2023) wurden die Projektergebnisse in die wissenschaftliche Diskussion eingebracht (siehe Kapitel 9).

Wegen der zwischenzeitlich gewachsenen Bedeutung von Indikatoren nachhaltiger Chemie für die europäische Politik wurden entsprechende Datengrundlagen in Europa identifiziert und potenzielle Indikatoren für die EU vorgeschlagen. Diese Überlegungen konnten im Rahmen zweier online-Treffen zum einen mit dem SusChem Board und zum anderen geladenen Gästen (u.a. verantwortliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der EU-Kommission) diskutiert werden (siehe Abschnitte 7.3 und 9.3).

Abbildung 3 zeigt den Ablauf in Form eines Prozessdiagramms.

**Abbildung 3: Struktur und Zeitplan des Projekts**



Source: Own illustration, N<sup>3</sup> Thinking Ahead Dr. Friege & Partners

In 25 (meist online geführten) Projektgesprächen zwischen dem Umweltbundesamt und dem Team, teilweise unter Beteiligung des zuständigen Referats des Bundesumweltministeriums, standen Fortschritte bei der Suche nach Indikatoren, die Vorbereitung und Durchführung von Workshops sowie die Entwicklungen bei SAICM im Vordergrund. Das Projektteam informierte den Auftraggeber im Übrigen mit drei Zwischen- und sieben Sachstandsberichten über den jeweils erreichten Projektstand. Das Projektabschlussgespräch fand am 5. September 2023 in Berlin statt.

## 4 Einleitende Recherchen und Dokumentation

### 4.1 Steckbriefe

Zu Beginn des Projekts wurden internationale Abkommen, freiwillige Vereinbarungen, Standardisierungen und weitere Rahmenwerke daraufhin untersucht, ob darin genannte Indikatoren für die Verwendung bei SAICM genutzt oder adaptiert werden können. Dazu wurde ein Steckbrief-Formular („fact sheet“) entwickelt.

Indikatoren sollten möglichst einfach zu ermitteln oder - noch besser - bereits in bestehenden Vereinbarungen vorhanden sein. Infolge dieser Prämisse (siehe Ausführungen in Kapitel 3) wurden zunächst internationale Verträge, freiwillige Initiativen usw. ausgewertet, bei denen Schnittstellen zum „sound management of chemicals and waste“, vor allem aber Schnittstellen zum Konzept der Nachhaltigen Chemie zu erwarten waren. Dazu zählen Konventionen und Initiativen, die sich explizit auf Chemikalien oder Abfälle beziehen (zum Beispiel Minamata Convention, Basel Convention, GHS, Responsible Care®) oder Vorgaben für Nachhaltigkeitsberichterstattung, Innovationsprogramme, Aktionsprogramme etwa zu Gesundheit, Klimaschutz, Biodiversität enthalten. Die Auswertung von circa 40 global geltenden Konventionen bzw. anwendbaren Initiativen, einigen beispielhaften nationalen Programmen aus Industrie- und Schwellenländern und regional geltenden Abkommen wurde in ausführlichen Steckbriefen („fact sheet“) bzw. - im Fall weniger geeigneter Grundlagen - in kurzen Prüfberichten („check result“) dokumentiert. Die Liste der ausgewerteten Dokumente ist in Anhang E enthalten. Sämtliche „fact sheets“ und „check results“ wurden in einem einheitlichen Format erstellt: Nach einer kurzen Beschreibung des Dokuments („Preamble“) folgen die Auswertung hinsichtlich

- ▶ Transferpotenzial der Indikatoren,
- ▶ Verbindung mit einem strategischen Ziel (Objective),
- ▶ Verbindung mit (vorläufigen) strategischen Unterzielen (Targets) und
- ▶ Indikatoren, die ggf. im Rahmen der Studie genutzt werden können.

In ähnlicher Weise wurden dann im zweiten Schritt das Transferpotenzial von Meilensteinen, der Zusammenhang mit den strategischen Zielen A bis E und Meilensteinen, die auf SMCW übertragen werden können, dokumentiert. Unter der Überschrift „Comments and further potential“ sind in zahlreichen Steckbriefen zusätzliche Vorschläge für Indikatoren abgeleitet, die auf dem jeweiligen Dokument aufbauen. Außerdem enthalten die Fact Sheets wesentliche Inhalte und Ziele, die Namen der Vertragsparteien, Indikatoren für das Erreichen der Ziele, Bedeutung für die nachhaltige Entwicklung und Umsetzung der jeweiligen Maßnahmen gegliedert nach UN-Regionen (soweit verfügbar). Sämtliche der etwa 200 als für „SAICM beyond 2020“ potenziell interessanten Indikatoren wurden tabellarisch erfasst und ausgewertet mit Bezug auf

- ▶ die Indikatoren für die SAICM-Ziele (SAICM 2009) und
- ▶ die von einer technischen Arbeitsgruppe (TWG) bis 2020 erarbeiteten Vorschläge für Targets (2019/2020)

Die 200 aus den ursprünglichen Quellen extrahierten Indikatoren wurden in eine Tabelle überführt, die deren Bewertung mit den später entwickelten Kriterien ermöglichte. Im Verlauf des Projektes wurde diese Liste in iterativen Diskussionen im Team weiter reduziert. Einige der



vorab als potenziell brauchbar identifizierten Indikatoren wurden in den Workshops zur weiteren Diskussion eingebracht. Nähere Informationen zum Vorgehen finden sich in Kapitel 6.

## **4.2 Zusätzlich recherchierte Quellen**

Im Verlauf des Projektes wurden neue Entwicklungen wie das Kunming-Montreal-Abkommen zur Biodiversität auf potentielle Indikatoren analysiert, jedoch keine Steckbriefe mehr dazu erstellt, um den Aufwand in vertretbaren Grenzen zu halten.

Zu den zusätzlich geprüften Standards gehören das „Classification of the Functions of Government (COFOG) Reporting“ der OECD (2011), das Nagoya Protocol („Tenth meeting of the Conference of the Parties to the Convention on Biological Diversity“ (COP 10 CBD)) bzw. hier speziell die Aichi Biodiversity Targets (2010), sowie Entwicklungen aus der Corporate Social Responsibility Directive (CSRD) und der Chemicals Strategy for Sustainability (CSS) der Europäischen Kommission sowie der Global Reporting Initiative (GRI), die jeweils bei Vorliegen von neuen Informationen einbezogen wurden.

## **4.3 Schlussfolgerungen aus den Recherchen in Konventionen und weiteren Quellen**

Internationale Abkommen zur Regulierung des Managements und sicheren Einsatzes von Chemikalien waren naturgemäß eine der Hauptquellen für Indikatoren, die entweder direkten Bezug zur Chemie haben (highly hazardous pesticides, hazardous substances, hazardous waste) bzw. mittelbar betroffene Schnittstellenthemen adressieren; Biodiversität sowie Arbeitssicherheit und Gesundheit sind hier zu nennen. Als am besten geeignete Quellen für potenzielle Indikatoren erwiesen sich das für die Messung der Fortschritte bei der Agenda 2030 entwickelte „global indicator framework“, die Arbeiten der SAICM TWG (s.o.) sowie eine von IPEN in die Diskussion eingebrachte Liste.

Eine Herausforderung bei der Identifizierung von geeigneten Indikatoren bleibt die klare Definition von Begriffen wie „natural resources“, „rare raw materials“, „waste“ etc. Es ist zu erwarten, dass im Rahmen der kommenden EU-Regelungen zumindest für die EU einheitliche Definitionen festgelegt werden.



## 5 Kriterien für die Auswahl von Indikatoren

Das „sound management of chemicals and waste“ (SMCW) wird durch Ziele („targets“) operationalisiert. Ein wesentlicher nächster Schritt im Konkretisierungsprozess besteht in der Auswahl geeigneter Indikatoren, anhand derer der Zielerreichungsgrad überprüft wird. Nachhaltige Chemie ist ein Konzept, das zur Unterstützung von Zielen des SMCW eingesetzt wird. Durch den ganzheitlichen Ansatz („Systems thinking“) berücksichtigt es wichtige Schnittstellen vor allem zu Abbau und Nutzung von natürlichen Ressourcen, zur Abfallwirtschaft oder zum Klimaschutz (vgl. Kapitel 2). Auf der anderen Seite sollen, insbesondere mit Blick auf die knappen Kapazitäten der Länder mit niedrigem oder mittlerem Einkommen (LMICs), bevorzugt bereits etablierte Indikatoren z.B. von bestehenden Regelwerken Anwendung finden. Zur Auswahl von Indikatoren aus bestehenden Regelwerken oder aus Vorschlägen von Verbänden aus Workshops usw. ist es notwendig, Qualitätsansprüche an die Indikatoren anhand dezidierter Kriterien zu definieren. Diese betreffen einerseits die inhaltliche Abdeckung der Zielbereiche des SMCW bzw. des eher prozessualen Rahmens der nachhaltigen Chemie, andererseits die Erfüllung formaler Voraussetzungen mit Blick auf die Möglichkeiten der Datenerhebung.

### 5.1 Grundlegende Überlegungen

Indikatoren für Umweltschäden und Gefahren für die menschliche Gesundheit wie auch deren Bekämpfung werden meist nach dem PSR- (pressure - state - response) Modell (OECD 2003) oder dem DPSIR- (driving force - pressure - state - impact - response) Modell systematisiert (EEA 1999). Beide Modelle bilden einen Regelkreis ab, bei dem die Feststellung eines Schadens (z.B. Zunahme eines Krankheitsbilds - „state“) auf eine Ursache (z.B. Konzentration bestimmter Schadstoffe - „pressure“) zurückgeführt wird, gegen die Maßnahmen (z.B. Grenzwerte, Produktionsbeschränkungen - „response“) ergriffen werden. Im DPSIR-Modell steht „impact“ für durch Zustandsänderungen hervorgerufene Wirkungen, also etwa Verringerung der Biodiversität durch Erhöhung der Nährstoffkonzentration in einem Umweltmedium. Unter „driving forces“ können Massenströme wie etwa die Produktionsmenge von Materialien subsummiert werden.

Die OECD hat das PSR-Modell nicht nur auf das Monitoring der Bekämpfung von Umweltschäden durch entsprechende Maßnahmen ausgelegt, sondern von vornherein wünschenswerte, nachhaltige Entwicklungen einbezogen, so etwa die Entkopplung der Produktion eines Wirtschaftssektors von den Umweltschäden, die durch diese wirtschaftlichen Aktivitäten verursacht werden können. Der Begriff „response“ wird daher im Sinne sozioökonomischer Maßnahmen, die von Regierungen, Unternehmen wie auch privaten Haushalten ergriffen werden, verwendet. Das PSR-Modell ist mithin auch für die Integration des Konzepts der Nachhaltigen Chemie in die zu entwickelnden Indikatoren geeignet.

Indikatoren für SMCW oder nachhaltige Chemie auf globaler Ebene können nur makroskopisch erfassbare Zustände (state indicators) oder Stoffströme (driving forces) bzw. deren Änderungen erfassen (impact indicators) oder auch den Umfang von Korrekturmaßnahmen (response indicators)<sup>20</sup> abbilden.

<sup>20</sup> Bei Diskussionen mit Fachleuten der UNEP oder von SAICM wurde häufig der Begriff „process indicator“ benutzt. Dies ist u.E. eine Variante des „response indicator“, nämlich der Hinweis auf einen Prozess, der Maßnahmen zur Folge hat.

## 5.2 Entwicklung von formalen Kriterien (A-G)

Ein guter Indikator sollte leicht erfassbar, zuverlässig und nachvollziehbar sein. Im Rahmen des Intersessional Process von SAICM wurde bei der IP3 eine Arbeitsgruppe mit dem Auftrag gegründet, Unterziele („targets“), Meilensteine auf dem Weg zu den Zielen und Indikatoren zu entwickeln. In einem 2020 vorgelegten Zwischenbericht (SAICM 2020a) wurden zu vielen der vorgeschlagenen Ziele auch schon Überlegungen zu Indikatoren angestellt. In einem Arbeitspapier für die IP3 finden sich Hinweise für die Erarbeitung von Zielen, in denen die Frage sinnvoller Indikatoren gestreift wird (SAICM 2019a). „Targets“ sollten demnach „smart“ sein, also „specific“, „measurable“, „achievable“, „relevant“ und „timebound“, vgl. Kasten unten.

### Suggested framework to support the development of targets & indicators (SAICM 2019a)

Specific:

- ▶ What data and information?
- ▶ What is 'comprehensive'?
- ▶ What market?
- ▶ Who makes the data available?
- ▶ What 'sufficient' and 'knowledge'?
- ▶ Available and accessible to who?

Measurable:

- ▶ What is the ideal indicator?
- ▶ What can realistically be measured?
- ▶ What indicators already exist?
- ▶ What is the baseline?
- ▶ Is this draft target measurable?

Achievable:

- ▶ Can comprehensive data and information on chemicals on the market, throughout their lifecycle, be made available and accessible?

Relevant

- ▶ Is the target relevant to the Strategic Objective?
- ▶ Is the target relevant to other Strategic Objectives or targets?

Timebound

- ▶ What is the date by which this must be achieved?

In Anlehnung an diese Vorgaben wurden im Projekt Kriterien formuliert, mit denen ein Indikator als geeignet bewertet werden kann. Ideale Indikatoren sollten demnach

- ▶ das Ziel möglichst spezifisch abbilden und eindeutig sein („specific“),
- ▶ möglichst bereits in globalen Abkommen oder von internationalen Organisationen benutzt werden, um zusätzlichen Aufwand für Datenerhebung zu vermeiden („established“),
- ▶ auf leicht ermittelbaren Daten beruhen bzw. kosteneffizient zu ermitteln sein („determinable“),
- ▶ möglichst mit Zahlenwerten charakterisiert werden können, ggf. auch durch qualitative Einstufungen wie etwa der Einhaltung von Grenzwerten („measurable“),
- ▶ auf zuverlässigen Daten beruhen, deren Zustandekommen nachvollzogen werden kann („reliable and transparent“),
- ▶ Entwicklungen bzw. Trends über bestimmte Zeiträume widerspiegeln können („dynamic“),
- ▶ hohe Relevanz für SMCW oder SC bzw. den Sektor Chemieindustrie haben („pertinent“ anstelle von „relevant“).

Ein Kriterium für die Zuverlässigkeit der Daten bzw. für nachvollziehbare Datenerhebung („reliable and transparent“) wurde hinzugefügt. Denn gerade Daten für komplexe Sachverhalte, die in zahlreichen Ländern parallel erhoben werden, können Qualitätsmängel aufweisen. Die Kriterien „achievable“ und „timebound“ fehlen, da sie nur sinnvoll mit einem Ziel, aber nicht mit einem Indikator verbunden werden können. Das Kriterium „dynamic“ nimmt die Messbarkeit von Trends über die Zeit auf.

Die für die Auswahl von Indikatoren genutzten allgemeinen Kriterien finden sich in Tabelle 4.

**Tabelle 4: Allgemeine Kriterien für auf nachhaltige Chemie zielende Indikatoren**

Criteria A-G	Criteria wording
Specific	The indicator must be precise and unambiguous.
Established	The indicator is already in use by other systems, e.g., SAICM, Conventions.
Determinable	The collection of the data needed for reporting in the respective sector is easy and cost-efficient.
Measurable	Measurable: Either quantities, thresholds or qualitative properties are applicable.
Reliable and transparent	The data associated with the indicator are trustable and traceable.
Dynamic	Progress over time, a difference in the data associated with the indicator can be measured.
Pertinent	The indicator covers relevant aspects for the respective sector and / or area of application.

### 5.3 Entwicklung von Kriterien für nachhaltige Chemie (H1-H5)

Wie lassen sich Aspekte nachhaltiger Chemie in die Bewertung eines Indikators einbeziehen? Zunächst muss klar sein, dass nachhaltige Chemie auf einem sachgerechten Umgang mit Chemikalien und Abfällen aufbaut (siehe Kapitel 2) und sich daher SMCW und das Konzept der Nachhaltigen Chemie überschneiden. Indikatoren werden somit oft beiden Zielbereichen

zugeordnet werden können. Für den inhaltlichen Abgleich mit dem Konzept nachhaltiger Chemie entstanden parallel zum Projekt

- ▶ das „Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual“ (UNEP 2020), das aufgrund eines Beschlusses der UNEA 4 von einem breiten Kreis von Fachleuten erstellt wurde, und
- ▶ ein vom ISC<sub>3</sub> (in Kooperation mit dem Umweltbundesamt) veröffentlichtes Dialogpapier zu den „Key Characteristics of Sustainable Chemistry“ (Kümmerer et al. 2021).

In Tabelle 5 sind die „H-Kriterien“ H1-H5 diesen beiden Quellen gegenübergestellt. Die Charakteristika der nachhaltigen Chemie wurden in fünf Kriterien zusammengefasst, um die Bewertung von Indikatoren nicht unnötig zu verkomplizieren. Das Kriterium H wird durch H1 bis H5 näher erläutert: Ein wesentlicher Schritt von der sektoralen Betrachtung des SMCW hin zur nachhaltigen Chemie ist die Möglichkeit, durch systemisches Denken Zusammenhänge mit anderen Problemen nachhaltiger Entwicklung herzustellen und damit Rückschritte an anderer Stelle zu vermeiden bzw. Fortschritte in anderen Sektoren zu ermöglichen. So erweitert etwa das Kriterium H5 die engere Sichtweise auf Abfälle (SMCW) um das Problem schwindender nicht erneuerbarer und verschwendeter erneuerbarer Ressourcen.

**Tabelle 5: Spezifische Kriterien für nachhaltige Chemie und deren Bezug zu wesentlichen Veröffentlichungen**

Key Characteristics of Sustainable Chemistry (Kümmerer et al. 2021)	Criteria wording for indicators focussing on the Concept of Sustainable Chemistry	Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual (UNEP 2020)
1. HOLISTIC; 3. SYSTEMS THINKING; 10. LIFE CYCLE	H) Sustainability: Systems thinking is the prerequisite to reach the goals of the Agenda 2030: Potential trade-offs can be identified and managed with systems thinking. Sectors dealing with chemical entities contribute to Sustainable Development in compliance with the relevant SDG principles and the following sub-criteria (H1-H5).	10. Developing solutions for sustainability challenges.
2. PRECAUTIONARY; 6. SUSTAINABLE AND RESPONSIBLE INNOVATION; 7. SOUND CHEMICALS MANAGEMENT; 9. GREEN CHEMISTRY	H1) Responsible innovation: Development of sustainable solutions and safe and non-regrettable alternatives for chemicals of concern through cooperation on innovations, non-chemical alternatives, services like chemical leasing, or Extended Producer Responsibility (EPR) mechanisms. Foster collaboration along the value chains to promote circularity.	1. Minimizing chemical hazards. 2. Avoiding regrettable substitutions and alternatives. 4. Advancing sustainability of production processes. 6. Minimizing chemical releases and pollution.
1. HOLISTIC; 3. SYSTEMS THINKING	H2) Inter- and multidisciplinary, holistic approach: Considering interfaces with other urgent issues (health, environment, climate, resources/waste/circularity, biodiversity, nutrition, etc.) throughout the entire life cycle of chemical entities, while avoiding transport of problems to other sectors and future legacies.	5. Advancing sustainability of products.
4. ETHICAL AND SOCIAL RESPONSIBILITY	H3) Social responsibility: Promoting and ensuring health and safety as well as fair, inclusive, and emancipatory labour conditions, complying with human rights and justice in all its fields including	8. Maximizing social benefit.

Key Characteristics of Sustainable Chemistry (Kümmerer et al. 2021)	Criteria wording for indicators focussing on the Concept of Sustainable Chemistry	Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual (UNEP 2020)
	education and science. Reduction of inequalities and fair distribution of benefits.	9. Protecting workers, consumers and vulnerable populations.
5. COLLABORATION AND TRANSPARENCY	H4) Transparency and information exchange: Enabling right-to-know throughout the entire life cycle. Promoting knowledge exchange on all levels including all stakeholders (e.g., science, education, business, governments, administration, NGOs).	-
8. CIRCULARITY	H5) Resource management and circularity: Sustainable management of resources, materials, and products (raw materials extraction, production, application, logistics, recycling, and end of life scenario) and energy, to enable circularity without contamination throughout the entire life cycle.	3. Sustainable sourcing of resources and feedstocks. 7. Enabling nontoxic circularity

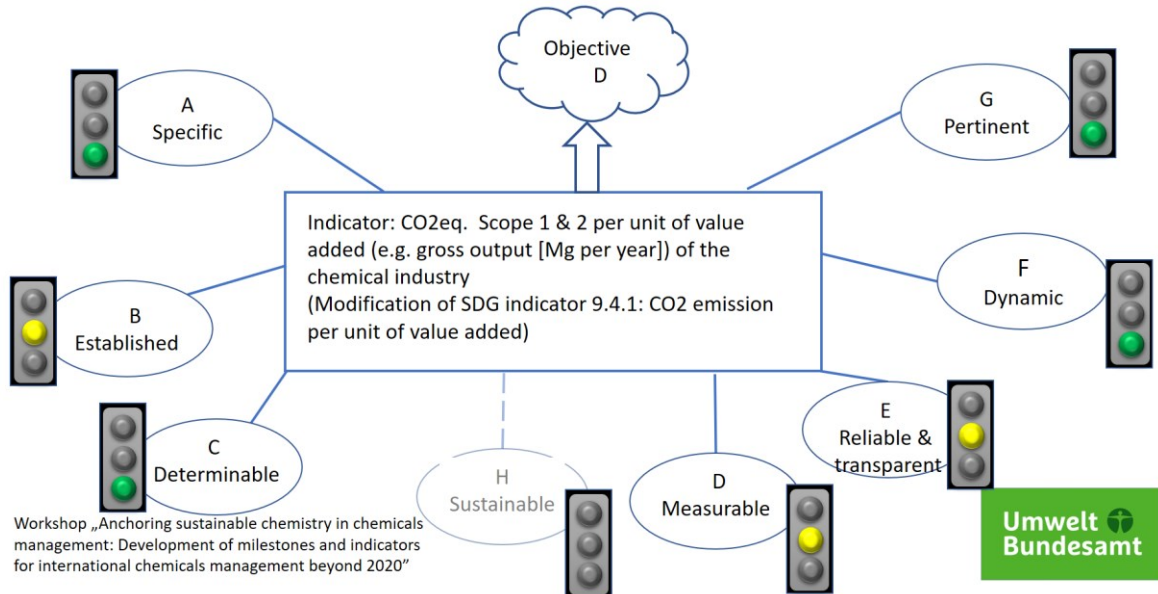
#### 5.4 Verfahren zur Abstimmung der Kriterien

Ein erster Entwurf der Kriterien wurde in mehreren Interviews mit Fachleuten, u.a. den federführenden Autoren des „Framework Manual“ bzw. den „Key Characteristics“, wie auch im ersten Workshop zur Diskussion gestellt. Die danach überarbeitete Fassung wurde in der weiteren Projektarbeit wie auch bei den folgenden Workshops als Grundlage für die Bewertung von Indikatoren genutzt. Dazu wurden einzelne Indikatoren zunächst vorgestellt und dann in Arbeitsgruppen von je etwa zehn Teilnehmerinnen und Teilnehmern anhand der Kriterien diskutiert. Die Ergebnisse wurden online auf „Ampel-Folien“ dokumentiert (Beispiel siehe Abbildung 4). Die Diskussionen in den Workshops trugen dazu bei, die Kriterien präziser zu formulieren; inhaltliche Veränderungen waren aber nicht erforderlich. Lediglich einzelne Formulierungen zur Definition der Kriterien in Tabelle 5 wurden noch angepasst. Die über die Plattform (siehe Kapitel 8) verbreiteten Kriterien wurden - wie sich beim sechsten Workshop herausstellte - von mindestens einem Verband (CEFIC) für die Arbeit an eigenen Indikatoren übernommen.

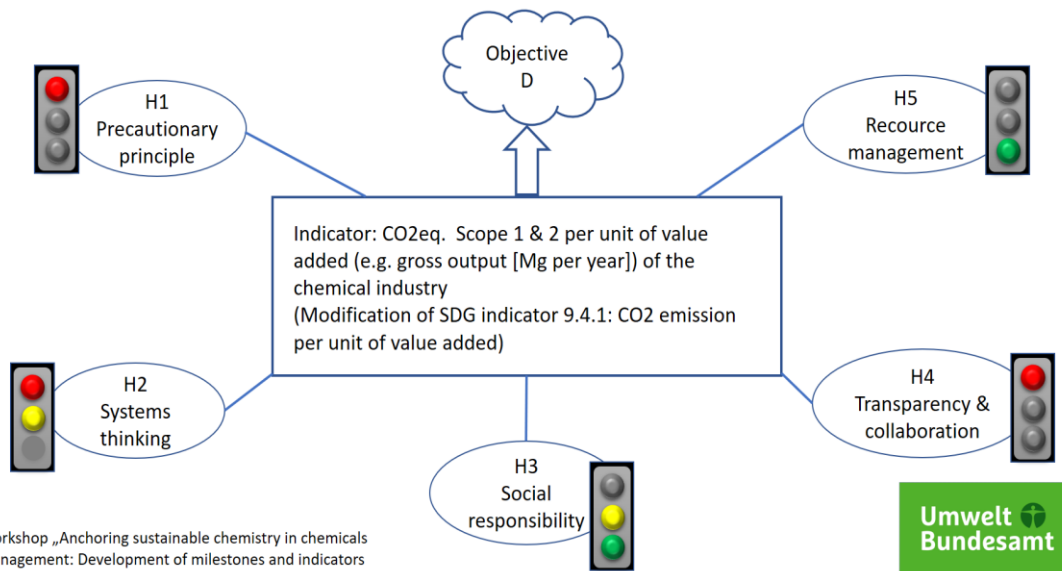
**Abbildung 4: Dokumentation aus der Arbeit beim vierten Workshop: Ergebnisse der Diskussion zu einem vorgeschlagenen Indikator**

*The traffic lights were changed on line according to the opinions of the auditorium*

## General Criteria – A-F



## H Criteria - Sustainable



Quelle: Screenshots aus dem 4. Workshop

## 6 Eingrenzung und Auswahl von Indikatoren

Die Liste potenziell geeigneter Indikatoren enthielt eingangs rund 200 Einträge (siehe Kapitel 4). Sie wurde im Rahmen von zahlreichen Gesprächen zwischen Umweltbundesamt und Projektteam, Interviews mit externen Expertinnen und Experten und Diskussionen mit verschiedenen Stakeholdern im Rahmen von sechs Workshops ergänzt, verändert und sukzessive auf 45 Indikatoren reduziert. Tabelle 6 enthält die Liste dieser als brauchbar eingeschätzten Indikatoren mit einer Zuordnung zu den (im Entwurf vorliegenden) „Strategic Objectives“ für die weitere Arbeit bei SAICM (siehe Kasten unten) sowie eine erste Einschätzung, ob sie vorwiegend Ziele des SMCW oder Fortschritte im Sinne nachhaltiger Chemie („SC“) repräsentieren. (Dieser neue Entwurf der Zielformulierung stellt eine Entwicklung der auf Seite 42 vorgestellten Fassung dar, die zu Projektbeginn vorlag.)

### SAICM strategic objectives (draft, SAICM 2022a)

- ▶ A: [Measures are identified, implemented and enforced in order to prevent or, where not feasible, minimize harm from chemicals throughout their life cycle [and waste];]
- ▶ B: Comprehensive and sufficient knowledge, data and information are generated, available and accessible to all to enable informed decisions and actions.
- ▶ C: Issues of concern [that warrant [global][and][joint] action] are identified, prioritized and addressed.
- ▶ D: Benefits to human health and the environment are maximized and risks are prevented or, where not feasible, minimized through safer alternatives, innovative and sustainable solutions and forward thinking. Further discussion is needed in regards in the use of the term “safe[r]”.
- ▶ E: [The importance of the sound management of chemicals and waste as an essential element to achieving sustainable development is recognized by all [adequate, predictable and sustainable financial and non-financial resources are [identified and] mobilized; actions are accelerated; and necessary [transparent and accountable] partnerships are established to foster cooperation among stakeholders].]

Bei der Auswahl der Indikatoren spielten die in Kapitel 5 dargestellten Kriterien eine zentrale Rolle. Im Anhang C findet sich eine Tabelle, aus der deren Herkunft (ursprüngliche Fassung, herangezogene Quelle, z.B. eine Konvention) bzw. Entwicklung (z.B. Modifizierung durch das Projektteam) und Einstufung der Indikatoren im Sinne aller Kriterien (A bis G und H1 bis H5) im Detail entnommen werden kann.



**Tabelle 6: Vollständige Liste der vorgeschlagenen Indikatoren**

No.	Proposed Indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
1	Share of large/medium/small chemical enterprises of the region (Africa, Asia, Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS	D, E	Project team	H2, H3, H4, H5	<b>12.6</b>
2	Number of new supplier assessments carried out in the year under review, by region, and change compared with the previous year	A, D	Project team (TfS)	(H2), H3	<b>12.4, 12.6</b>
3	Number of Inspections (by authorities or independent auditors) undertaken to prove compliance with existing regulation in the relevant industries	A, D	Modification of a TWG4 Indicator (ILO)	H3	<b>12.4, 12.6</b>
4	Share of product categories (in relation to all product categories) to which extended producer responsibility applies	D	Modification of a TWG4 Indicator	(H1), H4, H5	<b>12.3, 12.5</b>
5	Domestic material consumption, domestic material consumption per capita and per GDP	D	SDG Indicator 12.2.2	(H4), H5	<b>12.2</b>
6	Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment, e.g., recovered, recycled, incinerated	A, D	Modification of SDG Indicator 12.4.2.	(H2), H3, (H5)	<b>12.4</b>
7	Number of countries that have adopted...regulations aiming to disclose chemicals of concern (CoC) in consumer products	B, E	IPEN Indicator A.2-5	(H1), H3	(12.4)
8	Value of fossil-fuel subsidies per unit of GDP (production and consumption) related to the chemical industry's energy consumption	D, E	Modification of SDG Indicator 12.c.1	H2, H5	<b>12.c</b>
9	Total value inward and outward illicit financial flows related to chemicals and waste measured per unit of product detected used for unintended application and volume of illegally disposed waste	A, C, D	Modification of SDG Indicator 16.4.1	H3, H4	<b>16.4</b>
10	Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System... within the chemical industry... by an independent auditor	D	Modification of a TWG4 Indicator	H3, (H4), (H5)	<b>12.4, 12.6</b> (8.3)

No.	Proposed Indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
11	Share of companies belonging to National Associations (having implemented Responsible Care®) in the global turnover of the chemical industry or in the number of employees in the chemical industry worldwide	A, D	Project team	H3, (H4)	<b>12.4</b>
12	Share of the world's largest chemical companies having signed on to 2014 Responsible Care Global Charter	A, D	Project team	H3	<b>12.4</b>
13	Number or share of parties that have ensured that the public has appropriate access to information on chemical handling and accident management and on alternatives that are safer for human health or the environment than the chemicals listed in Annex III of the Rotterdam Convention	B	Project team	H3, H4	<b>12.4</b>
14	Direct economic loss attributed to <u>chemical</u> disasters in relation to global GDP	B	Modification of SDG Indicator 1.5.2	H3	<b>1.5</b>
15	Number of countries that have implemented a legal framework to reduce adverse impacts from chemicals throughout their lifecycle and waste	A	Modification of a TWG4 Indicator	H1, H2, H5	<b>12.4</b>
16	CO <sub>2</sub> eq. Scope 1 & 2 per unit of value added (e.g., gross output [Mg / yr]) of the chemical industry	C, D	Modification of SDG Indicator 9.4.1	H2, H5	<b>9.4</b>
17	Number of companies publicly reporting their chemical footprint	D	IPEN Indicator D.5-7	H1, H3, (H4)	<b>12.6</b>
18	Number of progress or improvements documented in the year under review for suppliers already assessed in an audit follow-up / re-audit or reassessment, by region, and change compared to the previous year	A, D	Project team (Tfs)	(H2), H3	<b>12.4 (10.3)</b>
19	Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production that is based on renewable materials ... [%]	D	Modification of a TWG4 Indicator	H5	<b>12.2</b>

No.	Proposed Indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
20	Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the total mass of chemical production by x %	A, D	Modification of IPEN Indicator D.5-2	H1, H3	<b>12.4</b> (6.3)
21	Amount of household waste generated / recycled (type...) / incinerated / landfilled per country	B, D	TWG4 (similar: IPEN Indicator D.2-15)	(H2), (H5)	<b>12.3., 12.5</b>
22	Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country	B, C, D	Project team (based on a suggestion by the participants of Workshop #2)	(H2), (H5)	<b>12.5</b>
23	Number of countries using sustainable chemistry principles in their legal framework	D	Modification of a TWG4 Indicator	H1 - H5	<b>12.4</b> (8.2, 8.3, 9.5)
24	Material footprint, material footprint per capita, and per GDP	D	SDG Indicator 12.2.1	(H2), H5	<b>12.2</b>
25	Mortality rate attributed to unintentional poisoning ... caused by chemicals	C, D	Modification of SDG Indicator 3.9.1	(H3), H4	<b>3.9</b>
26	Number of relevant instruments and collective agreements (e.g., between companies and trade unions) on occupational safety and health including the prevention of chemical risks	A, D	Modification of a TWG4 Indicator	H3	(3.9, 12.4)
27	Number of Member States whose laws and regulations and any other relevant instruments on occupational safety and health include the prevention of chemical risks	A, D	Modification of a TWG4 Indicator	H3	(3.9, 12.4)
28	Number of countries that adopt policies and instruments that implement agro-ecological strategies and practices that reduce synthetic input such as pesticides and fertilizers and are based on biodiversity and integrated soil nutrition...	D	IPEN Indicator A.1-6	H2, (H5)	<b>2.4, 2.5</b>

No.	Proposed Indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
29	Number of countries that implement circular economy without toxic chemicals recycling	D	Modification of IPEN Indicator D.2-4	H2, H3, H5	<b>12.5</b> (12.4)
30	Number of countries with EPR policies... so that the pharmaceutical industry is accountable for all pharmaceutical waste throughout the life cycle of their products	D	IPEN Indicator A.8-2	H1, H2, (H4)	(12.4, 12.5)
31	Number of PRTRs with publicly accessible data established	A, B, D	IPEN Indicator A.5-1	H1, (H4)	(12.4, 16.10)
32	Participation in educational, training and awareness programmes on chemical safety and sustainability, including # of graduates, # of participants, # of people receiving awareness programme	B	TWG4	(H2), H3, H4	<b>12.4</b> (12.8)
33	The percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities	D	Modification of IPEN Indicator D.6-2	H3, (H4)	(12.4, 10.3)
34	Change in water-use efficiency in the chemical industry („water footprint“)	A	Modification of SDG Indicator 6.4.1	(H2), H5	<b>6.4</b>
35	Renewable energy share in the... final energy consumption of the chemical industry	A, D	Modification of SDG Indicator 7.2.1	(H2), H5	<b>7.2</b>
36	Number of countries that have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct	A, B, C	TWG4 (IOMC Indicator)	H2, (H3)	<b>12.4</b>
37	Number/percentage of countries where the legal framework demands risk assessment and registration / authorization of new chemicals before putting them on the market	A, C	Project team (with reference to the IOMC Toolbox)	H1, H3	<b>12.4</b>
38	Number of (share of) countries reducing the emission of reactive N compounds (waste water, exhaust air, agriculture) by legislation	A, C	Project team	(H1), H2, H3	<b>2.4, 6.3, 13.2</b>
39	Number of countries subsidising the use of synthetic fertilizers (or: not subsidising)	E	Project team	H2, (H5)	<b>2.4</b>

No.	Proposed Indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
40	Number of countries that have implemented the System of Environmental Economic Accounting (UN SEEA)	E	SDG Indicator 15.9.1b, also relation to Aichi target No. 3	H2, H4	<b>15.9</b>
41	Number of countries that phased out the manufacture, import, sale and use of Highly Hazardous Pesticides (HHP)	A, B, C	IPEN Indicator A.1-5	H1, H3	<b>3.9, 12.4</b>
42	Increase of the Environmental Protection Expenditures (%) in COFOG Reporting (COFOG = Classification of the Functions of Government)	D, E	Project team	H4	
43	Carbon pricing instruments (including fuel and carbon taxation, emissions trading systems - ETS) or: Amount of money earned from carbon pricing instruments	D, E	Project team	H2, (H5)	<b>13.2</b>
44	Number of companies conducting an environmental cost-benefit analysis	D	Project team	H4, H5	(12.6)
45	Sum of resource taxes on non-renewable natural resources and their extraction collected by countries	D, E	Project team	(H4), H5	(8.4, 9.4, 11b, 12.2)

Alle 45 Indikatoren erfüllen mindestens ein Kriterium für nachhaltige Chemie (H). Allerdings sind von diesen 45 nur 17 Indikatoren bereits in anderen Regelwerken vorhanden (B - established), 25 werden als gut ermittelbar (C - determinable) und 20 als gut messbar (D - measurable) eingestuft. Bei der Prüfung, wie viele Indikatoren zwei der drei Kriterien gleichermaßen gut erfüllen, verringert sich die Zahl geeigneter Indikatoren deutlich auf neun (B+C und C+D) bzw. sieben (B+D). Lediglich vier Indikatoren weisen bei allen drei Kriterien (B+C+D) eine sehr gute Bewertung auf. D.h. von den 17 etablierten Indikatoren sind 13 entweder gut messbar, aber schwer ermittelbar (z.B. zu hoher Ermittlungsaufwand), oder gut ermittelbar, aber schlecht messbar (z.B., weil nur qualitativ erfassbar). Von den 28 nur teilweise oder gar nicht etablierten Indikatoren sind wiederum zahlreiche ermittelbar und/oder messbar.

Im sechsten und letzten Workshop wurde empfohlen, die Liste der Indikatoren zu überarbeiten, insbesondere solche Indikatoren zu priorisieren, die den Fortschritt beim Wandel hin zu einer nachhaltigen Chemie oder Trends für nachhaltige Entwicklung im Sinne der SDGs abbilden. Auch sollte die Anzahl an rein prozessualen Indikatoren („Anzahl von Ländern, die...“) minimiert werden. „Schlüsselindikatoren“ sollten möglichst von allen Ländern angewendet werden können, d.h. Daten sollten verfügbar sein. Hierfür haben die eingebundenen Expertinnen und Experten das Schaffen einer „Messbarkeitsstruktur“ („measurability structure“) vorgeschlagen

(dieser Vorschlag konnte im Projekt nicht aufgegriffen werden). Im Nachgang zum sechsten Workshop wurde die vorgeschlagene Reduzierung vom Auftragnehmer-Team vorgenommen und mit dem Auftraggeber abgestimmt. Diese finale Liste mit 23 prioritären Indikatoren findet sich im Kapitel 7.

Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über verfügbare Datenquellen (Abschnitt 6.1) gegeben. In den Abschnitten 6.2 bis 6.6 werden einzelne Indikatoren und ihre jeweilige Bewertung auf Basis der Kriterien beispielhaft diskutiert und dabei auf die Tabelle im Anhang zurückgegriffen.

## 6.1 Ermittlung von Daten auf der globalen Ebene

SAICM ist ein globales Netzwerk, dem auch Entwicklungsländer angehören. Daher müssen die Indikatoren möglichst einfach zu erheben sein, zumal SAICM nicht auf einer bindenden internationalen Vereinbarung fußt. Das IOMC versucht seit mehreren Jahren, mit einigen sehr einfachen Indikatoren, die unter anderem Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Konventionen abbilden, das Berichtsniveau zu heben („data from verifiable sources for which global data are available“, IOMC (2015b)). Wegen des Multi-Stakeholder-Ansatzes von SAICM besteht auch die Möglichkeit, Berichte von internationalen Organisationen und weitere Quellen (z.B. von Industrie- und Umweltverbänden) im Sinne der Verfolgung von Indikatoren zu verwerten. Wesentliche Datenquellen für global relevante Indikatoren sind etwa das SDG-Datenportal der Vereinten Nationen (<https://unstats.un.org/sdgs/dataportal>), das Open SDG Data Hub (<https://unstats-undesa.opendata.arcgis.com/>), die Datenbanken von Organisationen wie etwa ILO (<https://ilostat.ilo.org/>), UNEP, UNECE, UNITAR, FAO oder WHO oder auch die Webseiten einschlägiger multilateraler Umweltabkommen wie etwa der Basel Convention. Relevante Informationsquellen der (chemischen) Industrie sind etwa bei CEFIC bzw. ICCA (Responsible Care®) zu finden. Diese können allerdings auch nur die Daten wiedergeben, die sie von ihren Mitgliedsfirmen erhalten, sodass hier auf die Bereitschaft zur Datenweitergabe gesetzt werden muss. Dies betrifft auch die weltweit größte Datenbank zur Nachhaltigkeitsberichterstattung, die von der Global Reporting Initiative (GRI) betrieben wird. Die Sustainability Disclosure Database (<https://database.globalreporting.org>) wurde allerdings im Frühjahr 2021 außer Betrieb genommen.

## 6.2 Indikatoren für Gefährdungen durch Chemikalien

Ein Teil der Indikatoren nimmt direkt oder indirekt Bezug auf potenziell schädliche Stoffe, auf deren Wirkungen oder auf Maßnahmen zur Verhütung bzw. Begrenzung von Schäden. Entsprechend dem Vorgehen im PSR- bzw. DPSIR-Modell (siehe Abschnitt 5.1) lassen sie sich unterteilen in Zustandsindikatoren („state“), auf Stoffströme („driving forces“) oder Wirkung bezogene („impact“) Indikatoren bzw. solche, die Korrekturmaßnahmen („response“) indizieren. Indikatoren für Gefahren durch Chemikalien können vielfach auf bestehende Berichtssysteme aufbauen, die vor allem Ziele im Sinne des SMCW verfolgen und oft nur einen Bezug zum Prozess aufweisen. Beispiele:

- ▶ Nr. 16: „Number of countries that have implemented a legal framework to reduce adverse impacts from chemicals throughout their lifecycle and waste“ wurde in ähnlicher Form auch von der zuständigen Arbeitsgruppe als Indikator für die zukünftige Arbeit von SAICM vorgeschlagen (SAICM 2020b). Dies berührt Aspekte der Kriterien H1, H2 und H5. Der Indikator ist wichtig (Kriterium G) und spezifisch (Kriterium A). Informationen hierzu sind im Internet verfügbar ([www.ecolex.org/](http://www.ecolex.org/)), sodass auch Kriterium B erfüllt ist; allerdings erlaubt die Zahl der Länder mit entsprechenden Regelwerken keinen Rückschluss auf

Umfang und Vollzug. Daher wird die Zuverlässigkeit des Indikators als mittelmäßig eingestuft (Kriterium E).

- ▶ Nr. 25: „Mortality rate attributed to unintentional poisoning ... caused by chemicals“ erfüllt die Kriterien H4 und in geringerem Umfang auch H3. Er beschreibt einen Zustand, dessen Änderung dringend geboten ist und der durch regelmäßige Datenerhebung verfolgt werden kann. Der entsprechende SDG-Indikator ist allerdings allgemeiner gefasst. Der Zusatz „caused by chemicals“ wird zusätzlich vorgeschlagen, um eine spezifischere Aussage zu erhalten, da sich SDG 3.9 u.a. auch auf Luftverschmutzung durch Feinstaub bezieht. Spezifischere Daten können etwa von Vergiftungszentren erfasst werden; die Vollständigkeit der Datenerfassung und die Zuverlässigkeit der Diagnosen lassen sich allerdings nicht nachprüfen.
- ▶ Nr. 36: Number of countries which have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct“ ist ein IOMC-Indikator (IOMC 2015b), der die Kriterien H2 und z.T. H3 erfüllt, und wird auch von der zuständigen Arbeitsgruppe als Indikator für die zukünftige Arbeit von SAICM vorgeschlagen (SAICM 2020b). Er zeigt an, wie viele Länder Maßnahmen einleiten („response“), um den Pestizid-Einsatz im Sinne des SMCW zu steuern. Dieser Indikator erfüllt nahezu alle formalen Kriterien. Allerdings kann man den Vollzug der entsprechenden Gesetzgebung nicht erfassen; die Messbarkeit (Kriterium D) ist mithin eingeschränkt.
- ▶ Nr. 9: „Total value inward and outward illicit financial flows related to chemicals and waste“ soll den Stand des Kampfs gegen illegalen Handel mit Chemikalien und Abfällen indizieren. Der als Quelle benutzte SDG-Indikator bezieht sich unspezifisch auf alle illegalen Transaktionen. Für die hier vorgenommene Ergänzung sind keine statistischen Daten unmittelbar vorhanden, sodass die Kriterien C bis E nicht erfüllt sind. Mit einer systematischen Auswertung von circa 66.000 Einträgen in der UN Comtrade-Datenbank konnten kürzlich massive Verstöße gegen die Rotterdam Convention („prior informed consent“) für Chemikalien wie Tetraethylblei oder Chrysotyl-Asbest wie auch für den Handel mit Pestiziden nachgewiesen werden (Zou et al. 2023).

Für den Übergang zum breiteren Ansatz nachhaltiger Chemie kann folgender Indikator als Beispiel dienen:

- ▶ Nr. 18: „Number of progress or improvements documented in the year under review for suppliers already assessed in an audit follow-up / re-audit or reassessment, by region, and change compared to the previous year (TfS)“ würde einen Beitrag zu den Kriterien H3 und teilweise auch zu H2 leisten. Es handelt sich um einen Vorschlag des Projektteams, der sich aus der Recherche (siehe Kapitel 4) ergab. EcoVadis führt derartige Audits im Auftrag von TfS<sup>21</sup> durch, deren Ergebnisse selbstverständlich nur den direkt beteiligten Unternehmen zugänglich sind. Allerdings könnten die für den Indikator benötigten Daten über eine anonymisierte Statistik zur Verfügung gestellt werden. Diese gibt es bisher nicht; daher ist die Messbarkeit nicht gegeben (Kriterium D). Das Projektteam hat im Rahmen der Veranstaltung zur Nutzbarmachung der Indikatoren in der europäischen Politik eine entsprechende Bitte an CEFIC adressiert (siehe Abschnitt 9.3)

<sup>21</sup> Together for Sustainability (TfS) ist ein Zusammenschluss weltweit agierender Chemieunternehmen zur Durchführung von Audits bei ihren Vorlieferanten, um die Einhaltung von Nachhaltigkeits-Standards zu überprüfen. Partner von TfS sind CEFIC (the European Chemical Industry Council), VCI (the German Chemistry Council) und CPCIF (the China Petroleum and Chemistry Industry Federation), siehe <https://www.tfs-initiative.com/>



In den Indikatoren bezieht sich der Fortschritt im Sinne einer nachhaltigen Chemie nicht direkt auf Schadstoffgruppen o.ä., sondern in erster Linie auf vorbeugende oder korrigierende Maßnahmen. Dies lässt sich an folgendem Beispiel nachvollziehen (siehe auch Abschnitte 6.4 bis 6.6):

- ▶ Nr. 23: „Number of countries using sustainable chemistry principles in their legal framework“ ist ein Vorschlag der TWG4 (SAICM 2020b), der vom Team leicht modifiziert wurde. Der Indikator ist von hoher Bedeutung und spezifisch (Kriterien A und G). Durch die zwischenzeitlich erfolgte Konkretisierung des Konzepts der Nachhaltigen Chemie auf der UNEP-Ebene (siehe Kapitel 1 und 2) ist der Begriff „sustainable chemistry“ auch politisch klar definiert. Allerdings lässt sich die Umsetzung in einem Regelwerk bzw. dessen Vollzug, wie oben schon mit Bezug auf den Indikator Nr. 16 ausgeführt wurde, kaum messen.

Der in der EU-Umweltpolitik gebrauchte Begriff „safe and sustainable by design“ (SSbD) bezieht sich auf das zum Konzept der grünen Chemie und der nachhaltigen Chemie zählende „benign by design“-Prinzip. Es wäre vorteilhaft, über Indikatoren nachverfolgen zu können, inwieweit sich dieses Prinzip bei der Synthese neuer chemischer Produkte oder pharmazeutischer Wirkstoffe durchsetzt. Dies ist nach den bei der Bewertung von Indikatoren gemachten Erfahrungen schwierig: Es fehlt noch eine abschließende, allgemein anerkannte Definition. Selbst wenn diese Daten verfügbar wären (Kriterium D), müssten sie entweder im Zusammenhang mit der Substitution einzelner Stoffe oder Stoffgruppen oder anhand von SSbD-Patentanmeldungen erhoben werden (siehe dazu auch Ergebnisse der ICCE 2023, Abschnitt 9.2.2).

### 6.3 Indikatoren für Ressourcen und Abfälle

Systemisches Denken ist eine entscheidende Voraussetzung für nachhaltiges Handeln. Es ist folgerichtig, dass das Konzept der Nachhaltigen Chemie explizit die Frage des Verbrauchs von Ressourcen und auch die Wechselbeziehungen zwischen Energie- und Materialressourcen einbezieht (Kriterium H5). Aufgabe der nachhaltigen Chemie ist es, mit weniger Ressourcen, vor allem nicht erneuerbaren, auszukommen und durch geeignete Produkte Beiträge zur Verringerung des Material- und Energieverbrauchs zu leisten. Zudem wird durch die Vorgabe einer „life cycle“-Betrachtung die Abfall-Phase („EoL“ = „end of life“) einbezogen. Der Weg zu einer Verringerung des Ressourcenverbrauchs führt auch über zirkuläre anstelle von linearen Materialströmen (Kriterium H1). Dabei ist das Verschleppen von Schadstoffen zu vermeiden (Kriterium H5).

In seiner ursprünglichen Fassung integrierte SAICM nur gefährliche (chemische) Abfälle in das Arbeitsprogramm (siehe Kapitel 1). Von der TWG4 wurde die Rolle der Abfallwirtschaft bei SAICM wesentlich breiter angelegt (siehe Ausführungen zu „cross cutting high-level indicators“ in (SAICM 2020b)). Eine stärkere Integration abfallwirtschaftlicher Fragen lässt sich nunmehr mit einer in der Abschlusserklärung gefundenen Kompromissformel - „the life cycle of chemicals, including products and waste“ - und der in Objective D.2 geforderten Präferenz für „circular, safer and sustainable approaches“ unter dem neuen „Global Framework for Chemicals - For a Planet Free of Harm from Chemicals and Waste“ realisieren (IISD 2023).

Im Rahmen dieser Studie wurden zahlreiche Indikatoren entwickelt und in den Workshops wie auch in Gesprächen mit einzelnen Persönlichkeiten diskutiert, die zur Beobachtung der Ressourcenproblematik und der Schnittstelle zwischen Produkten, Stoffen und Abfällen geeignet sind. Einige Beispiele werden im Folgenden näher beleuchtet:

- ▶ Nr. 22: „Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country“ wurde im Rahmen dieser Studie formuliert und beruht auf einer Diskussion beim zweiten Workshop. Dieser Indikator beschreibt den spezifischen Status eines schwerwiegenden globalen Problems und genügt teilweise den Kriterien H2 bzw. H5. Derartige detaillierte Daten zu Kunststoffabfällen werden zurzeit vorwiegend von Industrieländern erhoben; die Messbarkeit auf globaler Ebene ist also nicht gegeben. Die aufgrund der UNEA-Resolution 5/14 begonnene Arbeit an einem weltweiten Übereinkommen über die Verschmutzung durch Kunststoffe (UNEA 2022a) dürfte dazu beitragen, entsprechende Daten bereit zu stellen.
- ▶ Nr. 19: „Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials ... [%]“ wurde aus der Liste der TWG4 übernommen („number of companies that use natural products...“) und präzisiert. Dieser Indikator fokussiert auf die notwendige Transformation von der Nutzung nicht-erneuerbarer zu erneuerbaren Ressourcen. Er erfüllt die Kriterien H1 und H3 und bezieht sich eindeutig auf das Konzept der Nachhaltigen Chemie. Globale Daten hierfür fehlen bislang, könnten aber von der Industrie bereitgestellt werden. Die Kriterien C bis E sind daher schwer zu erfüllen.
- ▶ Nr. 5: „Domestic material consumption, domestic material consumption per capita and per GDP“ sowie Nr. 24: „Material footprint, material footprint per capita, and per GDP“ wurden bei mehreren Workshops angesprochen. Diese Indikatoren erfüllen das Kriterium H5 und teilweise auch H2 bzw. H4. Allerdings wird der Materialverbrauch durch zahlreiche Parameter beeinflusst und eben nicht nur durch die Chemieproduktion bzw. ggf. auch ressourcenschonende Chemieprodukte. Beide sind als SDG-Indikatoren etabliert, allerdings fehlen bislang entsprechende Daten (Material footprint) oder sie sind nicht aktuell (Domestic material consumption).<sup>22</sup>
- ▶ Nr. 6: „Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment, e.g., recovered, recycled, incinerated“ ist die im Laufe des Projekts modifizierte Version eines SDG-Indikators. Er genügt dem Kriterium H3 und teilweise auch den Kriterien H2 und H5. Er betrifft ein bedeutendes Problem (Kriterium G), ist aber nicht spezifisch für die Chemie (Kriterium A). Die Daten sind grundsätzlich in vielen Ländern verfügbar und könnten ggf. über die Basel Convention bewertet werden, wobei auch die Definition von gefährlichen Abfällen sich an den Kategorien dieser internationalen Vereinbarung ausrichten sollte.
- ▶ Nr. 29: „Number of countries that implement Circular Economy... without toxic chemicals recycling“ wurde in ähnlicher Form von IPEN vorgeschlagen. Dieser Indikator nimmt das Nachhaltigkeitsprinzip der Rückführung von Materialien zur erneuten Nutzung auf (Kriterien H1, H5). Allerdings fehlt bisher eine global einheitliche Definition von „Circular Economy“. Auch „toxic chemicals“ müsste näher eingegrenzt werden. Wie schon in Abschnitt 6.2 zu den Indikatoren 16 und 23 ausgeführt, sagt die Zahl der Länder mit derartigen Regelwerken wenig über den Erfolg der Maßnahmen aus.

## 6.4 Indikatoren für Klima und Biodiversität

Dem übergreifenden Ansatz der nachhaltigen Chemie folgend, sollen Schnittstellen zu anderen globalen Herausforderungen berücksichtigt werden, u.a. um die Verschiebung von Problemen in andere Sektoren oder zwischen Umweltmedien zu vermeiden. Hierzu zählen u.a. die planetaren

<sup>22</sup> Open SDG Data Hub [www.unstats-undesa.opendata.arcgis.com](http://www.unstats-undesa.opendata.arcgis.com) (15.09.2022). Für DMC stehen Daten bis 2017 zur Verfügung, allerdings handelt es sich nur um Schätzwerte.

Grenzen für Treibhausgase und das Aussterben von Tier- und Pflanzenarten. Wesentliche Beiträge der chemischen Industrie zum Klimaschutz können u.a. erreicht werden durch

- ▶ Verringerung des Energieverbrauchs bzw. Nutzung erneuerbarer Energien
- ▶ Umstellung der stofflichen Basis auf nachwachsende Rohstoffe

Angesichts des großen Bedarfs an Grundchemikalien kann eine exzessive Nutzung nachwachsender Rohstoffe aber auch dazu führen, dass Arten oder Biotope vernichtet werden. Diese Problematik wurde anhand potenziell geeigneter Indikatoren im dritten Workshop mit Fachleuten aus Lateinamerika und im fünften Workshop für Afrika und dem Mittleren Osten diskutiert. Zudem wurden mehrere Interviews mit Schwerpunkt Biodiversität und Produktion auf Basis von Naturstoffen geführt. Der Zusammenhang zwischen Klimagasen und chemischer Produktion bzw. Produkten ist vergleichsweise leicht herzustellen. Der negative Einfluss bestimmter Produkte oder Produktionsweisen auf die Biodiversität ist zwar in zahlreichen Einzelfällen bekannt, aber ein allgemeiner Zusammenhang zwischen Chemikalieneinsatz und Artenverlust auf der globalen Ebene lässt sich schwer herzustellen. Als wichtigster Faktor für die Artenvielfalt gilt die Landnutzung. Insofern können intensiv betriebene Monokulturen auf großen Flächen wie der Anbau von Zuckerrohr für die Produktion von Ethanol gravierende Schäden für die Biodiversität zu Folge haben, was sich nicht in einem einfachen Indikator erfassen lässt. Daher wurden Indikatoren vorgeschlagen, die Rahmenbedingungen landwirtschaftlicher Produktion im Zusammenhang mit dem Chemikalieneinsatz abbilden. Hier sind wichtige Beispiele für die Themenfelder Klima bzw. Biodiversität:

- ▶ Nr. 16: „CO<sub>2</sub> eq. Scope 1 & 2 per unit of value added (e.g., gross output [Mg / yr]) of the chemical industry“ beruht auf einem SDG-Indikator, der hier aber ausschließlich auf die chemische Industrie bezogen wird. Außerdem begrenzt der Vorschlag aus dieser Studie den Carbon Footprint auf Scope 1 und Scope 2, um Probleme kleinerer Unternehmen oder von Ländern mit geringen statistischen Möglichkeiten bei der Ermittlung des Scope 3 zu umgehen. Damit sinkt allerdings die Aussagekraft (Kriterium G). Der Indikator erfüllt die Kriterien H2 (holistic thinking) und H5 mit Bezug auf das Ressourcenmanagement.
- ▶ Nr. 35: „Renewable energy share in the... final energy consumption of the chemical industry“ ist ähnlich wie im vorher zitierten Fall ein im Sinne der Berücksichtigung nachhaltiger Chemie spezifischer formulierter SDG-Indikator.
- ▶ Nr. 38: „Number of (share of) countries reducing the emission of reactive N compounds (waste water, exhaust air, agriculture) by legislation“ wurde vom Projektteam entwickelt. Verschiedene multinationale Abkommen (z.B. OSPARCOM) richten sich gegen die Belastung von Randmeeren mit Nährstoffen, vor allem Stickstoffverbindungen. Zahlreiche Länder gehen mit nationalen Initiativen gegen die spezifische Belastungen durch Nitrat im Grundwasser als Folge von Überdüngung oder gegen Stickoxide, Ammoniak, Distickstoffoxid aus Verkehr, Landwirtschaft und Industrie vor. Mit der Colombo Declaration (INMS 2021) und der darauffolgenden UNEA-Resolution (UNEA 2022d) ist das Thema nun auf der globalen Agenda. Wie alle „Response“-Indikatoren, die sich lediglich auf die Zahl der handelnden Länder beziehen, lassen sich damit Umfang und Vollzug der Maßnahmen nicht abbilden.
- ▶ Nr. 41: „Number of countries that phased out the manufacture, import, sale and use of Highly Hazardous Pesticides (HHP)“ wurde von IPEN vorgeschlagen und gehört (siehe Abschnitt 6.3) zu den Indikatoren, die Maßnahmen zum Schutz vor gefährlichen Chemikalien beschreiben und die Kriterien H1 und H3 erfüllen. Allerdings sind humantoxische Pestizide

auch ökotoxisch. Insofern kann der Indikator auch eine Rahmenbedingung für die Landwirtschaft abbilden. Angesichts einer unklaren Abgrenzung von HHP<sup>23</sup> wie auch der mangelnden Differenzierung zwischen Herstellung und Verbrauch ist die Messbarkeit problematisch (Kriterien C bis E).

Des Weiteren leisten Innovationen in der Chemieindustrie, z.B. zur Verbesserung der Effizienz erneuerbarer Energien, zur Energiespeicherung, zur Verringerung des Stoff- und Energieverbrauchs chemischer Reaktionen, erhebliche Beiträge zum Klimaschutz. Die Frage der Messbarkeit von Innovationen wird in Abschnitt 6.6 diskutiert.

## 6.5 Indikatoren für soziale Herausforderungen

Die Datenlage zur Messbarkeit sozialer Themen ist derzeit noch schwierig; die meisten Rahmenwerke und Berichtsstandards verwenden generelle Indikatoren, meist auf Ebene der Länder. Unternehmensindikatoren hingegen beziehen sich auf Arbeitssicherheit, Arbeitszeiten und Gesundheit von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern und sind nicht spezifisch auf die Chemieindustrie bezogen.

Workshop-Teilnehmende schlugen vor, auch Metriken mit Schwerpunkt auf Bildung, Schulung und Höherqualifizierung von Menschen, die in die Arbeitswelt eintreten, zu verwenden. Ein Indikator für die Anzahl von Bildungsprogrammen dieser Art wäre sinnvoll und leicht zu erheben. Eine weitere Idee war, einen marktgesteuerten Indikator zu schaffen, der Verhaltensänderungen sowohl von Seiten der Verbraucher als auch der Industrie messen könnte.

Neuere Entwicklungen wie das deutsche Lieferkettensorgfaltspflichten-Gesetz (LkSG) erfordern keine expliziten Indikatoren, sondern nur allgemein eine Betrachtung und Prävention von menschenrechtlichen und umweltbezogenen Risiken in der Lieferkette. Ähnliches sieht auch die Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD) der EU-Kommission vor<sup>24</sup>.

Bei SAICM gibt es seit kurzem eine „Community of Practice“, die sich mit den Auswirkungen von Chemikalien bzw. der chemischen Industrie speziell auf Frauen beschäftigt, aber hierzu gibt es noch keine Indikatoren.

Neuere Untersuchungen weisen darauf hin, dass insbesondere Frauen in LMICs von den meist negativen Auswirkungen des Einsatzes von Chemikalien betroffen sind. Sie kommen in diversen Anwendungsbereichen häufiger und intensiver mit Chemikalien in Kontakt, z.B. (Brosché 2021):

- ▶ In der Produktion: bei der Herstellung von Elektronik sind Beschäftigte stark gefährlichen Chemikalien ausgesetzt.
- ▶ Während des Gebrauchs: Frauen sind häufiger Chemikalien ausgesetzt, die besonders schädliche Auswirkungen auf Schwangere und sich entwickelnde Kinder haben, wie Blei in Farben und Chemikalien in Spielzeug.
- ▶ Nach Gebrauch und am Ende der Produktlebensdauer: etwa, wenn Frauen bei der Ernte oder beim Reinigen gebrauchter Pestizidbehälter hochgefährlichen Pestiziden ausgesetzt sind.

---

<sup>23</sup> IPEN bezieht sich in seinem Vorschlag nicht nur auf die Definition von (FAO/WHO 2016), sondern auch auf die Kriterien des Pesticide Action Network von 2016 (PAN 2016). Letztere wurden inzwischen aktualisiert (PAN 2021).

<sup>24</sup> Zum Zeitpunkt der Erstellung dieses Berichts befand sich die CSDDD im Trilog-Verfahren zwischen Kommission, EU-Parlament und dem Rat der Europäischen Union.

Für das Projekt wurden folgende Indikatoren als brauchbar identifiziert und in die Liste der 23 vorgeschlagenen Indikatoren aufgenommen:

- ▶ Nr. 10: „Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System... within the chemical industry... by an independent auditor“. Dieser Indikator zielt zwar in erster Linie auf den Aspekt Umwelt, wäre aber relativ leicht zu erheben und, geht man vom Prinzip des guten Willens aus, verlässlich. Zudem werden in der betrieblichen und teilweise auch gesetzlichen Praxis Umweltschutz und Gesundheitsschutz zunehmend zusammen gedacht und organisiert.
- ▶ Nr. 12: „Share of the world’s largest chemical companies having signed on to 2014 Responsible Care Global Charter.“ Auch bei diesem Indikator werden beide Themen zusammen adressiert. Die Problematik hier liegt allerdings darin, dass die Messbarkeit des Indikators mäßig gegeben ist, da nur die Anzahl der Unternehmen bestimmt wird, nicht aber der Reifegrad und damit die Wirkung der Teilnahme an der Responsible Care®-Initiative.
- ▶ Nr. 33: „The percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities“ verbindet Fragen der Menschenrechte mit dem Einsatz gefährlicher Stoffe und ist die leicht modifizierte Fassung eines Vorschlags von IPEN (IPEN 2019). Dies ist der einzige als geeignet bewertete Indikator, der explizit sowohl auf chemische Substanzen wie auch auf Menschenrechte eingeht. Er erfüllt das Kriterium H3, mit Einschränkungen auch H4. Zweifellos wird hier ein wichtiger Zusammenhang indiziert (Kriterium G), der auch spezifisch für Produktion und Verarbeitung von Chemikalien ist (Kriterium A). Allerdings gibt es hierfür bisher keine brauchbare Datenbasis. Regelungen zur Überprüfung von Lieferketten durch große Unternehmen (siehe z.B. Spinaci 2023) können in Zukunft zur Erfassung solcher Daten, allerdings nur durch europäische Firmen, dienen, siehe die oben genannte, im Verfahren befindliche Corporate Sustainability Due Diligence Directive (CSDDD); diese könnte für eine entsprechende Datenbasis auf EU-Ebene sorgen. Die mit diesem Indikator verbundenen Probleme der Bestimmbarkeit, Verlässlichkeit und Messbarkeit dürften sich mit zunehmender Berücksichtigung in internationalen Berichtspflichten und Gesetzen zukünftig auch über die Grenzen der EU hinweg lösen. Auch wenn es sich zunächst nur um einen weiteren Prozessindikator handelt, sind hier auch Veränderungen zum Positiven zu erwarten unter der Annahme, dass das Vorhandensein von Managementsystemen und Prozessen zu einem sichereren Umgang mit toxischen Substanzen über die reine Produktion hinausführt.

## 6.6 Indikatoren für nachhaltige Innovationen and Investitionen

Das Finanzwesen spielt für alle Branchen eine wichtige Rolle und kann ein starker Hebel für den Wandel hin zu einer nachhaltigeren Wirtschaft sein. „Impact investing“, sozial verantwortliches Investieren, ESG Kriterien und - in Europa - die EU-Taxonomie beeinflussen zunehmend die Entscheidungen der Anleger und Unternehmensstrategien. Aber nicht nur das wirtschaftliche Umfeld kann den Fortschritt in Richtung Nachhaltigkeit fördern oder bremsen. Regulierung, Subventionen, Steuern und andere Finanzinstrumente spielen ebenfalls eine wichtige Rolle.

Oft erhalten Nachzügler finanzielle Unterstützung für Investitionen in etablierte Technologien, obwohl diese den Übergang zur Nachhaltigkeit behindern. Ein weiteres Problem ist, dass Chemikalien nicht explizit in den bekannten ESG-Kriterien (Umwelt, Soziales, Unternehmensführung) auftauchen. Daher ist nachhaltige Chemie noch kein wichtiges Thema für Investoren. Im Zuge der öffentlichen Diskussion um z.B. Glyphosat oder PFAS kann sich dies allerdings ändern.



Ein wichtiges Hindernis für die Entwicklung nachhaltiger Chemie ist eine auf kurzfristige Gewinne ausgerichtete Investitionsstrategie (Shareholder Value Orientation).

Verschiedene weitere Ansätze, wie etwa das Verursacherprinzip, beeinflussen die Marktdynamik: Unternehmen mit der besten Nachhaltigkeitsleistung könnten von Preisaufschlägen profitieren, während diejenigen, die nicht als nachhaltig wirtschaftend gelten oder keine „nachhaltigen“ Produkte anbieten, Marktanteilsverluste hinnehmen müssen. Dies wird durch die EU-Taxonomie und die Chemikalienstrategie (siehe Abschnitt 7.3) unterstützt. Die erweiterte Herstellerverantwortung (extended producer responsibility, EPR) wird zunehmend zur Pflicht, z.B. in der EU und mehreren US-Bundesstaaten. Vorerst gilt dies vor allem für elektronische Güter, aber es ist zu erwarten, dass das Konzept auf andere Industriezweige ausgedehnt wird, auch auf den chemischen Sektor. Es sollte klar sein, dass die erfolgreiche Umsetzung von EPR stark von den rechtlichen und wirtschaftlichen Rahmenbedingungen abhängt.

Steuerrechtliche Regelungen und Sanktionen können für den Chemiesektor den Ausschlag geben, z.B. die schrittweise Regulierung von als gefährlich eingestuften Stoffen. Dies kann zur Veränderung des Portfolios bei Herstellern von Chemikalien führen, was sich wiederum auf die damit verknüpften Umsätze auswirken kann.

In vielen Ländern werden Preise für CO<sub>2</sub>-Emissionen eingeführt oder sind schon etabliert, etwa über Emissionszertifikate (z.B. das EU-Emissionshandelssystem, EU-ETS) oder Besteuerung, was die energieintensiven Industrien und damit auch die Chemieunternehmen zu entsprechenden Anpassungen motivieren könnte. GHG- / CO<sub>2</sub>-Indikatoren sind an der Schnittstelle zwischen Klimaschutz und Finanzen angesiedelt; sie wurden bereits im Abschnitt 6.4 beschrieben. Der hierzu passende Indikator „Amount of fossil-fuel subsidies per unit of GDP (production and consumption) related to Chemical Industry’s energy consumption“ kann die in diesem Fall gewollte Verringerung der Subventionen für fossile Energie anzeigen.

Ein Risiko besteht in den teilweise gravierenden Unterschieden nationaler und internationaler Regelungen und Handelssysteme, die ggf. zur Abwanderung von Unternehmen in Länder mit weniger strengen Systemen und niedrigeren Energiepreisen führen kann.

Andere negative Anreize wie Gebühren im Rahmen von Klimaschutzvereinbarungen<sup>25</sup> können ebenfalls zur Finanzierung von Umweltschutzmaßnahmen eingesetzt werden und machen auch eine umweltfreundliche Produktion für Unternehmen attraktiver. Andererseits könnten Subventionen und öffentliche Zuschüsse ein Mittel sein, um die Innovation von Produkten, Verfahren und Geschäftsmodellen im Chemiesektor zu fördern.

Ein finanzielles Instrument auf staatlicher Ebene sind Ressourcen-spezifische Steuern, die dazu motivieren sollen, in Ressourceneffizienz zu investieren. Ein geeigneter Indikator hierfür ist der vom Team vorgeschlagene Indikator

- ▶ Nr. 45: „Sum of Resource Taxes on non-renewable natural resources and their extraction collected by countries.“ Die Kriterien Datenverfügbarkeit und eindeutigen Bestimmtheit sowie der Anwendung in bereits existierenden Systemen sind nicht bzw. nur zum Teil gegeben. Zudem besteht Uneinigkeit über die genaue Definition von „erneuerbar“ - z.B.: Ist Wasser erneuerbar?<sup>26</sup>

---

<sup>25</sup> Regelung in Großbritannien: <https://www.euki.de/en/euki-publications/factsheet-climate-change-agreements-uk/>

<sup>26</sup> Eine ältere Übersicht über Steuereinnahmen aus nicht erneuerbaren Ressourcen bietet (OECD 2014).

Steuern können zu Verhaltensänderungen führen, sind aber dennoch häufig ohne Lenkungseffekt und werden nur zur Erzielung von Einnahmen erhoben. Daher sollten Gebühren, Entgelte oder andere wirtschaftliche Instrumente einbezogen werden. Der Wandel erfordert auch andere Geschäftsmodelle im Zusammenhang mit der Kreislaufwirtschaft, z. B. Chemikalienleasing, das durch gezielte finanzielle Förderung unterstützt werden kann.

Um Fortschritte in finanzieller Hinsicht zu messen, sind zwei verschiedene Arten von Indikatoren erforderlich: auf öffentlicher bzw. staatlicher und auf Unternehmensebene. Als ein Indikator auf staatlicher Ebene wurden die Investitionen in Umweltschutz aus dem COFOG-Berichtssystem der OECD diskutiert:

- ▶ Nr. 42: „Increase of the Environmental Protection Expenditures (%) in COFOG Reporting (COFOG = Classification of the Functions of Government)“. Der COFOG-Indikator ist nicht spezifisch genug. Es wäre besser, über einen Indikator für die Zielgruppe der Subventionen zu verfügen, d.h. ob diese an etablierte Unternehmen oder an innovative Lösungen gerichtet sind. COFOG wird bereits verwendet, erfüllt aber nicht das Kriterium H.

Auf Unternehmensebene könnten die Investitionen in Forschung und Entwicklung sowie „chemical alternatives assessments“ (CAA) berücksichtigt werden, da sie einen Fortschritt bei der Abschaffung oder Substitution gefährlicher Stoffe anzeigen könnten.

Innovation wird als einer der stärksten Hebel angesehen, um den Wandel zu einer nachhaltigeren und kreislauforientierten Wirtschaft zu unterstützen. Die Zahl der innovativen „nachhaltigen Produkte“ könnte somit ein Indikator für den Fortschritt der Transformation werden. Da Produkte nicht per se, sondern nur in bestimmten Anwendungen nachhaltig sein können, die eine nachhaltige Entwicklung unterstützen, ist eine Kombination von Indikatoren erforderlich, wie:

- ▶ Die verwendeten Materialien basieren auf den Grundsätzen der grünen und nachhaltigen Chemie (SSbD) und
- ▶ das Produkt kann leicht stofflich verwertet werden.

Die finanziellen Auswirkungen derartiger Produkte könnten anhand der Einnahmen gemessen werden, die durch diese neuen Produkte erzielt werden.

Ein weiterer Indikator könnte der prozentuale Anteil der auf Nachhaltigkeit geprüften Produkte am Gesamtumsatz sein (z.B. bei Unternehmen, die die Portfolio Sustainability Assessment (PSA)-Methode des WBCSD (2017) anwenden). Der Nutzen der Erstellung einer PSA in Unternehmen als Innovations-Indikator wurde verschiedentlich diskutiert; letztlich ist die Problematik der sehr unterschiedlichen Methoden derzeit ungelöst. Da ein PSA-Indikator die Kriterien der Nachvollziehbarkeit und auch der Eindeutigkeit nicht erfüllen würde, ist er nicht in die Liste der potenziellen Indikatoren aufgenommen worden. Der WBCSD arbeitet derzeit an einer Aktualisierung der Richtlinie für die PSA, daher könnte sich diese Einschätzung in Zukunft ändern.

Die chemische Industrie liefert zahlreiche Produkte und Innovationen für andere Sektoren, z.B. Energie aus erneuerbaren Quellen, Bauwesen und Gebäude, zur Bekämpfung oder Abschwächung des Klimawandels. Ein Indikator für all diese Aktivitäten, d. h. die Zahl der neu angemeldeten Patente in diesen Bereichen, wäre nützlich. Allerdings konnte kein Indikator identifiziert werden, der die Hauptkriterien (A bis F) erfüllt. Potenzielle Indikatoren wie die Subventionierung von Forschung und Entwicklung oder generelle finanzielle Anreize wurden



ebenfalls diskutiert, scheiterten jedoch an der mangelnden Datenlage. Die Anzahl der Patente muss nicht unbedingt eine Aussage zum Beitrag der Innovation zur Transformation liefern - es kann sich hierbei auch um Patente für Substanzen handeln, die letztlich andere Probleme mit sich bringen.

Ein auf Schäden durch katastrophale Ereignisse abzielender SDG-Indikator wurde vom Team geprüft und modifiziert:

- ▶ Nr. 14: „Direct economic loss attributed to chemical disasters in relation to global GDP“. Bei diesem Indikator wird nur der direkte wirtschaftliche Schaden berücksichtigt und alle indirekten Kosten werden außer Acht gelassen. Da nur die direkten wirtschaftlichen Verluste berücksichtigt werden, ist das Kriterium der Relevanz nur teilweise erfüllt. Er kann jedoch als dynamisch (F), zuverlässig (E), etabliert (B) und bestimmbar (C) angesehen werden. Ein weiterer Kritikpunkt war, dass es schwierig ist, die Grenzen zwischen dem, was eine Katastrophe und dem, was eine zufällige (unfallbedingte) Freisetzung von Substanzen ist, zu ziehen. Daher sollte eine weitere Diskussion über die Definition in Betracht gezogen werden. Es wurde vorgeschlagen, die UNISDR-Definition von Katastrophen zu verwenden. Was die H-Kriterien betrifft, so ist dieser Indikator nicht vorausschauend, sondern nachlaufend. Um das Systemdenken zu fördern, sollten Chemieunfälle, die durch Naturkatastrophen verursacht wurden, einbezogen werden.

## 7 Eignung der Indikatoren für die internationale Politik

### 7.1 Verbindungen von Indikatoren und SDGs

Das Konzept der Nachhaltigen Chemie hat einen integrativen Ansatz und schließt - im Gegensatz zur „green chemistry“ - die Nutzung von Chemikalien mit ein (Kriterium H2). Neben der weiteren Entwicklung der Herstellung und Nutzung von Chemikalien werden damit verbundene gesellschaftliche Themen angesprochen (siehe Kapitel 2 und 5). Es wäre sicher verfehlt, die gesamte AGENDA 2030 nun aus dem Blickwinkel der nachhaltigen Chemie zu betrachten. Bei der Entwicklung der Indikatoren wurden aber zahlreiche Schnittstellen zu anderen globalen Umweltproblemen und - über das Kriterium H3 - mit der Gewinnung von Ressourcen, deren Verarbeitung und der Nutzung der daraus hergestellten Produkte verbundene soziale Probleme berücksichtigt. Dieser integrative Ansatz bedeutet, dass die Indikatoren nicht nur auf das für SAICM besonders relevante SDG-Unterziel 12.4 anwendbar sind, sondern auch auf weitere Unterziele von SDG 12, z.B.

- ▶ 12.2 - Ressourcenverbrauch,
- ▶ 12.5 - Reduzierung von Siedlungsabfällen,
- ▶ 12.6 - Schritte zu nachhaltiger Entwicklung und entsprechender Berichterstattung von Unternehmen.

Zudem wurden mehrere allgemein gefasste SDG-Indikatoren vom Projektteam auf die chemische Industrie bezogen (z.B. Nr. 14, 16, 34). Andererseits weisen Indikatoren wie Nr. 38 („...reducing the emissions of active N compounds...“), die nicht als Thema in SDG 12 adressiert werden, zahlreiche Querverbindungen zu den SDG 2, SDG 6 und SDG 13 auf.

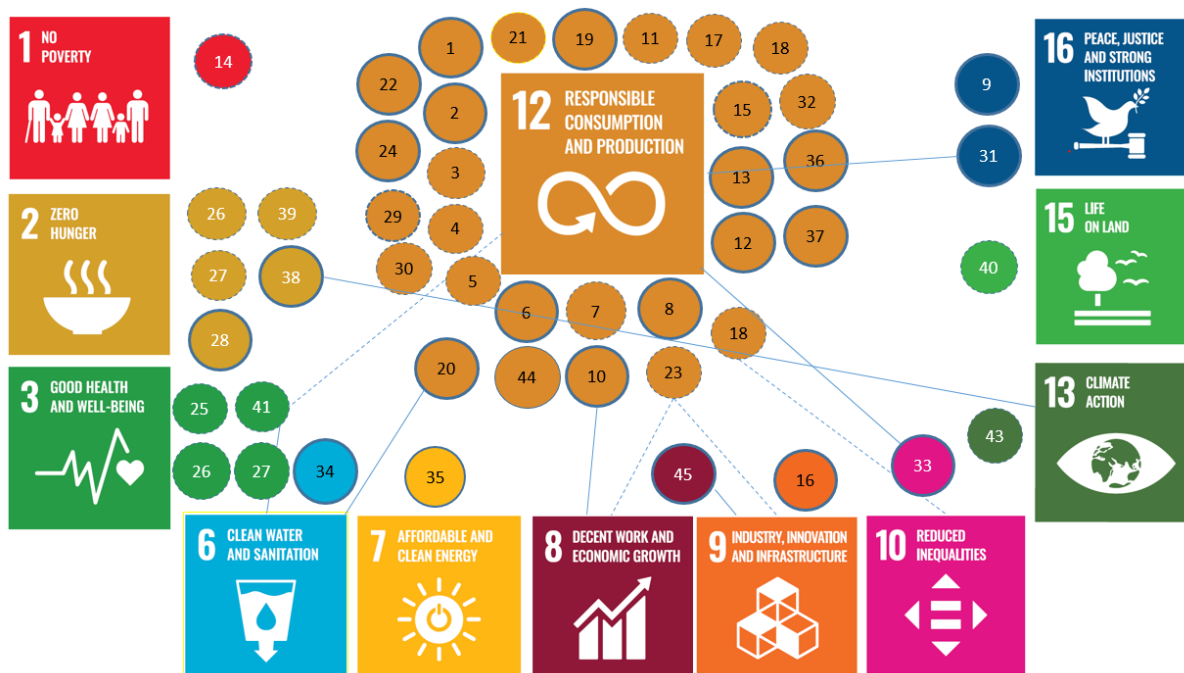
Die Einträge in der letzten Spalte von Tabelle 7 mit dem Bezug zu den SDGs ist in der Abbildung 5 grafisch aufbereitet. Die Indikatoren (Kreise) sind mit ihrer Nummer (siehe erste Spalte von Tabelle 6) jeweils einem SDG (Quadrate) zugeordnet und entsprechend farblich gekennzeichnet. Verbindungslinien zeigen die Anwendbarkeit von Indikatoren für weitere SDGs an. Die Grafik macht den Wert des integrativen Ansatzes der nachhaltigen Chemie für das Erreichen der SDGs deutlich. Aus der graphischen Übersicht lässt sich u.a. entnehmen:

- ▶ Die meisten Indikatoren weisen einen Bezug zu SDG 12 auf.
- ▶ Mehrere Indikatoren stellen Bezüge zwischen SDG 12 und anderen SDGs her (z.B. Indikator Nr. 10 zu SDG 8).
- ▶ Zahlreiche Indikatoren beziehen sich auf ein oder mehrere SDGs.

Neben den in Abbildung 5 erkennbaren direkten Verbindungen zu anderen SDGs können zahlreiche Indikatoren auch indirekte Wirkungen anzeigen. Ein Beispiel hierfür ist Indikator Nr. 10 („Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment (HSE) Management System... within the chemical industry... by an independent auditor“). Er bezieht sich direkt auf SDG 12.4 bzw. 12.6 und teilweise auch auf SDG 8.3 („Promote development-oriented policies that support productive activities, decent job creation, entrepreneurship, creativity and innovation...“). Unternehmen, die hinsichtlich HSE-Standards auditiert sind, werden auch Maßnahmen zum Arbeitsschutz (SDG 3) und zur Verringerung ihrer Emissionen (SDG 13-15) ergreifen und ihren diesbezüglichen Standard kontinuierlich

verbessern. Der übergreifende Ansatz der SDGs<sup>27</sup> wird somit durch integrative Indikatoren verstärkt.

**Abbildung 5: Bezug der vorgeschlagenen Indikatoren zu SDGs**



The indicators (circles) are each assigned to an SDG (squares) with their number (see first column of Tabelle 6) and color-coded accordingly. Larger circles with a closed border line indicate the most important indicators for SMCW (also in Tabelle 7). Connecting lines indicate the applicability of indicators for further SDGs.

Quelle: Eigene Darstellung, N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Frieger & Partner

## 7.2 Geeignete Indikatoren für SMCW

Die politische Umsetzbarkeit der Indikatoren vor allem mit Bezug zu SMCW bzw. generell für das internationale Chemikalienmanagement gehörte zu den Themen des letzten Workshops. Folgende Empfehlungen wurden intensiv diskutiert:

- ▶ Beschränkung auf zehn bis zwölf Wirkungsindikatoren, die für das SMCW von großer Bedeutung sind, mit besonderem Augenmerk auf den Bedürfnissen der Entwicklungsländer, sowie weiterer maximal zehn Indikatoren für eine zukunftsorientierte Politik, die auf eine Transformation hin zu einer nachhaltigen Chemie abzielt, zunächst mit größerer Relevanz für die G20-Länder.
- ▶ Erhöhung des Anteils an Indikatoren, die Ziele der AGENDA 2030 im Sinne positiver, nachhaltiger Entwicklung abbilden, anstelle von Indikatoren, die Reduktions- oder Vermeidungsziele ansprechen. Konkret vorgeschlagen wurde ein Indikator, der die Durchführung von „portfolio sustainability assessments“ (PSA) bemisst.
- ▶ Verzicht auf prozessbezogene Indikatoren des Typs „Anzahl von...“ wegen ihrer meist geringen Aussagekraft, stattdessen Konzentration auf Wirkungsindikatoren.
- ▶ Indikatoren sollten auch nach Verfügbarkeit von Daten für ihre Messung priorisiert werden.

<sup>27</sup> Integrativer Ansatz bei der Umsetzung der SDGs in Unternehmen: [www.sdgcompass.org](http://www.sdgcompass.org)

- Einige Indikatoren enthalten nicht eindeutig definierte Begriffe wie etwa „hazardous“. Diese sind mit konkreten Definitionen und Quellenangaben zu versehen.

Nach anschließender Diskussion zwischen UBA und Projektteam wurden für die Darstellung der Ergebnisse folgende Schlüsse gezogen und entsprechend umgesetzt:

Eine Begrenzung auf etwa zwanzig Indikatoren ist für die Steigerung der politischen Akzeptanz sinnvoll und wurde (siehe unten) realisiert.

Allerdings würde eine Zweiteilung der Indikatoren-Liste (etwa im Sinne von G20 einerseits und Entwicklungsländer andererseits) dazu beitragen, den Abstand zwischen Industrieländern und weniger entwickelten Nationen noch zu vergrößern. Daher wurde von einer derartigen Zweiteilung abgesehen.

Indikatoren für positiv besetzte Ziele sind in der Liste enthalten (z.B. Nr. 1, 10, 11, 12). Der Fokus auf SMCW erfordert allerdings auch Indikatoren für Reduktionsziele. Die Zahl der PSA-Anwender oder dergleichen wurde noch nicht als geeigneter Indikator angesehen (zur Begründung siehe Abschnitt 6.6).

Im Rahmen der Reduzierung der Liste wurden mehrere Indikatoren, die sich lediglich auf eine bestimmte Anzahl von Ländern beziehen, nicht übernommen (siehe auch die Ausführungen dazu in Kapitel 6). Allerdings stellen solche einfach zu erfassenden prozessbezogenen Indikatoren oft den Beginn - aber nicht den Erfolg - einer Korrekturmaßnahme dar (z.B. Nr. 13).

Die Recherche nach geeigneten Indikatoren in vorhandenen Verträgen und Regelwerken diente auch dazu, die Datenerfassung für Indikatoren möglichst einfach zu gestalten. Daraus ergaben sich allerdings kaum zukunftsorientierte Indikatoren mit Bezug zum Konzept der Nachhaltigen Chemie. Bei der Auswahl von etwa zwanzig Indikatoren, die für das zukünftige internationale Management von Chemikalien und Abfällen besonders geeignet sein könnten, wurde die Datenlage (Kriterien C-E) mitberücksichtigt.

Schwierigkeiten aufgrund unterschiedlicher Definitionen lassen sich im Rahmen dieser Studie nicht lösen. Da die Indikatoren vielfach an vorhandene Regelwerke und Verträge angelehnt sind, wird man bei der praktischen Umsetzung auf die dort verwendeten Definitionen zurückgreifen müssen.

Auf Basis dieser Überlegungen wurde die in Kapitel 6 vorgestellte Liste von 45 Indikatoren auf 23 Indikatoren reduziert. Diese Liste ist in Tabelle 7 enthalten; die jeweiligen Nummern sind identisch mit den Ordnungsziffern in Tabelle 6. Die in die kurze Liste in Tabelle 7 übernommenen Indikatoren sind in der Graphik zur Verknüpfung mit den SDGs (Abbildung 5) etwas größer dargestellt und verfügen über einen durchgezogenen Rand.

Es wurde darauf geachtet, wiederum alle im Entwurf vorliegenden „Strategic Objectives“ von SAICM zu berücksichtigen. Fünf Indikatoren beziehen sich ausschließlich auf das besonders zukunftsweisende Ziel D, 13 weitere auf D und andere „Objectives“. Die Zuordnung der Indikatoren zu „sound management of chemicals and waste“ bzw. zu „sustainable chemistry“ oder zu beiden Konzepten beruht auf einer Einschätzung des Projektteams, in die natürlich Gespräche mit dem Auftraggeber und Fachleuten sowie Ergebnisse der Workshops eingeflossen sind.

**Tabelle 7: Liste prioritärer Indikatoren mit Bezug zu SMCW**

No.	Proposed indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
1	Share of large/medium/small chemical enterprises of the region (Africa, Asia, Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS	D, E	Project team	H2, H3, H4, H5	<b>12.6</b>
2	Number of new supplier assessments carried out in the year under review, by region, and change compared with the previous year	A, D	Project team (TfS)	(H2), H3	<b>12.4,</b> <b>12.6</b>
6	Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment, e.g., recovered, recycled, incinerated	A, D	Modification of SDG Indicator 12.4.2.	(H2), H3, (H5)	<b>12.4</b>
8	Value of fossil-fuel subsidies per unit of GDP (production and consumption) related to Chemical Industry's energy consumption	D, E	Modification of SDG Indicator 12.c.1	H2, H5	<b>12.c</b>
9	Total value inward and outward illicit financial flows related to chemicals and waste measured per unit of product detected used for unintended application and volume of illegally disposed waste	A, C, D	Modification of SDG Indicator 16.4.1	H3, H4	<b>16.4</b>
10	Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System... within the chemical industry... by an independent auditor	D	Modification of a TWG4 Indicator	H4, (H4), (H5)	<b>12.4,</b> <b>12.6</b> (8.3)
12	Share of the world's largest chemical companies having signed on to 2014 Responsible Care Global Charter	A, D	Project team	H3	<b>12.4</b>
13	Number or share of parties that have ensured that the public has appropriate access to information on chemical handling and accident management and on alternatives that are safer for human health or the environment than the chemicals listed in Annex III of the Rotterdam Convention	B	Project team	H3, H4	<b>12.4</b>
16	CO <sub>2</sub> eq. Scope 1 & 2 per unit of value added (e.g., gross output [Mg / yr]) of the chemical industry	C, D	Modification of SDG Indicator 9.4.1	H2, H5	<b>9.4</b>

No.	Proposed indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
19	Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials ... [%]	D	Modification of a TWG4 Indicator	H5	<b>12.2</b>
20	Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the total mass of chemical production by x %	A, D	Modification of IPEN Indicator D.5-2	H1, H3	<b>12.4</b> (6.3)
22	Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country	B, C, D	Project team (based on a suggestion by the participants of Workshop #2)	(H2), (H5)	<b>12.5</b>
24	Material footprint, material footprint per capita, and per GDP	D	SDG Indicator 12.2.1	(H2), H5	<b>12.2</b>
28	Number of countries that adopt policies and instruments that implement agroecological strategies and practices that reduce synthetic input such as pesticides and fertilizers and are based on biodiversity and integrated soil nutrition...	D	IPEN Indicator A.1-6	H2, (H5)	<b>2.4, 2.5</b>
31	Number of PRTRs with publicly accessible data established	A, B, D	IPEN Indicator A.5-1	(H1), H4	(12.4, 16.10)
33	The percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities	D	Modification of IPEN Indicator D.6-2	H3, (H4)	(12.4, 10.3)
34	Change in water-use efficiency in the chemical industry („water footprint“)	A	Modification of SDG Indicator 6.4.1	(H2), H5	<b>6.4</b>
35	Renewable energy share in the... final energy consumption of the chemical industry	A, D	Modification of SDG Indicator 7.2.1	(H2), H5	<b>7.2</b>

No.	Proposed indicator	Assignment to a SAICM (drafted) Strategic Objective	Origin of the indicator and potential data source	Criteria for sustainable chemistry (bracketed = partially applicable)	Relation to SDGs: bold = directly bracketed = indirectly
36	Number of countries that have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct	A, B, C	TWG4 (IOMC Indicator)	(H2), H5	<b>12.4</b>
37	Number/percentage of countries where the legal framework demands risk assessment and registration / authorization of new chemicals before putting them on the market	A, C	Project team (with reference to the IOMC Toolbox)	H1, H3	<b>12.4</b>
38	Number of (share of) countries reducing the emission of reactive N compounds (waste water, exhaust air, agriculture) by legislation	A, C	Project team	(H1), H2, H3	<b>2.4, 6.3, 13.2</b>
44	Number of companies conducting an environmental cost-benefit analysis	D	Project team	H4, H5	(12.6)
45	Sum of resource taxes on non-renewable natural resources and their extraction collected by countries	D, E	Project team	(H4), H5	(8.4, 9.4, 11b, 12.2)

The numbers in the first column are linked to the complete list of indicators (see full report, Table 6, and Appendix C).

Abbreviations:

GDP: Gross domestic product

PRTR: Pollutant Release and Transfer Register

SDG Indicator: Indicator for Sustainable Development Goal No...

TWG4: Mapping exercise: existing global and regional data and indicators relevant to the Beyond 2020 Framework (SAICM 2019b).

Auf der ICCM5 wurden für das „Objective D“ sieben Unterziele („Targets“) formuliert (siehe Kasten auf der folgenden Seite). Viele der in Tabelle 7 aufgeführten Indikatoren lassen sich diesen Unterzielen zuordnen:

- ▶ Zu D1: Indikatoren 6, 10, 16, 19, 35 - wobei diese Indikatoren in erster Linie auf die positiven Folgen hinweisen, die von solchen Investitionen erwartet werden
- ▶ Zu D2: Indikatoren 8, 31, 34, 36, 37, 38, 45
- ▶ Zu D3: Indikatoren 1, 12, 13
- ▶ Zu D4: Indikatoren 20, 33 und teilweise auch die für D1 aufgeführten Indikatoren
- ▶ Zu D5: Indikatoren 28, 36
- ▶ Zu D6: Es gibt keine direkt anwendbaren Indikatoren in Tabelle 7. Positive Effekte solcher Strategien können jedoch u.a. mit den Indikatoren 24 und 20 erfasst werden.
- ▶ Zu D7: Indikatoren 2, 12, 33



### The Global Framework for Chemicals: Strategic Objective D on safer alternatives and innovative and sustainable solutions (IISD 2023)

- ▶ Target D1: By 2030, companies invest in sustainable chemistry and resource efficiency;
- ▶ Target D2: By 2035, governments implement policies encouraging circular, safer and sustainable approaches
- ▶ Target D3: By 2030, the private sector implements policies and strategies alongside reporting standards;
- ▶ Target D4: By 2030, relevant stakeholders give priority to sustainable and safer alternatives to harmful substances in research and innovation;
- ▶ Target D5: By 2030, governments implement policies supporting safer and more sustainable agricultural practices;
- ▶ Target D6: By 2030, sustainable strategies have been implemented in major economic and industry sectors to reduce their impact;
- ▶ Target D7: By 2030, stakeholders implement occupational health and safety practices and environmental protection throughout the supply chain.

Das IOMC unterstützt die Arbeit von SAICM in vielfältiger Weise (u.a. IOMC 2015a). Anlässlich der IP4 veröffentlichte das IOMC eine Liste von Indikatoren, die Fortschritte mit Blick auf das SAICM 2020-Ziel messen sollen. Ein Zwischenstand der Liste wurde in einem Gespräch zwischen Mitgliedern der verantwortlichen IOMC-Arbeitsgruppe und dem UBA sowie Mitgliedern des Projektteams diskutiert. Die finale Liste der IOMC-Indikatoren wurde erst im August 2023 als Informationsvorlage für die ICCM5 veröffentlicht (SAICM 2023). Während das IOMC weiterhin den Schwerpunkt auf das Management von Chemikalien und Abfällen (SMCW) legt, zielt das UBA-Projekt auf Indikatoren, die den Fortschritt in Richtung einer nachhaltigen Chemie (SC) messen. Die Listen weisen Schnittmengen zu folgenden Aspekten auf (Nummerierung bezieht sich auf Tabelle 6 und Tabelle 7):

- ▶ Im Rahmen dieses Vorhabens waren bereits zwei IOMC-Indikatoren (IOMC 2015b) unverändert übernommen worden: Nr. 36, 37
- ▶ In der überarbeiteten IOMC-Liste finden sich mehrere Indikatoren, die folgenden Indikatoren aus dieser Studie ähneln: 6, 8, 31.
- ▶ Weitere Indikatoren könnten als Ergänzung der hier vorgelegten Liste dienen, insbesondere zu Biodiversität („Water Quality Index for Biodiversity (Trends in ecosystems affected by pollution)“ und Abfall („Number of parties that have developed and implemented national strategies, plans or programmes for hazardous waste minimization“).
- ▶ Die Indikatoren für Stickstoff (Nr. 38, teilweise auch Nr. 39) in den beiden Listen ergänzen sich gegenseitig („Trends in nitrogen deposition“, „Trends in loss of reactive nitrogen to the environment“).
- ▶ Die IOMC-Liste enthält weitere Vorschläge für „menschenwürdige Arbeit“ mit Verweis auf Aktivitäten der ILO.

Bei dem Gespräch mit Mitgliedern der IOMC-Arbeitsgruppe wurde einvernehmlich festgestellt, dass sich die Listen ergänzen und dass beide Listen Lücken in Bezug auf Innovation in Richtung Nachhaltigkeit, Gleichstellung und finanzielle Aspekte aufweisen.

### 7.3 Die Europäische „Chemicals Strategy for Sustainability“ (EU CSS)

Global relevante Indikatoren stoßen u.a. häufig auf Probleme fehlender statistischer Absicherung und mangelnder Transparenz der Datenerhebung insbesondere in LMICs<sup>28</sup>. Innerhalb Europas bzw. der EU sind hingegen umfangreiche, zuverlässige statistische Unterlagen verfügbar. Ein wichtiger Impuls für die Entwicklung des Chemikalienmanagements geht von der im Jahr 2020 veröffentlichten Chemicals Strategy for Sustainability - CSS (EU 2020) als Teil des sogenannten Green Deal der EU-Kommission aus. Im Rahmen der CSS wurde u.a. 2021 ein „High-Level Roundtable“ eingesetzt, der die vorgesehenen Maßnahmen („action plan“) diskutiert. In diesem Maßnahmenplan werden neben zahlreichen Änderungen von REACH, Verbesserungen des Rahmenrechts für Abfälle usw. auch Themen angesprochen, die auf der UN- bzw. SAICM-Ebene von Bedeutung sind, wie die Implementierung des GHS (Maßnahmen 80-85). Eine weitere Maßnahme ist auch die Entwicklung von Indikatoren („establish ... Key Performance Indicators to measure the industrial transition towards the production of safe and sustainable chemicals“). Selbstverständlich sollte das Anspruchsniveau der EU hier höher sein als das von SAICM, denn für „sound management of chemicals and waste“ gibt es in Europa mit REACH, CLP, WFD usw. bereits entsprechende rechtliche Rahmenbedingungen. Um Synergien zu nutzen, wäre es aber sinnvoll, dass die in der EU und die bei SAICM einzuführenden Indikatoren kompatibel sind und bestenfalls aufeinander aufbauen. Daher wurde die europäische Datenbasis für die 45 Indikatoren (Tabelle 6; Datenbasis siehe Abschnitt 6.1) geprüft mit dem Ziel, geeignete Indikatoren bei der EU nutzbar zu machen und die Verbindung zwischen EU-Chemikalienpolitik und der Arbeit bei SAICM zu stärken.

Zunächst wurde die statistische Basis von 24 Indikatoren, die global nicht etabliert sind (Kriterium B) und hinsichtlich der Kriterien C und D („determinable“ bzw. „measurable“) erhebliche Probleme aufwerfen, auf EU-Ebene geprüft. Tabelle 8 enthält insgesamt acht Indikatoren, zu denen es hier schon jetzt belastbare Daten gibt bzw. absehbar geben wird.

**Tabelle 8: Auf EU-Ebene erfassbare Indikatoren, die auf globaler Ebene kaum erfassbar oder messbar sind**

No.	Existing / proposed indicator (Source)	Available data sources in the EU
1	Share of large/medium/small chemical enterprises of the region (Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS (current status: 93 % of the largest 250 corporations worldwide covering all sectors). (GRI/TEAM)	In principle available from 2025 at the latest, see CSRD (EU 2022a); electronic reporting format obligatory: European single access point (ESAP) for public corporate information (EU 2019a); tagging of relevant ESG disclosures is obligatory; European Sustainability Reporting Standards (ESRS) are under development
6	Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment (12.4.2) e. g. recovered, recycled, incinerated. (SDG Indicator 12.4.2, Basel Convention)	EUROSTAT: Data on generation of waste available by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity <sup>1</sup> EUROSTAT: Data on treatment of waste available by waste category, hazardousness and waste management operations (incl. recycling) <sup>2</sup>

<sup>28</sup> Die Weltbank spricht von häufigen Änderungen und Verbesserungen der statistischen Basis schon bei ökonomischen Daten und fehlender Angaben einiger Länder, siehe (World Bank 2022).

No.	Existing / proposed indicator (Source)	Available data sources in the EU
		EUROSTAT: No data available concerning <u>type of recycling</u> (mechanical or feedstock recycling)
10	Number of companies (within the chemical sector) certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System by an independent auditor. (TWG4)	EU: Data available on the EMAS register, an online database hosted by the European Commission <sup>3</sup> Breaking down to sectors / industries by NACE-code available (e. g. NACE 20)
24	Material footprint, material footprint per capita, and per GDP. (SDG Indicator 12.2.1)	The indicator is part of the Circular Economy monitoring framework. <sup>4</sup> Data source: ESS <sup>5</sup>
27	Number of Member States whose laws and regulations and any other relevant instruments on occupational safety and health include the prevention of chemical risks. (TWG4)	National transposition measures communicated by the Member States concerning Council Directive 89/391/EEC of 12 June 1989 on the introduction of measures to encourage improvements in the safety and health of workers at work, including number of and link to measures (no updates) <sup>6</sup>
31	Number of PRTRs with publicly accessible data established. (IPEN (Indicator A5-1))	EU: European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR, see European Industrial Emissions Portal <sup>7</sup> ), and national PRTRs <sup>8</sup> (→ relevant regarding “number of …”)
36	Number of countries that have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct. (TWG4 (IOMC Indicator))	EU: completely (n = 27= implemented, see map (status 2/2018; no data available for Greenland) <sup>9</sup>
42	Increase of the Environmental Protection Expenditures [%] in COFOG <sup>10</sup> Reporting. (Team)	OECD: Data available <sup>11</sup> EUROSTAT: Data available <sup>12</sup>

Numbering see Tabelle 6

1 Generation of waste, by waste category, hazardousness and NACE Rev. 2 activity.

[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV\\_WASGEN/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASGEN/default/table?lang=en)

2

[https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV\\_WASTRT/default/table?lang=en&category=env.env\\_was.env\\_wasgt](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WASTRT/default/table?lang=en&category=env.env_was.env_wasgt)

3 <https://webgate.ec.europa.eu/emas2/public/registration/list>; 4,143 entries: Current version: 2.1.3.202211301845 (bde6183), Version date: 30-11-2022 18:46:42, accessed 2023-01-06

4 [https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei\\_pc020\\_esmsip2.htm](https://ec.europa.eu/eurostat/cache/metadata/en/cei_pc020_esmsip2.htm)

5 Data source: European Statistical System (ESS); Data provider: Statistical Office of the European Union (Eurostat).

Material flow accounts in raw material equivalents - modelling estimates (env\_ac\_rme)

[https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env\\_ac\\_rme](https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env_ac_rme)

Material flow accounts in raw material equivalents by final uses of products - modelling estimates (env\_ac\_rme fd)

[https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env\\_ac\\_rme fd](https://ec.europa.eu/eurostat/web/products-datasets/-/env_ac_rme fd)

6 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/NIM/?uri=CELEX:31989L0391>

7 EU27 plus Iceland, Liechtenstein, Norway, Serbia, Switzerland and the United Kingdom

<https://industry.eea.europa.eu/#/home>

8 <https://prtr.unece.org/prtr-global-map>

9 [https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests\\_Pesticides/Code/World\\_map\\_2018.png](https://www.fao.org/fileadmin/templates/agphome/documents/Pests_Pesticides/Code/World_map_2018.png)

10 Classification of the Functions of Government (OECD, 2011)

11 [https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SNA\\_TABLE11](https://stats.oecd.org/Index.aspx?DataSetCode=SNA_TABLE11)

12 Government expenditure by function for European Union, 2021 (% of GDP)

<https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/cofog/> (10.10.2019)

Für weitere neun Indikatoren dürften in Zukunft Daten aus der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen aufgrund der Corporate Sustainability Reporting Directive - CSRD (EU 2022a) verfügbar sein, z.B.

- ▶ „The percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities“ (Nr. 33).
- ▶ „Number of new supplier assessments carried out in the year under review, by region, and change compared with the previous year“ (Nr. 2) bzw. „Number of progress or improvements documented in the year under review for suppliers already assessed in an audit follow-up / re-audit or reassessment, by region, and change compared to the previous year“ (Nr. 18).

Dies hängt insbesondere von der finalen Ausgestaltung der Berichtsstandards, den European Sustainability Reporting Standards, ESRS, und deren Anwendung in der Praxis ab. Der erste Satz der Standards wurde am 31.7.2023 von der Kommission als Delegierte Verordnung verabschiedet (EU 2023a) und ist unmittelbar nach Veröffentlichung im Amtsblatt der Europäischen Union in allen Mitgliedsstaaten verbindlich.

Daten von sieben der 24 untersuchten Indikatoren sind auch auf EU-Ebene kaum oder nicht verfügbar. Darunter waren u.a. folgende Indikatoren (mit Hinweisen auf jeweils einschlägige Datenbanken und Gründe für mangelnde Einsetzbarkeit):

- ▶ Change in water-use efficiency in the chemical industry (water footprint) over time (Nr. 34)
  - EUROSTAT: Water use in the manufacturing industry by activity and supply category available [ENV\_WAT\_IND\_custom\_4328189]<sup>29</sup> → nur direkter Wasserverbrauch (Teil des blauen Wasserfußabdrucks), kein indirekter Wasserverbrauch
  - Zusätzlich erforderlich: Referenzwert, z.B. Produktionsmenge (Mg/a etc.) oder Indizes<sup>30</sup>
  - UN: SDG 6.4.1 - Change in water-use efficiency over time → Water-use efficiency (US-\$/m<sup>3</sup>)<sup>31</sup>: „Water-use efficiency measured as the ratio of dollar value added to the volume of water used. It considers water use by all economic activities, with a focus on agriculture, industry and the service sectors.“ → nicht vergleichbar
- ▶ Number of companies publicly reporting their chemical footprint (Nr. 17):
  - CFP: derzeit 79 Unterzeichner; sechster CFP-Bericht mit jährlicher Umfrage: 29 Antwortende, davon zwei aus dem chemisch-pharmazeutischen Sektor
  - EU: derzeit keine

---

<sup>29</sup> EUROSTAT: Water use in the manufacturing industry by activity and supply category [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV\\_WAT\\_IND\\_custom\\_4328189/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/ENV_WAT_IND_custom_4328189/default/table?lang=en).

<sup>30</sup> EUROSTAT: Chemicals production and consumption statistics [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Chemicals\\_production\\_and\\_consumption\\_statistics#Total\\_production\\_of\\_chemicals](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Chemicals_production_and_consumption_statistics#Total_production_of_chemicals).

<sup>31</sup> UNITED NATIONS: Progress on Water-Use Efficiency (SDG target 6.4) <https://www.sdg6data.org/en/indicator/6.4.1>.

- ▶ Renewable energy share in the final energy consumption of the chemical industry (Nr. 35):
  - EUROSTAT: Anteil des Verbrauchs an erneuerbaren Energien nur nach Sektoren verfügbar (Optionen: Verkehr, Strom, Heizung und Kühlung, insgesamt)<sup>32</sup>, nicht z. B. nach NACE-Code

Auf Grund der spezifischen Ziele der CSS und den oben dargestellten Erkenntnissen über die Verfügbarkeit entsprechender Daten könnten folgende Indikatoren für eine weitere Beratung in der Kommission von Interesse sein:

- ▶ Material footprint, material footprint per capita, and per GDP (Nr. 24)
- ▶ Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials (Nr. 19)
- ▶ GHG emissions of the chemical industry per value added (Nr. 16)
- ▶ Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the mass of chemical production by x % (Nr. 20)
- ▶ Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country (Nr. 22)
- ▶ Number of companies (within the chemical sector) certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System by an independent auditor (Nr. 10)

## 7.4 Indikatoren für die chemische Industrie

Im sechsten und letzten Workshop wurde empfohlen, solche Indikatoren zu priorisieren, die u.a. den Fortschritt beim Wandel hin zu einer nachhaltigen Chemie abbilden (siehe Abschnitt 7.2). Diese umfassen Beiträge der Chemie zu allen Lebensbereichen (Mobilität, Ernährung, Kleidung, Wohnen), vgl. Kapitel 2. Die im Projekt erarbeiteten 45 Indikatoren erfüllen jeweils mindestens ein Kriterium für nachhaltige Chemie. Im Folgenden wird dargelegt, welche der Indikatoren speziell für das Monitoring der Fortschritte im Chemiesektor in Betracht kommen. Tabelle 9 zeigt, welche der vom Team vorgeschlagenen Indikatoren für das internationale Management von Chemikalien und Abfällen (siehe Kapitel 6 and Anhang C) dafür am besten geeignet erscheinen.

**Tabelle 9: Potenzielle Indikatoren zur Abschätzung des Fortschritte in der Chemiebranche; „Priority“ bezieht sich auf die Vorschlagliste für Indikatoren (Abschnitt 6.2)**

No.	Potential indicator to monitor progress in the chemical sector	Priority
1	Share of large/medium/small chemical enterprises of the region (Africa, Asia, Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS	1
2	Number of new supplier assessments carried out in the year under review, by region, and change compared with the previous year [Project team (TFS)]	2
10	Number of companies certified for Environmental Management or Health, Safety, Environment Management System... within the chemical industry... by an independent auditor [TWG4]	1

<sup>32</sup> EUROSTAT: Share of renewable energy in gross final energy consumption by sector [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/SDG\\_07\\_40/default/table?lang=en&category=sdg.sdg\\_13](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/SDG_07_40/default/table?lang=en&category=sdg.sdg_13).

No.	Potential indicator to monitor progress in the chemical sector	Priority
12	Share of the world's largest chemical companies having signed on to 2014 Responsible Care Global Charter.	1
20	Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the mass of chemical production by x % [IPEN, modified]	2
33	Percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities. [IPEN]	1
34	Change in water-use efficiency (SDG 6.4.1) in the chemical industry („water footprint“)	1
35	Renewable energy share in the... final energy consumption (SDG Indicator 7.2.1) of the chemical industry	1
37	Number/percentage of countries where the legal framework demands risk assessment and registration / authorization of new chemicals before putting them on the market [IOMC Toolbox]	2
44	Number of companies conducting an Environmental cost-benefit Analysis	1

Numbering see Tabelle 6

Folgende Indikatoren erscheinen zwar für das Monitoring der Fortschritte im Chemiesektor geeignet, wurden aber aufgrund der Bewertung anhand der Kriterien C, D, und E nicht in die für Liste der für SMCW wichtigsten Indikatoren (siehe Abschnitt 7.1) aufgenommen:

- ▶ Number of companies publicly reporting their chemical footprint
- ▶ Number of progress or improvements documented in the year under review for suppliers already assessed in an audit follow-up / re-audit or reassessment, by region, and change compared to the previous year (TfS)
- ▶ Share of companies belonging to National Associations (having implemented “Responsible Care”) in the global turnover of the chemical industry or in the number of employees in the chemical industry worldwide.

Trotz guter Bewertung hinsichtlich der Kriterien C, D und E wurde der Indikator

- ▶ Carbon pricing instruments (including fuel and carbon taxation, emissions trading systems - ETS) or: Amount of money earned from carbon pricing instruments

nicht in die finale SMCW-Indikatoren-Liste aufgenommen, da er nicht spezifisch genug ist.

## 8 Transparenz

Das Projekt behandelt ein komplexes Thema der internationalen Umweltpolitik. Allerdings stehen Fragen des sicheren Umgangs mit Chemikalien und Abfällen wie auch das Konzept der Nachhaltigen Chemie nicht im Zentrum der medialen Berichterstattung und Diskussion. Sie sind vielmehr ein Thema für die chemische und Chemie-verarbeitende Industrie, speziell ausgerichtete Nicht-Regierungs-Organisationen, entsprechende Fachabteilungen von UNEP, OECD, EU und nationalen Regierungen sowie wissenschaftlichen Institutionen und Verbänden. Aufgrund der Projektplanung bestand die Aufgabe nicht nur darin, für diese Fachöffentlichkeit Transparenz herzustellen, sondern auch möglichst viele Fachleute für das Projekt und eine mögliche Teilnahme an Workshops zu interessieren.

### 8.1 Auswahl von Fachleuten für Workshops und Interviews

In einer ersten Gesprächsrunde (Juni - August 2020) wurden einige international renommierte Fachleute dazu befragt,

- ▶ welche Aspekte der nachhaltigen Chemie in SAICM integriert werden sollten,
- ▶ welche Indikatoren aus bestehenden Konventionen, Statistiken der Chemieindustrie oder dergleichen geeignet seien, und
- ▶ wie Investitionen in nachhaltige Chemie indiziert werden können.

Zudem wurden in den Interviews Namen und Kontaktadressen weiterer für das Projekt wichtiger Expertinnen und Experten ermittelt. Daraus entstand eine dynamisch wachsende Liste von Fachleuten, die für weitere Interview-Runden bzw. Workshops Verwendung fand.

Ab Oktober 2020 wurde eine weitere Interview-Runde, bei der es vor allem um die für die Bewertung von Indikatoren herangezogenen Kriterien ging, mit einem detaillierten Fragebogen durchgeführt. Eine dritte Interview-Runde (ab Mai 2021) zielte auf Schnittstellen der nachhaltigen Chemie mit anderen globalen Problemfeldern und entsprechenden Indikatoren, wobei die Fragen an den jeweiligen Spezialgebieten der Interviewpartnerinnen und -partner ausgerichtet wurden.

Es wurde versucht, Fachleute aus allen UN-Regionen einzubeziehen und Persönlichkeiten aus Lehre, Forschung, Industrie und internationalen sowie Nicht-Regierungs-Organisationen möglichst gleichmäßig zu beteiligen. Kontaktaufnahme und Terminierung der Gespräche waren nicht immer erfolgreich, vor allem in Afrika, Asien und dem Mittleren Osten. Es ist anzunehmen, dass gerade Kontaktpersonen in nationalen Administrationen durch die Covid 19-Pandemie andere Arbeitsschwerpunkte wahrnehmen mussten. Eine Liste der persönlichen Interviews findet sich im Anhang B.

### 8.2 Vorbereitung, Durchführung und Dokumentation der Workshops

Entgegen der ursprünglichen Planung mussten alle Workshops mit Ausnahme des letzten online stattfinden. Dies erschwerte die Diskussion, da sich die meisten Teilnehmerinnen und Teilnehmer untereinander nicht kannten. Außerdem lässt die Konzentration bei online-Treffen schneller nach; daher wurden die Workshops auf etwa fünf Stunden begrenzt. Bei den Workshops wurde folgender Zeitplan (Tabelle 10) zu Grunde gelegt:



**Tabelle 10: Planungsvorlauf für Workshops**

Email No.	Messages and information	Schedule
1	Invitation to participate - description of the project with sending information	1-2 months before the workshop
2	Reminder of the invitation (in case of cancellation: request for substitution).	3 weeks before the workshop
3	Details - Outlook appointment posting, posting of the "Thought Starter" created for the particular workshop, access for the cloud (see Section 8.3); opening a channel for questions and pre-surveys, if applicable.	2 weeks before the workshop

Die Workshops konzentrierten sich auf folgende Themen:

- ▶ Workshop Nr. 1, Zielregion Europa und internationale Organisationen: Kriterien für die Bewertung von Indikatoren, Diskussion erster potenzieller Indikatoren.
- ▶ Workshop Nr. 2, Zielregion Asien: Indikatoren für die Schnittstellen zu Klima, Ressourcenverbrauch sowie Abfallwirtschaft, Wasserwirtschaft sowie zu „Chemicals of Concern“ in Verbraucherprodukten.
- ▶ Workshop Nr. 3, Zielregion Lateinamerika: Indikatoren für Schnittstellen zum Thema Biodiversität.
- ▶ Workshop Nr. 4, Zielregion Nordamerika / NAFTA: Ökonomische Indikatoren, Schnittstelle Klimaschutz
- ▶ Workshop Nr. 5, Zielregion Afrika: Indikatoren für die Nutzung erneuerbarer Rohstoffe bzw. Energieträger, Schnittstellen zur Biodiversität, Verbesserung der ökonomischen Situation von Entwicklungsländern.
- ▶ Workshop Nr. 6 diente der Vorstellung der vollständigen Liste der Indikatoren und der Diskussion einer möglichen Priorisierung. Es gelang, einen Kreis von Fachleuten aus Wissenschaft, internationalen Organisationen und Industrie zu gewinnen, die bereits bei vorherigen Workshops bzw. Interviews mitgewirkt hatten.

Bei der Terminierung der Workshops wurden die Zeitzonen der jeweiligen UN-Region berücksichtigt. Da sich Asien über zahlreiche Zeitzonen erstreckt und auch die Anwesenheit des Projektteams sichergestellt werden musste, wurden für den zweiten Workshop Fachleute von Pakistan bis Japan eingeladen, während Fachleute aus Afrika und dem Mittleren Osten für den fünften Workshop eingeladen wurden.

Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Workshops erhielten vorab einen jeweils auf die Themen zugeschnittenen „Thought Starter“. Neben einer Einführung in das Projekt und die jeweils anstehenden Indikatoren wurden in zwei bis drei Vorträgen spezifische Probleme aus dem Blickwinkel der jeweiligen Region vorgestellt. In den Workshops wurden - siehe Auflistung oben - potenzielle Indikatoren in jeweils vier einstündigen Sitzungen von Arbeitsgruppen auf Basis der Kriterien zur Diskussion gestellt. Die Diskussionsergebnisse wurden ab dem zweiten Workshop über „Ampeln“ festgehalten (siehe Kapitel 5), was die abschließende Besprechung im Workshop und die Dokumentation sehr erleichterte.

Weitere Informationen zu den Workshops sind Anhang A zu entnehmen.

### 8.3 Stetige Kommunikation mit Fachleuten

Nach dem ersten Workshop wurde im Januar 2021 eine Cloud eingerichtet, zu der alle Teilnehmerinnen und Teilnehmer von Workshops und Interviews sowie weitere Interessierte Zugriff erhielten. In dieser read-only-Cloud wurden regelmäßig veröffentlicht:

- ▶ die Kriterien für die Auswahl von Indikatoren,
- ▶ die jeweils aktuellen Indikatoren-Listen,
- ▶ Einladungen, Thought Starter und Protokolle der Workshops sowie
- ▶ Präsentationen zu Workshop-Themen.

Im Februar 2023 wurde die Cloud durch eine interaktive Plattform ersetzt, mit der die online-Diskussion mit und zwischen am Projekt interessierten Personen ermöglicht wurde. Der Zugang zur Plattform war auf Anfrage beim Projektteam jederzeit möglich. Die Idee der Plattform zielte darauf, Diskussionen anzuregen und noch offene Themen durch Einbeziehung weiterer Fachleute zu vertiefen.

Die bis dahin in der Cloud hochgeladenen Dokumente (Kriterien, Indikatoren und Thought Starter) wurden teilweise zur besseren Verständlichkeit überarbeitet und auf der Plattform veröffentlicht. Die Experten wurden durch Mails mit weiteren Fragestellungen sowie Veröffentlichungen auf der Plattform dazu angeregt, ihre Meinungen zu den einzelnen Indikatoren und dem Prozess der Entwicklung von Indikatoren zu teilen. Einzelne Experten meldeten sich per Mail zurück; diese Meinungsäußerungen wurden auf der Plattform veröffentlicht. Auf der Plattform an sich konnte trotz mehrmaliger Anläufe keine Interaktion bzw. Diskussion angestoßen werden. Gründe dafür könnten in weiteren zeitlichen Verpflichtungen der angefragten Fachleute und der noch nicht optimalen Benutzeroberfläche der Plattform liegen. Durch die fehlende Interaktion konnte der geplante Delphi-Prozess nicht durchgeführt werden. Dennoch lieferten die Inputs der Experten, die entweder in Video bzw. Mail-Form eingereicht wurden, wertvolle Anhaltspunkte.

Zum einen wurde beispielsweise auf die Schwierigkeit bei Kontrollmöglichkeiten bei den Angaben zu CO<sub>2</sub>-Emissionen hingewiesen. Dabei wurde neben der „3<sup>rd</sup> party-Verifizierung“ auf die Möglichkeit satellitenbasierter Verifizierung hingewiesen. Ein anderer Beitrag zielte auf die anthropozentrischen Perspektiven der Indikatoren ab. Der Vorschlag regte an, das Indikatorensystem um einfache, von der jeweiligen lokalen Bevölkerung beobachtbare Indikatoren zu ergänzen.

Im Zusammenhang mit der Veranstaltung zur EU-Politik (siehe Abschnitt 9.3) wurden zwei Fragen zur Bedeutung der nachhaltigen Chemie und ihrer möglichen Rolle für die CSS an vier wichtige Vertreter des Konzepts und der Praxis nachhaltiger Chemie gestellt:

- ▶ Prof. Dr. Dr. h. c. James Clark, University of York (Großbritannien), Gründer des G2C2 Netzwerks<sup>33</sup>,
- ▶ Dr. Jonatan Kleimark, ChemSec, Göteborg (Schweden)
- ▶ Prof. Dr. Klaus Kümmerer, Leuphana Universität, Lüneburg, und ISC<sub>3</sub> Science and Education Hub (Deutschland),

---

<sup>33</sup> Global Green Chemistry Centers network

- ▶ Prof. Dr. Dr. h. c. Ferdi Schüth, Max Planck Institut für Kohlenforschung, Mülheim (Deutschland), und ehemaliger Vizepräsident der Max-Planck-Gesellschaft

Die Videobeiträge mit den Antworten sind ebenfalls auf der Plattform zu finden.

## 9 Veröffentlichung von Projektergebnissen

Die in der Diskussion mit zahlreichen Fachleuten erarbeiteten Indikatoren wie auch die dazu gewählte Vorgehensweise sind nicht nur von fachpolitischer Relevanz, sondern sollten auch zur Weiterführung der wissenschaftlichen und politischen Diskussion zum Konzept der Nachhaltigen Chemie und ihres Nutzens für die Gesellschaft beitragen.

### 9.1 ISC<sub>3</sub> Stakeholder Forum

Das vom deutschen Bundesministerium für Umwelt und Verbraucherschutz und vom Umweltbundesamt geförderte International Sustainable Chemistry Collaborative Center (ISC<sub>3</sub>)<sup>34</sup> dient vor allem als Katalysator für die Verbreitung des Konzepts der Nachhaltigen Chemie. Es fördert Innovationen, unterstützt global Unternehmerinnen und Unternehmer bei deren Umsetzung, führt „Summer Schools“ für Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler durch u.a.m. Über ein „Advisory Board“ und ein „Scientific Board“ mit Expertinnen und Experten aus internationalen Organisationen, Industrie, Umweltverbänden und Wissenschaft erhält das ISC<sub>3</sub> kontinuierlich Informationen über die weitere Entwicklung des Konzepts wie auch über Techniken, die im Sinne nachhaltiger Chemie eingesetzt werden können. Mit einem „Stakeholder Forum“ werden darüber hinaus weitere interessierte Persönlichkeiten in die Arbeit des ISC<sub>3</sub> eingebunden. Es lag daher nahe, erste Erkenntnisse aus dem Projekt beim ISC<sub>3</sub> vorzustellen. Das Umweltbundesamt nutzte dazu 2021 die „Global Week“, in der zahlreiche Aktivitäten des ISC<sub>3</sub> wie das Investoren-Forum zeitlich gebündelt wurden.

Anlässlich des Treffens am 12.11.2021 (online) wurde das Projekt vom Auftraggeber vorgestellt und der Arbeitsansatz vom Projektteam erläutert. Beide Vorträge wurden im Rahmen einer Podiumsdiskussion sowie auch lebhaft im Chat diskutiert. Die Zusammenfassung der Diskussion wurde im Rahmen der Projektarbeit wie folgt dokumentiert (ISC<sub>3</sub> 2021):

„We need indicators for sustainability in chemicals management - i.e., production of chemicals, manufacturing of goods, applications, and waste phase (preferably including material recovery), but also to identify business models and financial incentives that support the sound management of chemicals in regards to systems thinking and sound management of resources.

Meet the need of the users, e.g., promoting and ensuring health and safety as well as fair, inclusive, and emancipatory labor conditions, substitution of hazardous chemicals by safe and non-regrettable alternatives, increase of material recycling without contamination throughout the entire life cycle of products. For developing countries, a sound and solid financing is of special importance.

Identify solutions towards more sustainability and communicate these as high-level messages to decision makers, to create a political momentum and call to action.

Refer to green and responsible investments and other financial incentives as opportunity to stimulate transformation.”

### 9.2 Wissenschaftliche Tagungen

#### 9.2.1 7<sup>th</sup> Green and Sustainable Chemistry Conference (GREN 2023)

Die vom Elsevier-Verlag veranstaltete Reihe der „Green and Sustainable Chemistry Conferences“ setzt Schwerpunkte bei inter- und transdisziplinären Aspekten. Neben wichtigen Forschungsrichtungen der Chemie wie hochspezifische Katalysatoren, inhärent sichere Stoffe

<sup>34</sup> Einzelheiten siehe ISC<sub>3</sub>: Governance <https://www.isc3.org/page/governance>

oder Materialien für die Speicherung von Energie werden alternative Geschäftsmodelle und gesellschaftliche Entwicklungen diskutiert, die für das Konzept der Nachhaltigen Chemie förderlich sein können. Zur Präsentation von Projektergebnissen bei der „Green & Sustainable Chemistry Conference“ (GREN 2023) vom 22. bis 24. Mai 2023 in Dresden wurden drei Vorträge angemeldet und in einer Sitzung mit dem Titel „Sustainable Chemistry - A bigger picture“ präsentiert (Vortragende(r) unterstrichen):

- ▶ How to measure sustainability in international chemicals management? Criteria for meaningful indicators (Christopher Blum<sup>a)</sup>, Henning Friege<sup>b)</sup>, Esther Heidbüchel<sup>c)</sup>, Hans-Christian Stolzenberg<sup>a)</sup>)
- ▶ An overview of appropriate indicators of waste aspects for measuring sustainability in international chemicals management (Henning Friege<sup>b)</sup>, Barbara Zeschmar-Lahl<sup>d)</sup>, Esther Heidbüchel<sup>c)</sup>, Christopher Blum<sup>a)</sup>)
- ▶ An overview of appropriate indicators of financial and economic aspects for measuring sustainability in international chemicals management (Esther Heidbüchel<sup>c)</sup>, Henning Friege<sup>b)</sup>, Barbara Zeschmar-Lahl<sup>d)</sup>, Christopher Blum<sup>a)</sup>)

a) Umweltbundesamt; b) N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung Dr. Frieger & Partners / Leuphana Universität, Lüneburg; c) Collaborating Centre for Sustainable Consumption and Production gGmbH (CSCP); d) BZL Kommunikation und Projektsteuerung GmbH.

Die Konferenz wurde auch genutzt, um Kommentare weiterer Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler zur Veröffentlichung auf der interaktiven Plattform (siehe Abschnitt 8.3).

### 9.2.2 18<sup>th</sup> International Conference on Chemistry and the Environment (ICCE), 2023

Die Division of Chemistry and the Environment der European Chemical Society (EuChemS) ist Veranstalter der International Conference on Chemistry and the Environment (ICCE). Diese bietet ein breites Spektrum von Themen, vor allem Analytik und Bewertung von Umweltchemikalien, Modellierungen, Life Cycle Analysis wie auch Entwicklungen in der „Green Chemistry“. Sie findet in einem zweijährigen Rhythmus statt. Aus dem Projekt heraus wurde für die 18th International Conference on Chemistry and the Environment (ICCE 2023)<sup>35</sup> vom 11. bis 15. Juni 2023 in Mestre (Italien) das Thema „Opportunities of the Concept of Sustainable Chemistry to support specific SDGs“ vorgeschlagen, um eigene Ergebnisse wie auch die Erkenntnisse aus anderen Projekten diskutieren zu können. Das Wissenschaftliche Komitee der ICCE 2023 kombinierte diesen Vorschlag mit einem weiteren zur „Session 16: Green and sustainable chemistry as an enabler of circular economy: safe-by-design approaches and LCA-based assessment tools“. Die Aufgaben der „Session Chairs“ wurden von Dr. Hans-Christian Stolzenberg (Umweltbundesamt), Prof. Dr. Elena Semenzin (Univ. Ca' Foscari, Venedig) und Prof. Dr. Henning Frieger (N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung) übernommen. Mit über 40 eingereichten Abstracts wurden drei Sessions mit insgesamt etwa 25 Vorträgen und Poster-Beiträgen gestaltet. Im Einführungsvortrag präsentierte Dr. Christopher Blum (Umweltbundesamt) Ergebnisse aus dem Projekt unter dem Titel „How to measure sustainability in international chemicals management?“. Die erste Session widmete sich ausschließlich Fragen der Umsetzung nachhaltiger Chemie in der Gesellschaft, Indikatoren, dem „safe and sustainable by design“-Ansatz und dem Einfluss von Chemikalien auf die planetaren Grenzen. Zwei weitere Sessions konzentrierten sich vor allem auf die LCA von chemischen Produkten, Synthesen aus

<sup>35</sup> <https://icce2023.com/#>

nachwachsenden Rohstoffen und Verbindungen zwischen nachhaltiger Chemie und Abfallwirtschaft.

Die Vorträge und Diskussionen brachten wichtige neue Erkenntnisse vor allem im Hinblick auf die europäischen Ansätze, zumal auch Arbeiten des Joint Research Centers (JRC) zu Indikatoren vorgestellt wurden. Die Chairpersons fassten die Ergebnisse wie folgt zusammen:

- ▶ Indicators for SMCW and Sustainable Chemistry vs. Indicators for „safe and sustainable by design“ (SSbD): The goals of the two approaches are different and therefore the two approaches should not be compared. Rather they might complement each other to certain extents. The JRC SSbD framework should be applied to guide innovation for chemical substances and materials whereas the SMCW/SC framework focuses on macroeconomic developments. It is necessary to define SSbD properly to measure progress on national or EU level. If the implementation and application of SSbD principles will be successful since the early stages of products' development, an improvement in progress towards some pertinent targets should be measurable by the indicators proposed for the global level.
- ▶ Development of SSbD: The SSbD philosophy is challenging because of its high complexity when it goes beyond the hazard level to check different applications of substances for sustainability. On the other hand, simple assessment models for SSbD should be used with caution and can fail due to over-simplification. E.g., attempts to split SSbD (back) into separate safety and sustainability assessments would essentially thwart the integrative (innovation driving and regulation preempting) sense of the SSbD invention, including its mid-term perspective of global value beyond the immediate EU CSS context. It is meaningful, to apply the most suitable tool for each assessment level, moving from screening to more advanced assessment (according also to technology readiness level) and keeping track of data quality, assumptions made and results uncertainty.
- ▶ Chemicals and planetary boundaries: There are models and data bases for some specific chemicals (e.g., pesticides) to get a (semi-) quantitative impression of exceeding the planetary boundaries. Methodologically, this appears to be substantiated rather by local/regional data for such exceedances, however globally spread and insofar with clear global relevance. As we are approaching or exceeding the planetary boundaries worldwide adequate control and impact assessment of production and use of chemicals are desperately needed. Therefore, global cooperation and regulations for subsectors or certain pollutants are essential even if political discussions are still far away from framework conventions of this type.

Diese gemeinsam erstellte Bilanz der Session bei der ICCE 2023 bestätigt auch Erkenntnisse aus dem Projekt: Zum einen wird damit der Diskussionsstand zu „Chemicals and planetary boundaries“ (siehe Kapitel 1 und 2) unterstrichen. Zum anderen zeigte die Diskussion bei der ICCE 2023 auf der wissenschaftlichen Ebene die Schwierigkeit, für das Konzept „safe and sustainable by design“ geeignete Indikatoren zu entwickeln. Dies entspricht auch dem Eindruck, der bei der im folgenden Abschnitt dargestellten Veranstaltung auf EU-Ebene gewonnen wurde.

### 9.3 Diskussion mit Akteuren im europäischen Chemikalienmanagement

Die „Chemicals Strategy for Sustainability“ (EU 2020) wurde bereits in Abschnitt 7.3 vorgestellt. Die von der Kommission und zahlreichen Interessengruppen zu diesem Thema eingeleiteten Gesprächsrunden boten eine wichtige Möglichkeit, die für die globale Diskussion entwickelten Indikatoren auch auf der europäischen Ebene vorzustellen: in einer kurzen Runde beim SusChem Board sowie in einer vom Projektteam organisierten Veranstaltung.

SusChem ist eine europäische Plattform, die sich vor allem mit der Forschung für Themen nachhaltiger Chemie befasst. Sie integriert 17 einzelstaatliche Forschungsagenturen. Die Plattform beschreibt ihre Aufgabe wie folgt: „SusChem’s vision is for a competitive and innovative Europe where sustainable chemistry and biotechnology together provide solutions for future generations. SusChem’s mission is to initiate and inspire European chemical and biochemical innovation to respond effectively to societal challenges by providing sustainable solutions.”<sup>36</sup> SusChem ist ein wichtiger Träger von Informationen zu nachhaltiger Chemie und wirkt in die Wissenschaft, die Industrie, aber auch in die europäische Politik hinein. Dem Board gehören vorwiegend Mitglieder aus der Leitung von Forschungseinrichtungen der Chemieindustrie sowie von renommierten Universitätsinstituten an. Durch Vermittlung eines deutschen Board Members wurde das Projektteam zu einer Besprechung des Gremiums eingeladen. Ziel und Aufbau des Projekts, die Kriterien zur Auswahl von Indikatoren sowie einige Beispiele für Indikatoren wurden anlässlich einer Sitzung des SusChem Boards am 22. Februar 2023 präsentiert (Dr. Christopher Blum, Umweltbundesamt, Dr. Henning Friege, N<sup>3</sup> Nachhaltigkeitsberatung). Angesichts der umfangreichen Tagesordnung des SusChem Board war allerdings keine ausführliche Diskussion möglich.

Die europäische CSS (EU 2020) muss von der EU-Kommission mit Leben gefüllt und deren Umsetzung durch geeignete Indikatoren überwacht werden. Die mögliche Nutzung von in diesem Vorhaben entwickelten Indikatoren (siehe Abschnitt 7.3) wurde daher in einer auf die administrative und politische Ebene der EU zielenden zweistündigen Video-Konferenz am 1. Juni 2023 mit dem Titel „Indicators measuring progress towards sustainable chemistry“ diskutiert. Dazu wurden verantwortliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der EU-Kommission, der European Environmental Agency, dem High-Level Roundtable on the Implementation of the Chemicals Strategy for Sustainability sowie engagierte europäische Fachleute aus dem Netzwerk des Projekts eingeladen.

Die zahlenmäßig (etwa 15 Teilnehmerinnen und Teilnehmer) überschaubare, aber fachlich hochkarätige Runde wurde von Michael Kuhndt (CSCP) moderiert. Zur Einführung in die Thematik dienten kurze Stellungnahmen zu der Frage „Do you think that the Chemicals Strategy for Sustainability is tangible enough to foster implementation of the concept of sustainable chemistry? Do you recognise gaps that should be filled?“ von

- ▶ Prof. Dr. Dr. h. c. James Clark, University of York (Großbritannien), Gründer des G2C2 Netzwerks<sup>37</sup>,
- ▶ Dr. Jonatan Kleimark, ChemSec, Göteborg (Schweden)
- ▶ Prof. Dr. Klaus Kümmerer, Leuphana Universität Lüneburg, und ISC<sub>3</sub> Science and Education Hub (Germany),

Projektergebnisse wurden - mit Fokus auf die Kriterien (siehe Kapitel 5) und für die EU geeignete Indikatoren (siehe Abschnitt 7.3) - vom Umweltbundesamt (Christopher Blum) bzw. vom Projektteam (Henning Friege) vorgestellt. Aleksandra Malyska (EU-Kommission, DG ENV) schilderte den Stand der Entwicklung von Indikatoren für CSS und betonte, dass diese ein möglichst umfassendes Bild zeichnen sollten. Die Projektergebnisse würden in die Arbeit an den CSS-Indikatoren mit aufgenommen. Die Kommission will die Indikatoren für die CSS im Jahr 2024 veröffentlichen. Eric de Deckere (CEFIC) stellte die Vorgehensweise von CEFIC vor: Indikatoren mit möglichst guter Datenbasis werden an den im Projekt entwickelten Kriterien

---

<sup>36</sup> SusChem: What is SusChem? <http://www.suschem.org/about>

<sup>37</sup> Global Green Chemistry Centers network



gemessen. Er betonte die notwendige Abstimmung von SMCW und CSS, speziell des „Transition Pathway for the Chemical Industry“ der Kommission (EU 2023b). Allerdings brauche man klare Definitionen, die z.B. für SSbD fehlen, wie auch auf allen Ebenen klare und realistische Ziele. Für die Diskussion wurden folgende Leitfragen in den Mittelpunkt gestellt:

- ▶ Fördern die Indikatoren nachhaltige Innovationen oder sprechen sie sogar zusätzliche Ziele im Zusammenhang mit dem Konzept der nachhaltigen Chemie an?
- ▶ Sind Sie der Meinung, dass die Indikatoren dazu beitragen, Investitionen in den erforderlichen nachhaltigkeitsorientierten Wandel der chemischen Industrie und verwandter Industriezweige zu lenken?
- ▶ Sind Ihnen andere Indikatoren bekannt, die demselben Zweck dienen, möglicherweise aus anderen EU-Richtlinien/Strategien?

Die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sprachen zahlreiche Themen an, die auch im Projekt mehrfach diskutiert worden waren, und brachten neue Aspekte ein. Es ging u.a. um die Unterscheidung zwischen wirkungs- und prozessbezogenen Indikatoren, die Aussagekraft der Zahl von Patenten für Innovationen, die Bedeutung von „footprint“-Indikatoren für den Ressourcenverbrauch, Indikatoren für die mögliche Übernutzung nachwachsender Rohstoffe, die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit von Daten im Zusammenhang mit Governance und die Entwicklung einer nachhaltigen Chemieindustrie in Europa ohne Verlust von deren Wettbewerbsfähigkeit. Die lebhafte und zielführende Diskussion ist in Appendix D dokumentiert.

#### 9.4 Homepage des Umweltbundesamts

Die umfangreichen Recherchen und Workshops (siehe Kapitel 3) erlaubten keine frühzeitige Veröffentlichung von Zwischenergebnissen auf einer allgemein zugänglichen Webseite; vielmehr stand die Transparenz der Projektarbeit für die Fachöffentlichkeit (siehe Kapitel 8) im Vordergrund. Es wird vorgeschlagen, nach Projektabschluss zusätzlich zum Abschlussbericht folgende Unterlagen auf der Webseite des Umweltbundesamts zu veröffentlichen:

- ▶ die Liste der 45 Indikatoren (in der auf der Plattform vorhandenen Form),
- ▶ die bei der GREN 2023 (siehe Abschnitt 9.2.1) gehaltenen Vorträge,
- ▶ der Vortrag anlässlich der ICCE 2023 (siehe Abschnitt 9.2.2),
- ▶ die bei der EU-Veranstaltung gehaltenen Vorträge (siehe Abschnitt 9.3),
- ▶ die Videobeiträge zum Verhältnis zwischen CSS und nachhaltiger Chemie.

## 10 Schlussfolgerungen

### 10.1 Kriterien für Indikatoren

Indikatoren müssen bestimmte formale und inhaltliche Kriterien erfüllen, um im Rahmen eines komplexen Zielgefüges wie dem internationalen Management von Chemikalien und Abfällen einsetzbar zu sein. Die im Rahmen dieser Studie gewählten sieben formalen Prüfkriterien berücksichtigen neben Zielgenauigkeit und Aussagekraft des Indikators auch die Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der benötigten Daten. Die fünf im Projekt entwickelten inhaltlichen Prüfkriterien beziehen sich auf das Konzept der Nachhaltigen Chemie. Die insgesamt zwölf Kriterien stießen in den Workshops und Interviews auf breite Zustimmung. Daher ist davon auszugehen, dass die Kriterien von Institutionen, die sich mit politischen Grundlagen des Managements von Chemikalien und Abfällen befassen, eingesetzt werden können. So können die Kriterien beispielsweise für die Suche nach weiteren Indikatoren in Bezug auf die Entwicklung der chemischen Industrie und nachgelagerten Produktionen verwendet werden. Eine Publikation des hier gewählten Ansatzes in umweltpolitischen Fachzeitschriften und deren Präsentation in Diskussionen zur nachhaltigen Chemie (Webinare, Kongresse) ist daher

### 10.2 Indikatoren für die globale Politik: Zukünftige Entwicklungen?

Bei den in dieser Studie ausgewählten bzw. entwickelten Indikatoren handelt es sich um Kenngrößen, die Aspekte der nachhaltigen Chemie bei der Entwicklung des globalen Managements von Chemikalien und Abfällen berücksichtigen. Die Indikatoren fokussieren einerseits auf offene Probleme und nicht erreichte Ziele der Dubai Declaration, andererseits bilden sie Entwicklungen ab, die einer nachhaltigen Chemie förderlich sind oder ihr auch im Wege stehen. Die Indikatoren überwachen und unterstützen (siehe Abschnitt 7.1) nicht nur die Zielsetzung der Dubai Declaration, die im Wesentlichen in SDG 12.4 formuliert ist, sondern sprechen auch das Erreichen zahlreicher weiterer SDGs an. Der Ansatz der SDGs wird somit durch das integrative Konzept der Nachhaltigen Chemie unterstützt. Aufgrund des interdisziplinären Charakters des Konzepts sind zahlreiche Schnittstellen einzubeziehen, u.a. zu der Finanzen, globalem Ressourcenmanagement von, Gesundheitsschutz, Klimaschutz oder Biodiversität. Diese Vielfalt lässt sich nur schwer in wenigen Indikatoren abbilden. Daher mussten bei der Auswahl von 23 prioritären Indikatoren (siehe Kapitel 7) Kompromisse eingegangen werden. Der Schwerpunkt dieser Liste liegt auf Chemikalien; aufgrund des Stands der politischen Diskussion vor der ICCM5 wurden nur wenige Indikatoren für abfallwirtschaftliche Herausforderungen aufgenommen. Die Ergebnisse dieses Projekts unterstreichen jedoch die eng Verbindung zwischen Chemikalien, Abfallmanagement und Ressourcenmanagement, die in den Konzepten der nachhaltigen Chemie und der Kreislaufwirtschaft angelegt ist: „benign by design“ und „design for recycling“ sind Konzepte, die sich gegenseitig ergänzen. Der auf der ICCM5 (IISD 2023) gefundene Kompromiss zur stärkeren Einbeziehung von Abfällen in die Arbeit des zukünftigen „Global Framework for Chemicals“ wie auch vereinzelte Hinweise auf „resource efficiency“ (target D.1) oder „circular... approaches“ (target D.2), sind ein guter Ansatz für die weitere Integration der genannten Themen.

Lücken bestehen bei den ökonomischen Indikatoren mit Fokus auf Innovationen sowie Investitionen in Anlagen und Verfahren, die die Entwicklung im Sinne nachhaltiger Chemie fördern. Diese Schwierigkeit wird auch von anderen Institutionen und Stakeholdern gesehen, wie die Auswertung des sechsten Workshops und die Diskussion mit der IOMC zeigten. Das Konzept der Nachhaltigen Chemie hebt nicht auf wenige definierte Technologien wie Bioraffinerien oder Reaktionen mit hochspezifischen Katalysatoren ab. Nachhaltige Chemie ist

offen für alle Innovationen; zu bewerten ist deren Wirkung im Sinne einer nachhaltigen Entwicklung. Wie derartige Ziele mit aussagekräftigen und messbaren Indikatoren überprüft werden können, ist noch offen. In diesem Bereich besteht weiterer Forschungsbedarf.

Nur für einen Teil der potenziellen Indikatoren stehen bereits ausreichende und zuverlässige Daten zur Verfügung. In einigen Fällen sind Differenzierungen statistischer Daten erforderlich, um sektorspezifische Indikatoren bestimmen zu können. Vielfach erschien ein Kompromiss zwischen Datenverfügbarkeit einerseits und Aussagekraft andererseits erforderlich. Dies führte zur Aufnahme von Prozessindikatoren wie etwa die Anzahl der Staaten mit einem bestimmten Typ eines Regulierungssystems. Da derartige Indikatoren lediglich einen politischen Trend abbilden, ist es sinnvoll, diese Indikatoren durch solche zu ergänzen oder zu ersetzen, die im Sinne eines Wirkindikators entsprechende positive Folgen widerspiegeln. Eine Fortführung der Diskussion mit dem IOMC nach Projektende kann zur Optimierung der Indikatoren bzw. ihrer Datenbasis beitragen, zumal die UN Statistics Division in der Indikatoren-Arbeitsgruppe des IOMC vertreten ist.

Aufgrund der mehrfachen Verschiebung der ICCM5 und der damit einhergehenden Verzögerung bei der Festlegung von „Targets“ für die weitere Arbeit am SAICM-Nachfolgeinstrument konnten die hier erzielten Ergebnisse nicht bei der ICCM5 eingebracht werden. Die oben genannte Liste des IOMC sowie weitere Vorarbeiten wurden bei der IP4.3 unmittelbar vor ICCM5 in einen Vorschlag für eine „Measurability Structure“ (SAICM 2023) eingebracht. Darin werden - wie auch in dieser Studie diskutiert (siehe Kapitel 5) - verschiedene Arten von Zielen bzw. entsprechende Indikatoren unterschieden:

- ▶ „Leitindikatoren („headline indicators“) zu strategischen Zielen“,
- ▶ „Prozessindikatoren („process indicators“) zu den durchgeführten Maßnahmen“,
- ▶ „Wirkungsindikatoren („impact indicators“) zu den Ergebnissen“
- ▶ sowie, bei Bedarf, weitere Indikatoren.

Die anzulegenden Kriterien entsprechen denen des IOMC. Die hier entwickelten Indikatoren ((Tabelle 2 bzw. Tabelle 6) können nun für die im Rahmen der ICCM5 (IISD 2023) geforderte Beratung und Entscheidungsfindung zur „Measurability Structure“ zur Verfügung gestellt werden. Die Breite des hier gewählten Ansatzes ermöglicht die Nutzung dieser Indikatoren für zahlreiche der auf der ICCM5 beschlossenen „Targets“, vor allem im Zusammenhang mit dem „Objective D“. Die formalen Kriterien ähneln den von IOMC vorgeschlagenen, die inhaltlichen Kriterien stellen den für das GFC wichtigen Bezug zu nachhaltiger Chemie her. Die 23 prioritären Indikatoren (Tabelle 2) stellen aber auch eine Brücke zwischen SMCW und nachhaltiger Chemie dar: Sie dienen dem Monitoring weiterer Schritte zum Erreichen der Dubai-Ziele und des GFC und lassen so erkennen, wie die Transformation von Produktion und Verwendung chemischer Stoffe im Sinne nachhaltiger Entwicklung voranschreitet.

### 10.3 Indikatoren für die europäische Politik: Zukünftige Entwicklungen?

Die Diskussion über nachhaltige Chemie in Europa wird oft auf die Regulierung von Chemikalien oder Einschränkungen ihrer Verwendung reduziert. Dies zeigen auch die vielen Reaktionen von Nicht-Regierungs-Organisationen und der Industrie auf die „Chemicals Strategy for Sustainability“ (CSS). Die CSS zielt auf die Chancen einer grünen und nachhaltigen Chemie, die weit über eine verbesserte Regulierung von Chemikalien hinausgehen. Die hier verwendeten Kriterien für Indikatoren eignen sich auch für die Diskussion im Rahmen der CSS; sie werden

bereits von CEFIC für brancheninterne Diskussion genutzt. Von den 45 im Rahmen der Studie entwickelten Indikatoren kommen einige für das Monitoring von CSS in Frage, und zwar solche,

- ▶ die auch in der EU noch nicht erreichte Ziele betreffen
- ▶ und für die eine entsprechende Datenbasis vorhanden ist.

Die Verfügbarkeit von Daten auf europäischer Ebene ist - wie die hier vorgenommene Analyse zeigt (siehe Abschnitt 7.3) - für einige Indikatoren deutlich besser als auf globaler Ebene. Ein Kontakt mit den zuständigen Dienststellen innerhalb der Europäischen Kommission wurde bereits hergestellt; ein weiterer Austausch wurde von dort ausdrücklich gewünscht. Die Mitglieder des von der Kommission für die Umsetzung der CSS eingerichteten „High-Level Roundtable“ sollten über Erkenntnisse aus diesem Projekt informiert werden.

Der Zugang zu entsprechenden Daten aus der chemischen Industrie wäre sehr hilfreich. Selbst wenn Daten - z.B. zu Responsible Care® oder zu Together for Sustainability (TfS)/EcoVadis - innerhalb der Branche vorhanden sind oder wären, ist nicht gewährleistet, dass Institutionen wie UNEP auf sie zugreifen können, solange keine Verpflichtung besteht, diese nach einheitlichen Standards zu ermitteln und offen zu legen. Die Situation wird sich in der EU in den nächsten Jahren aufgrund der CSRD, den EU-Berichtsstandards (ESRS) und dem European Single Access Point for public corporate information (ESAP) sicherlich deutlich verbessern. Dies gilt insbesondere für Themen, die die Lieferkette betreffen, aber auch z.B. für das Vorhandensein zertifizierter Managementsysteme für Arbeitssicherheit oder Umwelt. Dies sind Themen, bei denen die von CEFIC vorgesehenen Indikatoren als nicht ausreichend zu bewerten sind. Besondere Erwartungen bestehen hier an die Schaffung eines oder mehrerer branchenspezifischer Standards für die chemische Industrie.

Für die Diskussion sowohl auf europäischer als auch auf SAICM-Ebene könnte die seit Februar 2023 eingerichtete interaktive online-Plattform bei Bedarf weitergeführt werden. Dort können alle wesentlichen Ergebnisse des Projekts eingesehen, heruntergeladen, kommentiert und mit anderen Fachleuten diskutiert werden. Über den Fokus auf chemische Prozesse und Produkte hinaus wäre es sinnvoll, die hier verwendete Systematik mit Fachleuten für andere Bereiche der industriellen Transformation zu diskutieren. Möglicherweise ergeben sich daraus weitere Erkenntnisse im Hinblick auf die Zielsteuerung im Sinne einer nachhaltigen Transformation unserer Industriegesellschaft.

## 11 Danksagungen

### 11.1 Ein Dankeschön an die im Projekt engagierten Fachleute

Das Projektteam und die Auftraggeber der Studie danken sehr herzlich den weit über einhundert Expertinnen und Experten aus aller Welt, von internationalen Organisationen, aus der Industrie, aus Universitäten, von Fachvereinigungen und Umweltverbänden für ihre großartige Mitwirkung bei den Workshops und ihre wertvollen Beiträge im Rahmen von Interviews. Die Referenten für die Workshops sind in Anhang A und unsere Interviewpartner in Anhang B jeweils namentlich aufgeführt. Wir hoffen, dass diese offene und fruchtbare Zusammenarbeit dazu beiträgt, die Ziele für das internationale Chemikalienmanagement im Sinne nachhaltiger Chemie gemeinsam anzugehen und zu erreichen.

### 11.2 Ein Dankeschön an die Auftraggeber

Der ganz herzliche Dank des Projektteams für eine immer angenehme, respektvolle, befruchtende und vertrauensvolle Zusammenarbeit über die vergangenen vier Jahre geht an das Fachgebiet Internationales Chemikalienmanagement des Umweltbundesamtes und insbesondere an Christopher Blum und Hans-Christian Stolzenberg. Trotz der Corona-bedingten Verzögerungen, die die Bearbeitung der Aufgabe massiv erschwerten, standen sie immer hinter dem Projekt und dem Auftragnehmer-Team, waren für Diskussionen jederzeit offen und bereicherten unsere Arbeit mit ihrem fachlichen und politischen Hintergrundwissen, ihrem Engagement und ihrem Humor.

### 11.3 Ein Dankeschön an unsere Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter

Die Autoren der Studie danken David Obladen, Vladislav Sedov, Svenja Sophie Jürgens und Simon Obladen (Akademie Dr. Obladen GmbH) für die technische Begleitung, vor allem die Regie bei den virtuellen und hybriden Workshops. Cristina Fedato, Meike Jungnickel und Livia El-Khawad (CSCP gGmbH) sei herzlicher Dank gesagt für die umfangreiche Unterstützung bei der Protokollierung der Workshops, der Pflege der Plattform und der Hilfe bei der technischen Erstellung des Abschlussdokuments. Fiona Woo und Raymond Slaughter (CSCP) sind wir für die englische Übersetzung des Berichtsentwurfs sehr verbunden. Vielen Dank an Gisela Bühren-Goch (N<sup>3</sup>) u.a. für die „schaltbare Diskussionsampel“, die sich bei den virtuellen Workshops unter Pandemie-Bedingungen ausgezeichnet bewährt hat.

## 12 Quellenverzeichnis

- Aichi Biodiversity Targets (2010): <https://www.cbd.int/sp/targets/> (10 Oct 2019).
- Anastas, P.T.; Warner, J.C. (1998): Green chemistry: theory and practice. In: Oxford University press.
- Anastas, P.T.; Zimmermann, J.B. (2018): The United Nations sustainability goals: How can sustainable chemistry contribute? *Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry* 2018, 13, p. 150-153.
- Bazzanella, A.; Friege, H.; Zeschmar-Lahl, B. (2017): Identification of Priority Topics in the Field of Sustainable Chemistry. UBA-Texte 83/2017, Dessau-Roßlau 2017.  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-09-08\\_texte\\_83-2017\\_isc3\\_priority-topics\\_0.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2017-09-08_texte_83-2017_isc3_priority-topics_0.pdf) (10 Oct 2019).
- Blum, C; Bunke, D.; Hungsberg, M.; Roelofs, E.; Joas, A.; Joas, R.; Blepp, M.; Stolzenberg, H.C. (2017): The concept of sustainable chemistry: key drivers for the transition towards sustainable development. *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 2017, 5, p. 94-104 <http://dx.doi.org/10.1016/j.scp.2017.01.001> (10 Oct 2019).
- Brosché S. (2021): Women, chemicals and the SDGs.  
[https://saicmknowledge.org/sites/default/files/publications/ipen-gender-chemicals-report-v1\\_6dw-en.pdf](https://saicmknowledge.org/sites/default/files/publications/ipen-gender-chemicals-report-v1_6dw-en.pdf) (13 Aug 2023).
- BUND - Friends of the Earth Germany (2023): Challenges for a Sustainable Chemicals and Materials Policy, Position Paper. Berlin  
[https://www.bund.net/fileadmin/user\\_upload\\_bund/publikationen/ressourcen\\_und\\_technik/challenges-for-a-sustainable-chemicals\\_and\\_Materials-Position\\_Paper\\_BUND.pdf](https://www.bund.net/fileadmin/user_upload_bund/publikationen/ressourcen_und_technik/challenges-for-a-sustainable-chemicals_and_Materials-Position_Paper_BUND.pdf) (10 Sept 2023).
- CEFIC (2023a): Responsible Care®. An ethical framework towards safe chemicals management and performance excellence <https://cefic.org/responsible-care/> (14 Aug 2023).
- CEFIC (2023b): Responsible Care Guidance <https://cefic.org/guidance/responsible-care-guidance/> and European Responsible Care self-assessment web-tool <https://self-assessment.responsible-care.com/login?returnUrl=%2F> (14 Aug 2023).
- Diamond, M.L.; de Wit, C.A.; Molander, S.; Scheringer, M.; Backhaus, T.; Lohmann, R.; Arvidsson, R.; Bergman, Å.; Hauschild, M.; Holoubek, I.; Persson, L.; Suzuki, N.; Vighi, M.; Zetzsch, C. (2015): Exploring the planetary boundaries for chemical pollution. *Environment International* 2015, 78, p. 8-15.
- EEA (1999): Environmental indicators: Typology and overview. Technical report No 25, Copenhagen  
<https://www.eea.europa.eu/publications/TEC25> (10 Oct 2019).
- EU (2019a): Commission Delegated Regulation (EU) 2019/815 of 17 December 2018 supplementing Directive 2004/109/EC of the European Parliament and of the Council with regard to regulatory technical standards on the specification of a single electronic reporting format. OJ L 143, 29.5.2019, p. 1-792 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0815> (10 Sept 2023).
- EU (2019b): Directive EU 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment. OJ L155, p. 1-19 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019L0904> (10 Sept 2023).
- EU (2020): Chemicals Strategy for Sustainability - Towards a Toxic-Free Environment, COM (2020) 667 final, 14.10.2020 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0667> (10 Sept 2023).
- EU (2022a): DIRECTIVE (EU) 2022/2464 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting. OJ L 322, 16.12.2022, p. 15-80 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464> (10 Sept 2023).



EU (2022b): COMMISSION RECOMMENDATION (EU) 2022/2510 of 8 December 2022 establishing a European assessment framework for 'safe and sustainable by design' chemicals and materials. OJ L 325, 20.12.2022, p. 179-205 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H2510> (10 Sept 2023).

EU (2023a): COMMISSION DELEGATED REGULATION (EU) .../... of 31.7.2023 supplementing Directive 2013/34/EU of the European Parliament and of the Council as regards sustainability reporting standards. (not in force until it is published in the Official Journal) [https://finance.ec.europa.eu/regulation-and-supervision/financial-services-legislation/implementing-and-delegated-acts/corporate-sustainability-reporting-directive\\_en](https://finance.ec.europa.eu/regulation-and-supervision/financial-services-legislation/implementing-and-delegated-acts/corporate-sustainability-reporting-directive_en) (01 Aug 2023).

EU (2023b): Transition pathway for the chemical industry. Manuscript completed in January 2023. First edition. ISBN 978-92-76-61690-0, doi: 10.2873/873037, ET-08-23-017-EN-N. <https://ec.europa.eu/docsroom/documents/54595/attachments/1/translations/en/renditions/native> (26 July 2023).

European Commission (2022): Proposal for a DIRECTIVE OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL on Corporate Sustainability Due Diligence and amending Directive (EU) 2019/1937, COM(2022) 71 final. 23.02.2022 <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022PC0071> (26 July 2023).

FAO/WHO (2016): Food and Agriculture Organization of the United Nations and World Health Organization, (Guidelines on Highly Hazardous Pesticides. [www.fao.org/3/i5566e/i5566e.pdf](http://www.fao.org/3/i5566e/i5566e.pdf) (03 June 2017).

Friege, H. (2017): Sustainable Chemistry - a Concept with Important Links to Waste Management. Sustainable Chemistry and Pharmacy 2017, 6, p. 57-60 doi.org/10.1016/j.scp.2017.08.001 (26 July 2023).

HEJ Support and Swedish Society for Nature Conservation (2021): Global minimum transparency standard; <https://www.globalchemicaltransparency.org/wp-content/uploads/2021/05/presentation-White-Paper-NGO-Discussion-2021-12-03.pdf> (26 July 2023).

IISD - International Institute for Sustainable Development (2023): Summary of the Fifth International Conference on Chemicals Management: 25-30 September 2023. Earth Negotiations Bulletin Vol 15, Nr. 311, 3 October 2023 <https://enb.iisd.org/iccm5-saicm-intersessional-process-resumed-4-sound-management-chemicals-waste-beyond-2020> (03 Oct 2023).

INI - International Nitrogen Initiative (2021): Berlin Declaration on Sustainable Nitrogen Management for the SDGs [https://ini2021.com/wp-content/uploads/2021/07/INI2021\\_Berlin\\_Declaration.pdf](https://ini2021.com/wp-content/uploads/2021/07/INI2021_Berlin_Declaration.pdf) (25 June 2021).

INMS - International Nitrogen Management System (2021): Colombo Declaration on Sustainable Nitrogen Management. Done on 24<sup>th</sup> October 2019 in Colombo, Sri Lanka [https://www.inms.international/sites/inms.international/files/Colombo%20Declaration\\_Final.pdf](https://www.inms.international/sites/inms.international/files/Colombo%20Declaration_Final.pdf) (25 June 2021).

IOMC (2015a): Activities of the Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals to support the implementation of SAICM; SAICM/ICCM.4/INF/2 <https://www.saicm.org/Meetings/ICCM4/tabid/5464/language/en-US/Default.aspx> (10 Aug 2023).

IOMC (2015b): Indicators of progress in implementing SAICM <https://partnership.who.int/iomc/iomc-indicators-of-progress-in-implementing-saicm> (24 March 2022).

IPEN (2019): Thought Starter on Beyond 2020 Indicators and Milestones: Chemical Safety Contributions to the SDGs, Sept. 17, 2019 <https://ipen.org/news/thought-starter-beyond-2020-indicators-and-milestones-chemical-safety-contributions-sdgs> (24 March 2022).

ISC<sub>3</sub> (2021): 3<sup>rd</sup> Stakeholder Forum of the International Sustainable Chemistry Collaborative Centre. Event Report [https://www.isc3.org/cms/wp-content/uploads/2022/08/Report\\_StakeholderForum\\_2021.pdf](https://www.isc3.org/cms/wp-content/uploads/2022/08/Report_StakeholderForum_2021.pdf) (05 July 2023).



Kümmerer, K.; Amsel, A. K.; Bartkowiak, D.; Blum, C.; Cinquemani, C. (2021): Key Characteristics of Sustainable Chemistry. Dialogue Paper by the International Sustainable Chemistry Collaborative Centre (ISC<sub>3</sub>), Bonn, Germany [https://www.isc3.org/cms/wp-content/uploads/2022/06/ISC3\\_Sustainable\\_Chemistry\\_key\\_characteristics\\_20210113.pdf](https://www.isc3.org/cms/wp-content/uploads/2022/06/ISC3_Sustainable_Chemistry_key_characteristics_20210113.pdf) (07 July 2023).

Kümmerer, K.; Clark, J. (2016): Green and Sustainable Chemistry. In: Heinrichs, H.; Martens, P.; Michelsen, G.; Wiek, A. (Eds.): Sustainability Science. Springer. Berlin, Heidelberg. p. 43-59.

Kümmerer, K.; Clark, J.; Zuin, V.G. (2020): Rethinking chemistry for a circular economy. *Science* 2020, 367 (6476), p. 369-370. <https://doi:10.1126/science.aba4979>.

OECD (2003): OECD Environmental Indicators - Development, Measurement, and Use. Reference Paper, Paris <https://www.oecd.org/environment/indicators-modelling-outlooks/24993546.pdf> (09 Sept 2023).

OECD (2011): Government at a glance, ANNEX B: Classification of the Functions of Government (COFOG) <https://www.oecd.org/gov/48250728.pdf> (10 Oct 2019).

OECD (2012): The Role of Government Policy in Supporting the Adoption of Green/Sustainable Chemistry Innovations. Series on Risk Management No. 26. ENV/JM/MONO(2012)3, Organisation for Economic Co-operation and Development, Paris [https://one.oecd.org/document/env/jm/mono\(2012\)3/en/pdf](https://one.oecd.org/document/env/jm/mono(2012)3/en/pdf) (13 July 2016)

OECD (2014): Taxing the Rent of Non-Renewable Resource Sectors. OECD Economics Department Working Papers No. 1149, ECO/WKP(2014)45, Authors: Julien Daubanesi and Saraly Andrade de Sá <https://dx.doi.org/10.1787/5jz0zb620vr1-en> (10 Oct 2019).

OECD (2016): Sustainable Chemistry. Organisation for Economic Co-operation and Development. [www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/sustainablechemistry.htm](http://www.oecd.org/chemicalsafety/risk-management/sustainablechemistry.htm) (29 April 2016).

PAN - Pesticide Action Network (2016): PAN International List of Highly Hazardous Pesticides (PAN List of HHPs), December 2016 [https://archiv.pan-germany.org/pan-germany.org\\_180405/www.pan-germany.org/download/PAN\\_HHP\\_List\\_161212\\_F.pdf](https://archiv.pan-germany.org/pan-germany.org_180405/www.pan-germany.org/download/PAN_HHP_List_161212_F.pdf) (28 Aug 2023).

PAN - Pesticide Action Network (2021): PAN International List of Highly Hazardous Pesticides (PAN List of HHPs), March 2021 [https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN\\_HHP\\_List.pdf](https://pan-international.org/wp-content/uploads/PAN_HHP_List.pdf) (28 Aug 2023).

Persson, L.; Almroth, B.M.C.; Collins, C.D.; Cornell, S.; de Wit, C.A.; Diamond, M.L.; Fantke, P.; Hassellöv, M.; MacLeod, M.; Ryberg, M.W.; Jørgensen, P.S.; Villarrubia-Gómez, P.; Wang, Z.; Hauschild, M.Z. (2022): Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities. *Environ. Sci. Technol.* 2022, 56, 3, p. 1510-1521 <https://pubs.acs.org/doi/epdf/10.1021/acs.est.1c04158> (08 Sept 2022).

Rockström, J.; Steffen, W.; Noone, K.; Persson, A.; Chapin, F.S.; Lambin, E.F.; Lenton, T.M.; Scheffer, M.; Folke, C.; Schellnhuber, H.J.; Nykvist, B.; deWit, C.A.; Hughes, T.; van der Leeuw, S.; Rodhe, H.; Sorlin, S.; Snyder, P.K.; Costanza, R.; Svedin, U.; Falkenmark, M.; Karlberg, L.; Corell, R.W.; Fabry, V.J.; Hansen, J.; Walker, B.; Liverman, D.; Richardson, K.; Crutzen, P.; Foley, J.A. (2009): A safe operating space for humanity. *Nature* 2009, 461, p. 472-475 <https://www.nature.com/articles/461472a.pdf> (09 Sept 2022).

SAICM (2006): SAICM texts and resolutions of the International Conference on Chemicals Management, Geneva, 2006. <http://www.saicm.org/Portals/12/documents/saicmtexts/SAICM-publication-EN.pdf> (25 Feb 2020).

SAICM (2009): List of indicators for reporting progress in implementation of the Strategic Approach and the related basic elements of the overall orientation and guidance; SAICM/ICCM2/15, Annex III <https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/SAICM-List%20of%20indicators%20for%20reporting%20progress.pdf> (15 Jan 2020).

SAICM (2018): Intersessional Process to develop recommendations on SAICM and the sound management of chemicals and waste beyond 2020. Co-chairs' Paper - Draft for consideration of the ICCM5 Bureau.

10 December 2018 (REV 1) - final unedited version for ICCM5 Bureau input.

<https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/Bureau/ICCM5B6/SAICM-ICCM-5-Bureau-6-3-Co-Chairs-paper.pdf> (02 Oct 2019).

SAICM (2019a): First e-meeting of the Technical Working Group, 10 January 2020. Meeting Reference Documents, TWG/Document/3 - Proposal by TWG Co-chairs: Suggested framework to support the development of targets & indicators. [http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-3\\_Suggested\\_framework.pdf](http://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-3_Suggested_framework.pdf) (10 Oct 2019).

SAICM (2019b): First e-meeting of the Technical Working Group, 10 January 2020. Meeting Reference Documents, TWG/Document/4 - Mapping exercise: existing global and regional data and indicators relevant to the Beyond 2020 Framework [https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-4\\_Mapping\\_Exercise.docx](https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/TGW/TWG-Doc-4_Mapping_Exercise.docx) (10 Oct 2019).

SAICM (2019c): Sixth meeting of the Bureau of the International Conference on Chemicals Management for its fifth session. Meeting Report <http://www.saicm.org/About/Bureau/BureauMeetings/tabid/5949/language/en-US/Default.aspx> and <https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/Bureau/ICCM5B6/ICCM5-Bureau-Sixth-meeting-Jan-2019-Report.pdf> (10 Sept 2023).

SAICM (2020a): Proposed targets prepared by the Technical Working Group on targets, indicators and milestones for SAICM and the sound management of chemicals and waste beyond 2020, SAICM/IP.4/3, 21-02-2020. [https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/old/\(old\)SAICM\\_IP4\\_3\\_Proposed-targets-TWG-SAICM-smcw-beyond-2020.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/old/(old)SAICM_IP4_3_Proposed-targets-TWG-SAICM-smcw-beyond-2020.pdf) (10 Sept 2023).

SAICM (2020b): Supplementary information on proposed targets prepared by the Technical Working Group on targets, indicators and milestones for SAICM and the sound management of chemicals and waste beyond 2020; SAICM/IP.4/INF/15, 16 March 2020

[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/old/\(old\)SAICM\\_IP4\\_INF\\_15\\_TWG\\_FINAL.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/old/(old)SAICM_IP4_INF_15_TWG_FINAL.pdf) (10 Sept 2023).

SAICM (2021): Virtual Working Group on targets, indicators and milestones. Co-facilitators' final report of the outcomes of the Virtual Working Group, SAICM/ICCM.5/VWG1/Final report, 16 February 2021.

[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/VirtualWG/Target/VWG1\\_Co-facilitators-final-report\\_16FEB2021\\_FINAL.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/VirtualWG/Target/VWG1_Co-facilitators-final-report_16FEB2021_FINAL.pdf) (29 March 2021).

SAICM (2022a): Outcome of the Virtual Working Group on targets, indicators and milestones, SAICM/IP.4/2/Rev.1/Add.1, 15 July 2022

[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/2022/SAICM\\_IP4\\_2\\_Rev.1\\_Add.1\\_Outcome%20of%20VWG1%20on%20targets,%20indicators%20and%20milestones.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/2022/SAICM_IP4_2_Rev.1_Add.1_Outcome%20of%20VWG1%20on%20targets,%20indicators%20and%20milestones.pdf) (06 Sept 2023).

SAICM (2022b): Strengthening integrated chemicals and waste management: An IOMC contribution to the intersessional process on the "Strategic Approach and sound management of chemicals and waste beyond 2020", SAICM/IP.4/INF/18, 27 July 2022

[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/2022/SAICM\\_IP4\\_INF\\_18\\_IOMC%20Integrated%20chemicals%20and%20waste%20management\\_\\_.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/2022/SAICM_IP4_INF_18_IOMC%20Integrated%20chemicals%20and%20waste%20management__.pdf) (15 Sept 2022).

SAICM (2023): Inventory and analysis report: existing indicators on chemicals and waste management. SAICM/IP.4/INF/39/Rev.1, 08/08/2023, Annex: IOMC Indicators Project Working Group: IOMC: Update to the Inventory and analysis report: existing indicators on chemicals and waste management. 17/07/2023.

[https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4\\_3/SAICM\\_IP4\\_INF\\_39\\_Rev.1.pdf](https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4_3/SAICM_IP4_INF_39_Rev.1.pdf) (09 June 2023).

SAICM Secretariat (2018): Independent Evaluation of the Strategic Approach from 2006-2015. Draft Report (Author: Robert Nurick, Atlantic Council)

[http://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP2/IP\\_2\\_4\\_Independent\\_Evaluation.pdf](http://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP2/IP_2_4_Independent_Evaluation.pdf) (20 Feb 2020).

Spinaci, S. (2023): Corporate sustainability due diligence: How to integrate human rights and environmental concerns in value chains. European Parliament, BRIEFING - EU Legislation in Progress, 2<sup>nd</sup> edition [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729424/EPRS\\_BRI\(2022\)729424\\_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2022/729424/EPRS_BRI(2022)729424_EN.pdf) (10 Sept 2023).

Statista (2023): Distribution of global chemical and pharmaceutical industry investment by region from 2000 to 2030. Published by Statista Research Department, 04/14/2023 <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/726729/umfrage/anteil-an-weltweiten-investitionen-der-chemie-und-pharmaindustrie-nach-regionen/> (09 Sept 2023).

Steffen, W.; Richardson, K.; Rockström, J.; Cornell, S. E.; Fetzer, I.; Bennett, E. M.; Biggs, R.; Carpenter, S. R.; de Vries, W.; de Wit, C. A.; Folke, C.; Gerten, D.; Heinke, J.; Mace, G. M.; Persson, L. M.; Ramanathan, V.; Reyers, B.; Sorlin, S. (2015): Planetary Boundaries: guiding human development on a changing planet. *Science* 2015, 347 (6223), p. 1259855. <https://www.science.org/doi/10.1126/science.1259855> (09 Sept 2023).

Steinhäuser, K.G.; von Gleich, A.; Große-Ophoff, M.; Körner, W. (2022): The Necessity of a Global Binding Framework for Sustainable Management of Chemicals and Materials - Interactions with Climate and Biodiversity. *Sustainable Chemistry* 2022, 3(2), p. 205-237 <https://doi.org/10.3390/suschem3020014> (03 July 2023).

UBA (2009): Sustainable Chemistry. Positions and Criteria of the Federal Environment Agency. Background paper, Federal Environment Agency, Dessau-Roßlau <https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/publikation/long/3798.pdf> (10 Sept 2023).

UBA (2011): Guide on sustainable chemicals. A decision tool for substance manufacturers, formulators and end users of chemicals. Federal Environment Agency, Dessau-Roßlau [https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/161221\\_uba\\_fb\\_chemikalien\\_engl\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/479/publikationen/161221_uba_fb_chemikalien_engl_bf.pdf) (10 Sept 2023).

UN - United Nations (2002): Report of the World Summit on Sustainable Development. Johannesburg, South Africa, 26 August - 4 September 2002, A/CONF.199/20\* (\* Reissued for technical reasons.) [https://digitallibrary.un.org/nanna/record/478154/files/A\\_CONF.199\\_20-EN.pdf](https://digitallibrary.un.org/nanna/record/478154/files/A_CONF.199_20-EN.pdf) (03 July 2023).

UNCED (1992): United Nations Conference on Environment & Development, Rio de Janeiro, Brazil, 3 to 14 June 1992, Agenda 21 <https://sustainabledevelopment.un.org/content/documents/Agenda21.pdf> (03 July 2023).

UNEA - United Nations Environment Assembly (2016): Sound Management of Chemicals and Waste, UNEP/EA.2/Res.7 [https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11183/K1607167\\_UNEPEA2\\_RES7E.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/11183/K1607167_UNEPEA2_RES7E.pdf?sequence=1&isAllowed=y) (15 Jan 2020).

UNEA - United Nations Environment Assembly (2019): Sound Management of Chemicals and Waste, UNEP/EA.4/Res.8 <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/28518/English.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (15 Jan 2020).

UNEA - United Nations Environment Assembly (2022a): End Plastic Pollution: Towards an International Legally Binding Instrument - Resolution adopted by the United Nations Environment Assembly on 2 March 2022, UNEP/EA.5/Res.14 <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40597> (04 July 2023).

UNEA - United Nations Environment Assembly (2022b): Science-policy panel to contribute further to the sound management of chemicals and waste and to prevent pollution, UNEP/EA.5/Res. 8 <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/40653> (03 July 2023)

UNEA - United Nations Environment Assembly (2022c): Sound management of chemicals and waste, UNEP/EA.5/Res.7

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39846/SOUND%20MANAGEMENT%20OF%20CHEMICALS%20AND%20WASTE.%20English.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (03 July 2023).

UNEA - United Nations Environment Assembly (2022d): Sustainable nitrogen management, UNEP/EA.5/Res. 2

<https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/39816/SUSTAINABLE%20NITROGEN%20MANAGEMENT.%20English.pdf?sequence=1&isAllowed=y> (04 July 2023).

UNEP (2019): Global Chemicals Outlook (GCO) II - From Legacies to Innovative Solutions: Implementing the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://www.unep.org/resources/report/global-chemicals-outlook-ii-legacies-innovative-solutions> (23 Aug 2019).

UNEP (2020): Green and Sustainable Chemistry: Framework Manual (Lead author: Achim Halpaap), ISBN No: 978-92-807-3839-1 <https://www.unep.org/resources/toolkits-manuals-and-guides/green-and-sustainable-chemistry-framework-manual> (21 July 2021).

UNIDO - United Nations Industrial Development Organisation (2016): Global promotion and implementation of chemical leasing business models in industry, Ten years outlook, Vienna. <https://www.recpnet.org/wp-content/uploads/2016/08/10-Years-Chemical-Leasing-Report.pdf> (07 July 2023).

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development (2017): Framework for portfolio sustainability assessments (PSA). <https://www.wbcsd.org/Projects/Chemicals/Resources/Framework-for-portfolio-sustainability-assessments> and <https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/3944/52805/1> (30 March 2023).

WBCSD - World Business Council for Sustainable Development (2018): Chemical Sector SDG Roadmap; <https://www.wbcsd.org/Programs/People-and-Society/Sustainable-Development-Goals/Resources/Chemical-Sector-SDG-Roadmap> and <https://www.wbcsd.org/contentwbc/download/5187/69414/1> (30 March 2023).

World Bank (2022): New World Bank country classifications by income level: 2022-2023, Nada Hamadeh, Catherine Van Rompaey, Eric Metreau, Shwetha Grace Eapen, July 01, 2022

<https://blogs.worldbank.org/opendata/new-world-bank-country-classifications-income-level-2022-2023> (10 Sept 2023).

Zou, H.; Wang, T.; Wang Z.-L.; Wang, Z. (2023): Continuing large-scale global trade and illegal trade of highly hazardous chemicals. *Nature Sustainability*, online preprint, published 10.07.2023. <https://doi.org/10.1038/s41893-023-01158-w> and <https://www.nature.com/articles/s41893-023-01158-w> (09 Sept 2023).

## A Anhang: Kurze Dokumentation der Workshops

Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
<p>No. 1, 17<sup>th</sup> Nov 2020</p> <p>Europe and international organizations</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Dr. Hans-Christian Stolzenberg and Dr. Christopher Blum from UBA, (Federal Environment Agency), along with members from the project team were present. UBA was the organizer of the workshop.</li> <li>- Representatives from the Austrian Environment Ministry contributed to the workshop discussions.</li> <li>- Representatives from Verbraucherzentrale NRW, a German consumer protection organization, also attended.</li> <li>- ISC<sub>3</sub>, an international organization focused on sustainable chemistry, had participants in the workshop.</li> <li>- BASF, a large German multinational chemical company, and Evonik, a specialized German chemical company were represented.</li> <li>- The United Nations Environment Programme (UNEP) and Organization for Economic Co-operation and Development (OECD) were international organizations present at the workshop.</li> <li>- Universities such as University of Cambridge and Leuphana University were represented at the workshop.</li> <li>- IPEN, a global network working towards the elimination of toxic substances, was also represented.</li> <li>- Other participants were from the project team (UBA, N<sup>3</sup>, ADO, CSCP, BZL).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Common understanding of sustainable chemistry" (Prof. Dr. Klaus Kümmerer)</li> <li>- "Green and sustainable chemistry framework manual" (Dr. Achim Halpaap).</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The workshop aimed to discuss the adequacy and proposal of indicators for anchoring sustainable chemistry in chemicals management.</li> <li>- The participants engaged in expert discussions on the suitability of criteria for the selection of such indicators and reviewed the proposals made by project members.</li> <li>- The participants also considered the current state of strategic objectives for Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM) and Sound Management of Chemicals and Waste (SMCW).</li> <li>- The group discussed and determined the most important indicators, such as green list indicators, and their significance.</li> <li>- The workshop also focused on the development and application of new indicators to measure the contribution of sustainable chemistry.</li> <li>- Some of the major indicators discussed were CO<sub>2</sub> emissions, "benign by design", and the use of natural products as a source of a percentage of chemical production.</li> <li>- Two working groups were formed to critically evaluate the selection of criteria for a useful indicator and formed a consensus on their suitability.</li> <li>- The working groups also discussed potential indicators from both the "white" and "green" lists, assessing their suitability based on predefined criteria.</li> <li>- The collaborative effort provided opportunities for dialogue on challenges, ideas, and potential gaps in the world of sustainable chemistry.</li> </ul>

Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
No. 2, 9 <sup>th</sup> March 2021  Asia	- The participants in the workshop on sustainable chemistry in chemical management and its development included individuals from various industries, research and education institutions, government agencies, and non-governmental organizations (NGOs). - There were representatives from Tsinhua University School of Environment, PR China; NimkarTek Technical Services, India; S.N. Arts, D.J.M. Commerce & B.N.S. Science College, India; Jalan University, Malaysia; Department of Chemistry, Immanuel College, India; COMSAT, University Islamabad Lahore Campus, Pakistan; ISC <sub>3</sub> , Germany; Safety and Health Technology Center (SAHTECH), Taiwan; WAYY Consulting, Singapore; BASF Asia Pacific, Malaysia; Abasaheb Garware College, India; Asian Center for Environmental Health & IPEN, Bangladesh; Environment and Security Centre of Mongolia (ESCM), Mongolia; National Metal and Materials Technology Center (MTEC), Thailand; UNEP Chemicals and Waste Branch; European Environmental Agency; EPA, Division of Pollution Control, Vietnam; Environmental and Social Development Organization, Bangladesh; and POPs Environmental Consulting, Germany.	- "Sustainable chemistry and the textile industry - a personal view". (Ullhas Nimkar (NimkarTek)) - "Plastics in construction - opportunities, resources, and waste: results of the ISC3 workflow 2019-2020" (Dr. Claudio Cinquemani, ISC <sub>3</sub> ).	- The development of indicators for sustainable chemistry and chemical management was a key focus of the workshop, considering its growing importance for achieving at least 14 Sustainable Development Goals (SDGs). - Strategic objectives and targets for international chemicals management beyond 2020 were discussed, and the need for indicators to measure contributions of sustainable chemistry in chemicals management to sustainable development was highlighted. - Two examples of potential indicators were presented for assessment: "CO <sub>2</sub> emission per unit of value added (SDG9.4.1) for products of the chemical industry" and "Number of countries which have adopted regulations aiming at disclosing chemicals of concern in consumer products (IPEN indicator A.2-5)". - Other examples discussed included "Number of countries ending fossil fuel subsidies" and "Change in water-use efficiency over time (SDG6.4.1) in the chemical industry (water footprint)". - The participants recognized that indicators require clear definitions, precise units for measurement, and validated calculation methods to be effective. - There was a proposal to establish indicators at different levels, such as regions, individual countries, and companies in the chemical industry, along with the development of sub-indicators. - There was a call for focusing on environmental and health safety, resource conservation in a circular economy, and reduction of greenhouse gases when industrial transition to safe-and-sustainable-by-design chemicals is being considered. - Discussion highlighted the need for leadership initiatives in the strategic approach to international chemicals management (SAICM) process to develop sound indicators as soon as possible. - Participants agreed on the importance of further developing the process and methodology of indicator assessment and



Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The project team included 9 persons from UBA, N<sup>3</sup>, ADO, CSCP, BZL.</li> <li>- The discussion was led, and presentations offered by a range of individuals including Dr. Hans-Christian Stolzenberg from UBA, Dr. Christopher Blum from UBA, Ullhas Nimkar from NimkarTek, Dr. Henning Friege from N<sup>3</sup>, Dr. Esther Heibüchel from CSCP, and Dr. Claudio Cinquemani from ISC<sub>3</sub>.</li> <li>- The participants introduced themselves and their affiliations at the beginning of the workshop.</li> </ul>		<p>expressed interest in debriefing on criteria guidance.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- It was acknowledged that the lack of in-person meetings due to the pandemic could potentially affect the course and the depth of expert discussions on such matters.</li> <li>- Results from the discussion were due for further discussion with the SAICM secretariat, United Nations Environment Programme (UNEP), and the European Commission, amongst others.</li> </ul>
<p>No. 3, 29<sup>th</sup> June 2021</p> <p>Latin America</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The participants at the workshop were from a variety of affiliations that included a range of academic institutions, industry representatives, environmental organizations, and governmental bodies. The affiliations were spread across different regions, particularly Latin America.</li> <li>- Participating organizations included BASF South America (Brazil), UNEP Chemicals and Waste Branch, Ministry of the Environment (Peru), University Mayor de Chile, Santiago (Chile), Universidad de Concepción (Chile), Organization for Women in Science for the Development World - OWSD (Peru), Federal University of Sao Carlos (Brazil).</li> <li>- Other participants were from World Biogas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "Green and sustainable chemistry, agriculture and biodiversity: an overview from Latin America" (Prof. Dr. Vania Zuin (VZ), Universidade Federal de Sao Carlos, Brazil; Visiting Professor, Leuphana University, Germany).</li> <li>- Sustainability approaches of Braskem (Dr. Jorge Soto (JS), Braskem, Sustainable Development Director)</li> <li>- Threats to soil biodiversity linked to chemicals (Prof. Dr. Sergio Peña-</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participants discussed the difficulties of globally accepted targets and indicators for sustainable chemistry and chemicals management. This ongoing discussion is being taken place under the framework of SAICM (Strategic Approach to International Chemicals Management).</li> <li>- The concept of developing indicators that measure the contributions of sustainable chemistry elements, particularly in chemicals management towards overall sustainable development, was also discussed. The progress of this project is to be presented at the ICCM5 event.</li> <li>- The workshop focused on the relations between sustainable chemistry and biodiversity, agriculture, soil, and water management.</li> <li>- Examples of indicators discussed included: the number of companies utilizing natural products as a source, share of chemical production based on renewable materials, and specific indicators focusing on sustainable chemistry's interaction with biodiversity, agriculture, and nutrition.</li> <li>- Several proposed indicators were discussed by the working groups, including number or share of countries having goals on pesticides under their</li> </ul>



Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
	Association (UK), INI Latin America (Chile), Camara del la industria Quimica Y Petroquimica (Argentina), Dow Chemical (Argentina), Nouryon Chemicals (Brazil), CSCP (Costa Rica), Givaudan Argentina SA (Argentina), and Braskem (Brazil). - Apart from these individuals, there were 7 more participants from the project team (UBA, N <sup>3</sup> , ADO, CSCP, BZL).	Neira (SPN), Universidad Mayor de Chile)	National Biodiversity Strategy and Action Plan (NBSAP), the number of countries subsidizing the use of synthetic fertilizers, number of countries with positive incentives or subsidies for conservation and sustainable use of biodiversity, and number or share of countries regulating the emission of reactive nitrogen compounds. - The selection and effectiveness of these indicators were discussed in detail in the workshop, with consideration to their specificity, accuracy, potential impacts, and the feasibility of collecting reliable data. - Other considerations included the need for regulation and monitoring systems, the correlation between prevention and promotion in legislation, the application of the precautionary principle in environmental law, and the need to take a systemic approach to avoid negative trade-offs or unintended consequences.
No. 4, 4 <sup>th</sup> November 2021  North America / NAFTA	- 14 participants from various organizations including UNEP Economy Division, UNEP Chemicals and Waste, Lowell Center for Sustainable Production (USA), Environment and Climate Change Canada, Scientific and Technical Advisory Panel to Global Environment Facility, Health Canada, The Chemours Company (USA), Washington State Department of Ecology (USA), American Chemical Society Green Chemistry Institute (USA), and State Ministry for Social Affairs, Health, and Integration (Germany) - 10 members from the project team (UBA, N <sup>3</sup> , ADO, CSCP, BZL). - Opening remarks and introduction of the participants by Dr. Hans-Christian Stolzenberg from UBA	"Mainstreaming sustainability indicators in chemicals and wastes across supply chains" (Professor Saleem H. Ali, Scientific and Technical Advisory Panel of the GEF, and University of Delaware, USA). - "Informing decisions for holistic chemical management and sustainable portfolios" (Dr. Andrew Liu, Global Product Sustainability Strategy Leader, Chemours). - "Financing and sustainable investments as	- Discussions centered on indicators related to climate protection and finances regarding sustainable chemistry. - The workshop focused on the development of indicators for sustainable chemistry elements in chemicals management for sustainable development. - Insights were shared regarding the difficulties in arriving at globally accepted targets and indicators. The project aims to contribute to the International Conference on Chemicals Management's technical work required for monitoring chemicals management progress worldwide. - Participants discussed developing indicators based on existing conventions. - The application of "sound management of chemicals and waste beyond 2020" was suggested to cover future-oriented targets focusing on the safe handling of chemicals and waste. - Considerations were made for indicators mirroring the contributions of sustainable chemistry elements in chemicals management to general, sustainable development.

Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Presentation by Dr. Christopher Blum from UBA on the project's key aims and its concept</li> <li>- Contribution from Professor Saleem H. Ali from the Scientific and Technical Advisory Panel to Global Environment Facility and University of Delaware USA</li> <li>- Dr. Henning Friege from N<sup>3</sup> and Dr. Esther Heidbüchel from CSCP explained the project's methodology and presented several indicators.</li> <li>- Contributions from Dr. Andrew Liu from Chemours and Professor Dr. Joel Tickner from University of Massachusetts, Lowell Center for Sustainable Production, and Director of Green Chemistry and Commerce Council.</li> </ul>	<p>a key factor in driving sustainable chemistry" (Prof. Dr. Joel Tickner, Univ. of Massachusetts, Lowell Center for Sustainable Production, and Director of Green Chemistry and Commerce Council, GC3).</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Workshops discussed the indicator "Direct economic loss attributed to disasters related to the production, transport, storage, application of chemicals in relation to global gross domestic product (GDP)." It was noted that the indicator only looks at direct economic loss and excludes indirect costs.</li> <li>- The indicator "CO<sub>2</sub>eq. scope 1 &amp; 2 per unit of value added of the chemical industry" was introduced for consideration. Discussions focused on the specificity of the indicator, established and determinable for larger companies, but challenging for small and medium enterprises.</li> <li>- There was a discussion on the potential indicators for financial issues related to chemistry, such as "Increase in % of the Environmental Protection Expenditures in COFOG4 Reporting" and "Number of countries collecting Resource Taxes on non-renewable natural resources and their extraction".</li> <li>- Discussions also included the idea of creating a market driven indicator to reflect behaviors change from both consumers and industry.</li> </ul>
<p>No. 5, 3<sup>rd</sup> March 2022</p> <p>Africa and Middle East</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participants of the workshop came from a variety of international organizations and educational institutions.</li> <li>- The affiliations include Action Planète Bio from Cameroon, Univ. de Sousse from Tunisia, Pan African Vision for the Environment - PAVE from Nigeria.</li> <li>- Univ. of Addis Ababa from Ethiopia, and European Chemical Industry Council - Cefic from Belgium also participated.</li> <li>- Other participants came from Chemonics Egypt, OECD Chemicals Division, University of Cape Town from the Republic of South Africa, and Federal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- "The role of renewable raw materials and waste for the sustainable design of plastics" (Dr. Eeva Leinala, OECD, Principal Administrator of the Risk Reduction Programme and the Good Laboratory Practices and Mutual Acceptance of Data Programmes).</li> <li>- "Development of Bio-Based Economy in Egypt:</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- The participants discussed different indicators focusing on sustainable chemistry with bioeconomy and the transition from fossil to regenerative raw materials.</li> <li>- Indicator: "The number of companies using natural products as a source, and the percentage share of chemical production based on renewable materials" was discussed, noting the complexity of defining renewable materials and the challenge of making comparable system connections for data collection.</li> <li>- Indicator: "Countries that implement pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct (CoC)" was debated, focusing on dynamicity, specificity, and measurable elements.</li> <li>- The indicator regarding renewable energy share in the final energy consumption of the chemical industry was considered. It was established that the</li> </ul>

Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
	<p>Institute of Industrial Research from Nigeria.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- University of Port Harcourt in Nigeria,</li> <li>Stockholm University in Sweden, Environmental Health and Safety Consultancy and Analytical Laboratories in Kenya were also represented.</li> <li>- There were participants from Bahir Dar University - EiTEX in Ethiopia, Environment Section, One Stop Service Center - OSSC in Myanmar, and Kyushu University in Japan.</li> <li>- TÜV Rheinland Group from Hong Kong and SABIC from the Netherlands were also part of the pool of participants.</li> <li>- In addition, there were 8 persons from the project team (UBA, N<sup>3</sup>, CSCP, ADO, BZL).</li> </ul>	<p>Constraints and Challenges" (Prof. Dr. Ahmed Gaber. Cairo University, and CEO of Chemonics Egypt).</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- "Coffee and plastics recycling - a joint business model" (Dr. Kalie-Martin Cheng).</li> </ul>	<p>chemical industry needs to differentiate their energy consumption between renewable and fossil origin.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The group also highlighted the importance of developing countries and least developed countries' share of global exports of chemical products, focusing on the relevancy of data and sustainability aspects.</li> <li>- Indicator pertaining to developing countries and least developed countries' share of global exports of chemical products. Discussions revolved around the specificity of 'chemical products'.</li> <li>- The possible linkage of the FAO/WHO International Code of Conduct (CoC) with sustainability and the implementation and enforcement of the CoC was analyzed.</li> <li>- Number of companies that use natural products as a source as a share of chemicals production was discussed, with the group agreeing that the indicator was not very specific, and it would be challenging to measure and determine it.</li> <li>- Indicator: "Renewable energy share in the final energy consumption of the chemical industry" was questioned by the group especially regarding what "final" means, the non-availability of specific energy consumption data in the chemical industry and the questionable reliability of energy consumption data from different sources. Other aspects such as the dependency on other regions, the need for technology innovation and transparency issues were also discussed.</li> <li>- Indicator: "Developing countries and least developed countries share of global exports of chemical products" was discussed weighing its specificity, reliability, and transparency. The group also highlighted the possibility of discarding unlinked sustainability aspects with respect to this indicator.</li> <li>Furthermore, the potential of renewable energy to strengthen the position of developing countries was put forward.</li> <li>- The group also highlighted the importance of developing countries and least developed countries' share of global exports of chemical products, focusing on</li> </ul>

Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
			<p>the relevancy of data and sustainability aspects.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The indicator "Number of companies that use natural products as a source as a share of chemicals production" was discussed extensively in terms of its current specificity, measurability, sustainability criteria, and potential contribution to innovation.</li> </ul>
<p>No. 6, 29<sup>th</sup> March 2023</p> <p>Experts from science, international organisations and industry who had already participated in previous work-shops or interviews</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Participants comprised of individuals from various national and international organizations representing different sectors related to chemicals management and sustainable chemistry.</li> <li>- The recorded participants were affiliates of various environmental consulting groups, chemical companies, government agencies, and academic institutions with a focus on chemistry.</li> <li>- The participants represented diverse geographical regions including Germany, the USA, OECD member countries, Chile, the UK, Denmark, Austria, Kenya, and Belgium.</li> <li>- It was a hybrid meeting that had both online video participation and physical on-site attendance, thus participants affiliated with different regions were able to attend.</li> <li>- The external expert participants who commented on the project results were affiliates of UNEP, Technical University of Denmark, Sustainable Strategy Development Branch, Global Alliance on Health and Pollution, and Centre for Science and Technology Innovations.</li> <li>- The project team members were affiliates of</li> </ul>	<p>Comments on the project results with focus on the analysis of the identified indicators and consequences for international policy by</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sandra Averous-Monnelly (UNEP).</li> <li>- Dr. Eric de Deckere (CEFIC),</li> <li>- Peter Fantke (Technical University of Denmark),</li> <li>- Dr. Wibke Lölsberg (BASF),</li> <li>- Jill Hanna, MA (Senior Advisor to Global Alliance on Health and Pollution, tbc),</li> <li>- Cecilia Wandiga (CSTI, Kenya)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Discussions during the workshop revolved around the development of indicators to measure progress towards sustainable chemistry.</li> <li>- Certain indicators were identified that are related to objective D, targets of which go beyond the sound management of chemicals and waste. These include measuring the share of chemical production based on renewable materials and the number of documented improvements in sustainable practices among suppliers.</li> <li>- Participants suggested that indicators should be feasible to measure and document by companies and national statistics offices. They also suggested that indicators should capture emerging policy issues.</li> <li>- Some participants expressed the need for clearer definitions and formulations of indicators.</li> <li>- Potential indicators proposed include the share of companies reporting their sustainability performance, investment in the sustainable chemical industry, and the percentage of companies with human rights due diligence procedures for toxic substances used in their operations.</li> <li>- There were diverse views on the effectiveness of sustainability reporting, with some suggesting it could be an incentive for action in companies, while others believed it needed to be more detailed to show the impact of sustainability actions and reports.</li> <li>- Some participants emphasized the need for indicators to consider region-specific factors. For instance, greenhouse gas emissions are not limited to a specific location, while chemical pollution is a local problem.</li> </ul>

Workshop No. and Date, Target Group	Affiliation of Participants	Invited Talks	Indicators under Discussion
	<p>the German Environment Agency (UBA), the Sustainable Development Strategy Branch at BASF SE, Technical University of Denmark, and UNEP Chemicals and Health Branch.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- The Sustainable Challenge Platform project team consisted of representatives from UBA, N<sup>3</sup>, CSCP, and ADO - who contributed on-site at the meeting and remotely via video.</li> <li>- A participant representing Sustainable Strategy Development Branch, BASF (Germany) was also present at the site.</li> <li>- The IOMC (Inter-Organization Programme for the Sound Management of Chemicals) members who provided comments were affiliated with United Nations Environment Programme (UNEP) and European Chemical Industry Council (CEFIC).</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Banks and financial institutions were highlighted as key stakeholders that could play a role in driving innovations in the chemical industry through their investment choices.</li> <li>- On biodiversity, participants discussed the use of existing indicators such as the water quality index and assessing bodies of water with good ambiance, as well as monitoring air pollution.</li> <li>- The discussions revealed a need for a balance between 'negative' indicators focusing on avoiding and reducing impacts, and 'good' indicators that show impact and trigger innovative approaches.</li> <li>- Participants suggested linking the development of the proposed indicators to the Sustainable Development Goals (SDGs) to highlight their significance in policy discussions.</li> <li>- Stakeholders agreed on the need to develop lists of indicators according to criteria such as impact, relevance to industry, scientific credibility, and the ability to generate action. These indicators should also align with ongoing initiatives and industry practices for consistency and ease of implementation.</li> <li>- Participants agreed on the importance of enhancing the political importance of these indicators by demonstrating links between them and the SDGs.</li> <li>- Finally, the indicators should consider cultural variations and the different approaches to chemistry across regions, with the G20 perspective offering a starting point for analysis.</li> </ul>

## B Anhang: Liste der Interviewpartnerinnen und Interviewpartner

### B.1 Interviews, erste Runde (Juni - August 2020)

Title	Name	Surname	Affiliation	Subjects, focus questions	Discussion partner
Dr.	James	Constable	Am. Chem. Society, USA	Concept of Sustainable Chemistry complementing SMCW? Targets and indicators from conventions, treaties, frameworks, approaches etc. Investment in sustainable chemical management Recommendation for further experts to be involved  Status of UNEP's work on sustainable chemistry	H. Friege
	Bob	Diderich	OECD		H. Friege
Dr.	Joe	DiGangi	IPEN senior science and technical advisor, USA		H. Friege
Prof. Dr.	Vania	Gomez Zuyn	Univ. of Sao Paulo, Brazil		H. Friege
Prof. Dr.	Klaus	Kümmerer	Leuphana University, Germany		H. Friege
Dr.	Achim	Halpaap	Independent Consultant, former UNEP		H. Friege

### B.2 Interviews, zweite Runde (Oktober - Dezember 2020)

Title	Name	Surname	Affiliation	Subjects, focus questions	Discussion partner
	Simon	Buckle	OECD	See round 1, especially indicators from conventions, treaties, frameworks, approaches etc.: Which have proven to be useful, what effort for measuring and controlling, recommended modifications Indicators for monitoring progress in shifting investments to sustainable chemicals management; existing reporting or monitoring systems? Basic and additional sustainability criteria	H. Friege
	Achim	Ilzhöfer	Covestro, Germany		E. Heidbüchel
Dr.	Thomas	Jakl	Ministry for Environment, Austria		B. Zeschmar-Lahl
	Pierre	Quiblier	UNEP Chemicals and Health Branch		E. Heidbüchel
	Jorge	Soto	Braskem, Brazil		C. Fedato
Dr.	Joel	Tickner	Lowell Center for Sustainable Production, GC3, USA		B. Zeschmar-Lahl

**B.3 Interviews, dritte Runde (Mai 2021 - März 2022)**

Title	Name	Surname	Affiliation	Subjects, focus questions	Discussion partner
Prof. Dr.	Pariatamby	Agamuthu	Jalan University, Malaysia	Interfaces between (sustainable) chemistry, resources and waste and suitable indicators	H. Friege
Prof. Dr.	Ricardo	Barra	Universidad de Concepcion, Chile	See round 1, especially indicators from conventions, treaties, frameworks, approaches etc.: Which have proven to be useful, why? Topics important for SMCW, not covered by existing conventions etc. Indicators for monitoring progress in shifting investments to sustainable chemicals management; existing reporting or monitoring systems? Cross-cutting issues linked to the chemical sector requiring more or better indicators to measure progress towards Sustainable Chemistry? Recommendation of experts from other sectors (climate, health, labor, biodiversity, agriculture, investments, reinsurance ...).	H. Friege
Dr.	Alexis	Bazzanella	DECHEMA, Germany	See round 1, especially indicators from conventions, treaties, frameworks, approaches etc.: Which have proven to be useful, why? Indicators for monitoring progress in shifting investments to sustainable chemicals management; existing reporting or monitoring systems? Cross-cutting issues linked to the chemical sector requiring more or better indicators to measure progress towards Sustainable Chemistry? Recommendation of experts from other sectors (climate, health, labor, biodiversity, agriculture, investments, reinsurance ...).	H. Friege
Dr.	Gero	Leson	Dr. Bronner's, USA	Use of renewable materials in the chemical industry, protection of biodiversity Indicators for bioeconomy	H. Friege
Prof. Dr.	Martin	Scheringer	ETH Zurich, Switzerland, Chairman IPCC (International Panel on Chemical Pollution)	Science-Policy-Interface (SPI) Indicators for sustainable chemistry	H. Friege



Title	Name	Surname	Affiliation	Subjects, focus questions	Discussion partner
Prof. Dr.	Josef	Settele	UFZ Helmholtz, Germany, IPBES Vice-Chair	Indicators for biodiversity Role of pesticides and toxic chemicals for biodiversity	H. Friege
Prof. Dr.	Mark	Sutton	UK Centre for Ecology and Hydrology, UK	Global Partnership for Nutrient Management (GPNM) Indicators for over-fertilization	H. Friege
Dr.	Xenia	Trier	University of Copenhagen, Section for Environmental Chemistry and Physics, Denmark	See round 1, especially indicators from conventions, treaties, frameworks, approaches etc.: Which have proven to be useful, why? Topics important for SMCW, not covered by existing conventions etc. Indicators for monitoring progress in shifting investments to sustainable chemicals management; existing reporting or monitoring systems? Cross-cutting issues linked to the chemical sector requiring more or better indicators to measure progress towards Sustainable Chemistry? Recommendation of experts from other sectors (climate, health, labor, biodiversity, agriculture, investments, reinsurance ...).	E. Heidbüchel
	Berthold	Welling	VCI / Chemie <sup>3</sup> , Germany	See round 1, especially indicators from conventions, treaties, frameworks, approaches etc.: Which have proven to be useful, why? Topics important for SMCW, not covered by existing conventions etc. Indicators for monitoring progress in shifting investments to sustainable chemicals management; existing reporting or monitoring systems? Cross-cutting issues linked to the chemical sector requiring more or better indicators to measure progress towards Sustainable Chemistry? Recommendation of experts from other sectors (climate, health, labor, biodiversity, agriculture, investments, reinsurance ...).	H. Friege

#### B.4 Interviews, vierte Runde (März - Juni 2023)

Title	Name	Surname	Affiliation	Subjects, focus questions	Discussion partner
MA	Jill	Hanna	Global Alliance on Health and Pollution, UK	How to enforce the application of indicators in the SAICM process? Waste and its potential links to sustainable chemistry	H. Friege
Dr. Dr.	Christoph Wibke	Jaekel Lölsberg	BASF, Germany	Use of indicators by (KPI's) BASF Indicators for progress in the field of sustainable chemistry Further development of portfolio sustainability assessments (PSA) How can we measure / assess investments in innovative processes and products in terms of sustainable chemistry?	H.C. Stolzenberg, C. Blum, H. Friege

### C Anhang: Vollständige Liste der Indikatoren

- ▶ Column B: Objective (cf. SAICM/document/4.3)
- ▶ Column C: Original version of the indicator; the bold part of the text refers to the indicator proposed in this study.
- ▶ Column D: Modification of the original version of the indicator (if necessary) in bold or recommendations for modification (no bold).
- ▶ Column E: Referred source (e.g., convention).
- ▶ Columns G-L: Classification of the respective indicator according to Criteria A-G (see Chapter 5).
- ▶ Column M: Classification of the respective indicator according to the H-criteria, the Criteria H1...H5 for which the indicator is relevant (in brackets: relevant, if applicable) are mentioned in each case.

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Estab-lished?	C) Deter-minable?	D) Mea-surable?	E) Reliable & trans-parent?	F) Dynamic ?	G) Perti-nent?	H) Sustain-ability:
1	D, E	<b>Share of large / medium / small chemical enterprises of the region (Africa, Asia, Europe ...) that report on their sustainability performance using GRI SRS (current status: 93 % of the largest 250 corporations worldwide covering all sectors).</b>		GRI	3: Yes	3: Yes	0: No	0: No	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H2, H3, H4, H5
2	D, A	<b>Number of new supplier assessments carried out in the year under review, by region, and change compared with the previous year.</b>		TFS	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	1: Very Difficult	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	(H2), H3: ESG criteria have to be met, e.g., environment, safety at work, human rights,

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Estab-lished?	C) Deter-minable?	D) Mea-surable?	E) Reliable & trans-parent?	F) Dynamic ?	G) Perti-nent?	H) Sustain-ability:
												ethics and sustainable procurement
3	D, A	Number of inspections undertaken/inspectors by the number of relevant industries.	<b>Number of Inspections (by authorities or independent auditors) undertaken to prove compliance with existing regulation in the relevant industries</b>	TWG4, based on ILO	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	2: Partly	2: Difficult	0: No	2: Medium	H3
4	D	Number of governments and the private sector applying EPR.	<b>Share of product categories (in relation to all product categories) for which extended producer responsibility applies</b>	TWG4	3: Yes	0: No	2: Medium	2: Medium	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H4, H5 (H1)
5	D	<b>Domestic material consumption, domestic material consumption per capita and per GDP.</b>		SDG Ind. 12.2.2	0: No	3: Yes	2: Medium	3: Yes	2: Medium	3: Yes	0: No	H5, (H4)
6	D, A	a) Hazardous waste generated per capita; and b) proportion of hazardous waste treated, by type of treatment.	<b>Proportion of hazardous waste treated, by type of treatment (12.4.2), e.g.,</b>	SDG Ind. 12.4.2 Basel Conv.	0: No	2: Partly	2: Medium	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	(H2), H3, (H5)

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
			recovered, recycled, incinerated									
7	B, E	Number of countries that have adopted...regulations aiming at disclosing chemicals of concern (CoC) in consumer products.		IPEN (indicator A.2-5)	2: Difficult	0: No	3: Yes	1: Very difficult	2: Medium	3: Yes	3: Yes	(H1), H3
8	D, E	Amount of fossil-fuel subsidies per unit of GDP (production and consumption).	Replace "Amount" with "Value". Add "per unit of GDP related to Chemical Industry's energy consumption"	SDG Ind. 12.c.1	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	H2, H5
9	A, C, D	Total value of inward and outward illicit financial flows (in current US-\$).	Add "related to chemical products and waste" measured per unit of product detected used for unintended application and volume of illegally disposed waste	SDG Ind. 16.4.1	3: Yes	0: No	2: Difficult	3: Yes	2: Difficult	0: No	0: No	H3, H4
10	D	Number of companies certified for Environmental Management or Health,	... (within sector) ... by an independent auditor	TWG4	3: Yes	3: Yes	2: Partly	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H3, (H4), (H5)

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
		<b>Safety, Environment Management System.</b>										
11	A, D	Share of companies belonging to National Associations (having implemented RC) in the global turnover of the chemical industry or in the number of employees in the chemical industry worldwide.		Responsible Care	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Medium	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H3,( H4)
12	A, D	Share of the world's largest chemical companies having signed on to 2014 RC Global Charter.		Responsible Care	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Medium	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H3
13	B	Number or share of parties that have ensured that the public has appropriate access to information on chemical handling and accident management and on alternatives that are safer for human health or the environment than the chemicals listed in Annex III.		Rotterdam Convention	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H3, H4
14	B	Direct economic loss attributed to disasters in relation to global GDP.	"... <b>chemical disasters</b> "; UNISDR definition of accidents should be used	SDG Ind. 1.5.2	2: Partly	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Medium	3: Yes	2: Medium	H3

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
15	A	Number of legal frameworks implemented by countries to <b>reduce adverse impacts from chemicals throughout their lifecycle and waste.</b>	<b>Number of countries that have implemented a legal framework to reduce ...</b>	TWG4	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H1, H2, H5
16	D, C	CO <sub>2</sub> emission per unit of value added.	<b>CO<sub>2</sub>eq. Scope 1 &amp; 2 per unit of value added (e.g., gross output [Mg / yr]) of the chemical industry</b>	SDG Ind. 9.4.1	2: Medium	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Medium	H2, H5
17	D	<b>Number of companies publicly reporting their chemical footprint.</b>		IPEN (indicator D.5-7)	0: No	2: Medium	2: Medium	3: Yes	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H1, H3, (H4)
18	D, A	Number of progress or improvements documented in the year under review for suppliers already assessed in a reassessment, by region, and change compared to the previous year.	<b>Number of progress or improvements documented in the year under review for suppliers already assessed in an audit follow-up / re-audit or reassessment, by region, and change compared to the previous year</b>	TfS	3: Yes	3: Yes	2: Medium	1: Very Difficult	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	(H2), H3



N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
19	D	Number of companies that use natural products as a source...	<b>Share of chemical production based on renewable materials in relation to the global production which is based on renewable materials ... [%]</b>	TWG4	3: Yes	0: No	2: Medium	2: Medium	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	H5
20	A, D	Number of companies that eliminate or reduce the use of hazardous chemicals in design and manufacturing by 70% and publicly reports progress periodically.	<b>Reduction of the amount of hazardous chemicals used in design and manufacturing related to the mass of chemical production by xx%</b>	IPEN (indicator D.5-2)	3: Yes	0: No	2: Difficult	2: Difficult	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	H1, H3
21	D, B	<b>Amount of household waste generated / recycled (type...) / incinerated / landfilled per country.</b>		TWG4 (similar: IPEN Ind. D.2-15)	3: Yes	2: Partly	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	(H2), (H5)
22	D, B, C	<b>Amount of post-consumer plastic waste generated / recycled / incinerated / landfilled / not collected per country.</b>		Team (based on a suggestion by the participants of Workshop #2)	3: Yes	2: Partly	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	(H2), (H5)

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
23	D	<b>Number of countries using sustainable chemistry principles.</b>	<b>... principles in their legal framework</b>	TWG4	3: Yes	2: Partly	3: Yes	1: Very difficult	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H1-H5
24	D	<b>Material footprint, material footprint per capita, and per GDP.</b>		SDG Ind. 12.2.1	0: No	3: Yes	3: High	2: Medium	2: Medium	3: Yes	0: No	(H2), H5
25	C, D	<b>Mortality rate attributed to unintentional poisoning.</b>	<b>... caused by chemicals</b>	SDG Ind. 3.9.1	0: No	3: Yes	2: Medium	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	2: Medium	H4, (H3)
26	A, D	Number of Member States whose laws and regulations, collective agreements where appropriate, and any other relevant instruments on occupational safety and health include the prevention of chemical risks.	<b>Number of relevant instruments and collective agreements (e.g., between companies and trade unions) on occupational safety and health including the prevention of chemical risks</b>	TWG4	3: Yes	2: Partly	3: Yes	1: Very difficult	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H3
27	A, D	Number of Member States whose laws and regulations, collective agreements where appropriate, and any other relevant instruments on occupational safety and health include the prevention of chemical risks.	<b>Number of Member States whose laws and regulations and any other relevant instruments on occupational safety and health include the</b>	TWG4	3: Yes	2: Partly	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H3

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Estab-lished?	C) Deter-minable?	D) Mea-surable?	E) Reliable & trans-parent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustain-ability:
			prevention of chemical risks.									
28	D	Number of countries that adopt policies and instruments that implement agroecological strategies and practices that reduce synthetic input such as pesticides and fertilizers and are based on biodiversity and integrated soil nutrition...		IPEN (Ind. A.1-6)	3: Yes	0: No	3: Yes	2: Difficult	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	H2, (H5)
29	D	Number of countries that implement Circular Economy / cradle to cradle systems without toxic chemicals recycling.		IPEN (Ind. D.2-4)	3: Yes	0: No	3: Yes	2: Difficult	2: Difficult	3: Yes	0: No	H2, H3, H5
30	D	Number of countries with EPR policies... so that the pharmaceutical industry is accountable for all pharmaceutical waste throughout the life cycle of their products.	Similar: IPEN indicator D.2-1	IPEN Ind. A.8-2	3: Yes	0: No	2: Difficult	2: Difficult	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	H1, H2, (H4)
31	D, B, A	Number of PRTRs with publicly accessible data established.		IPEN (Ind. A5-1)	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	2: Partly	(H1), H4
32	B	Participation in educational, training and awareness programmes on chemical safety and sustainability,		TWG4	3: Yes	0: No	1: Very difficult	2: Difficult	2: Difficult	3: Yes	0: No	(H2), H3, H4

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Estab-lished?	C) Deter-minable?	D) Mea-surable?	E) Reliable & trans-parent?	F) Dynamic ?	G) Perti-nent?	H) Sustain-ability:
		including # of graduates, # of participants, # of people receiving awareness programme.										
33	D	<b>The number and percentage of companies with human rights (HR) due diligence procedures for toxic substances used, produced and released in their activities.</b>	<b>The percentage of companies...</b>	IPEN Ind. D.6-2	3: Yes	2: Partly	2: Difficult	2: Partly	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	H3, (H4)
34	A	Change in water-use efficiency over time.	<b>Change in water-use efficiency (SDG 6.4.1) in the chemical industry (water footprint)</b>	SDG Ind. 6.4.1	3: Yes	2: Partly	2: Medium	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	(H2), H5
35	A, D	<b>Renewable energy share in the... final energy consumption.</b>	<b>... of the chemical industry</b>	SDG Ind. 7.2.1	3: Yes	2: Partly	2: Medium	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	(H2), H5
36	A, B, C	<b>Number of countries which have implemented pesticide legislation based on the FAO/WHO International Code of Conduct.</b>		TWG4 (IOMC indicator)	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H2,( H3)
37	A, C	<b>Number/percentage of countries where the legal framework demands risk assessment and registration / authorization of new chemicals before putting them on the market.</b>		IOMC Toolbox	3: Yes	0: No	3: Yes	2: Difficult	0: No	3: Yes	3: Yes	H1, H3

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
38	A, C	Number of (share of) countries reducing the emission of reactive N compounds (waste water, exhaust air, agriculture) by legislation.		OSPAR-COM, HELCOM, see also Berlin Decl.	3: Yes	0: No	3: Yes	2: Partly	3: Yes	3: Yes	3: Yes	(H1), H2, H3
39	E	Number of countries subsidising the use of synthetic fertilizers (Or: not subsidising).		Berlin Decl.	3: Yes	0: No	3: Yes	2: Difficult	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H2, (H5)
40	E	Number of countries that have implemented the System of Environmental Economic Accounting <sup>38</sup> .		SDG 15.9.1.b Aichi Target No.3	3: Yes	0: No	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H2, H4
41	B, A, C	Number of countries that phased out the manufacture, import, sale and use of HHP.		IPEN indicator A1.5	3: Yes	0: No	2: Partly	2: Medium	2: Medium	3: Yes	3: Yes	H1, H3
42	D, E	Increase of the Environmental Protection Expenditures [%] in COFOG Reporting.	Participants of Workshop #4 discussed this indicator controversially	Team	0: No	2: Partly	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H4
43	E, D	Number of countries applying carbon pricing instruments (including fuel and carbon taxation, emissions trading systems).	Decrease of Carbon Certificates in ETS. Better to replace "Number of ..." with	Project team	0: No	0: No	3: High	3: Yes	3: Yes	3: Yes	3: Yes	H2, (H5)

<sup>38</sup> UN SEEA, cf. <https://seea.un.org/ecosystem-accounting>

N o.	Objective (cf. SAICM / document/ 4.3)	Existing / proposed indicator	Alternative or add-on by the team	Source	A) Specific ?	B) Established?	C) Determinable?	D) Measurable?	E) Reliable & transparent?	F) Dynamic ?	G) Pertinent?	H) Sustainability:
			"Amount of money earned from Carbon Taxation and / or ETS."									
44	D	<b>Number of companies conducting an Environmental cost-benefit Analysis.</b>		Project team	3: Yes	0: No	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Partly	3: Yes	H4, H5
45	D, E	<b>Sum of resource taxes on non-renewable natural resources and their extraction collected by countries.</b>		Project team	0: No	0: No	3: Yes	3: Yes	3: Yes	2: Partly	3: Yes	H5 (H4)

**Abbreviations:**

- CoC Chemicals of Concern
- COFOG Classification of the Functions of Government
- ETS Emission trading system
- GDP Gross domestic product
- HHP Highly hazardous pesticides
- ILO International Labour Organisation
- PRTR Pollutant Release and Transfer Register
- SDG Ind. Indicator for Sustainable Development Goal No...
- TWG4 SAICM TWG.document.4 Mapping Exercise (SAICM 2019b)

## D Anhang: Protokoll: „Indicators measuring progress towards sustainable chemistry“

External participants from UNEP Chemicals and Waste Branch, University of Stockholm (Sweden), CEFIC, EU Commission, DG ENV EU Commission, DG RTD, RIVM (The Netherlands), Austrian Ministry for the Environment, University of York, SusChem, Dutch National Institute for Public Health and the Environment, University of Copenhagen (Denmark), BASF SE

Host: Hans-Christian Stolzenberg, Christopher Blum, Anja Klauk (German Environment Agency)

Project team: Barbara Zeschmar-Lahl, Henning Friege, Cristina Fedato, Michael Kuhndt, Vladislav Sedov, Simon Obladen.

Date and time: Video conference, 1<sup>st</sup> of June, 2023, 10-12 CEST

All presentations from this workshop are available to the participants on the [interactive platform](#) or from the project team (on demand). The event was moderated by Michael Kuhndt, Managing Director of CSCP. Technical support was provided by Vladislav Sedov.

### Opening

The moderator - Michael Kuhndt - opened the meeting and introduced himself. He asked if there were any objections to recording of the meeting. The records will be cleared after evaluation of the discussion. As there were no objections, recording was started.

HCS welcomed the participants on behalf of the UBA and gave a short introduction into the subject: final preparatory phase on global level for the World Chemicals Conference ICCM5 in Bonn from September 25-29 2023, decision on a system of strategic objectives and targets expected for the SAICM successor and Sound Management of Chemicals and Waste (SMCW) beyond 2020. He stressed the point that corresponding indicators are under development as contribution to technical work after ICCM5. Many of these global activities advance mostly parallel to the discussion of the Chemicals Strategy for Sustainability (CSS) in Europe, yet; therefore, the event serves to foster closer linkages of both "discussion and working communities".

### Relation between sustainable chemistry and Chemicals Strategy for Sustainability (CSS): Views of prominent experts in the field

MK introduced two questions to three well-known experts of sustainable chemistry:

- ▶ Do you think that the Chemicals Strategy for Sustainability is tangible enough to foster implementation of the concept of sustainable chemistry?
- ▶ Do you recognize gaps that should be filled?

The pre-recorded interviews were conducted with

- ▶ Prof. Dr. Dr. h. c. James Clark, University of York (United Kingdom), founder of the G2C2 network<sup>39</sup>,
- ▶ Dr. Jonatan Kleimark, ChemSec, Gothenburg (Sweden)

---

<sup>39</sup> Global Green Chemistry Centers network



- ▶ Prof. Dr. Klaus Kümmerer, Leuphana University of Lüneburg, and ISC<sub>3</sub> Science and Education Hub (Germany),

### **Anchoring Sustainable Chemistry in policy - from a global to a European perspective**

The moderator introduced Christopher Blum and asked him for his presentation "Indicators measuring progress towards sustainable chemistry: Criteria for meaningful indicators".

CB explained the background and objectives of SAICM and introduced the indicator project. In particular, he explained the criteria for the selection and the assessment of indicators. These criteria can also be useful for EU policy.

Then, the moderator introduced Henning Friege and gave him the floor for his contribution "Global indicators for monitoring the Chemicals Strategy for Sustainability (CSS)?"

HF positioned the CSS initiative within the global attempts towards sound management of chemicals and waste and sustainable chemistry. European companies run production facilities all over the world. The global trade with chemicals forces a synopsis of both perspectives of chemicals policy. He presented some indicators that might also be useful in the European context.

The moderator thanked the speakers for structuring the frame of the following discussion. He asked for urgent matters of understanding. As there were no spontaneous questions from the plenary, he illuminated the background of the discussion: The CSS aims to "better protect citizens and the environment" and also "boost innovation for safe and sustainable chemicals". Therefore, the following questions should be discussed:

- ▶ Will the indicators presented in excerpts meet at least one of the two objectives of the CSS? Do they foster sustainable innovation or address even additional objectives linked to the concept of sustainable chemistry?
- ▶ Are there other indicators that serve the same purpose, probably from other EU Directives / Strategies?

### **Flash comments**

The moderator gave the floor to Aleksandra Malyska (EU, DG ENV, AM) and Eric de Deckere (CEFIC, EdD) for flash comments.

AM introduced the work of the Commission on the CSS and her special responsibilities in this field. Work on indicators for CSS started in spring 2021, aiming at successful monitoring of drivers and impacts. At the beginning, about 150 indicators were developed but reduced to 29 indicators that are still under investigation. Many potential indicators were dropped as no data were available. The Commission is looking for stewards (European and national agencies, but also public private partnerships with associations) that are able to measure and to collect the data needed for monitoring. This work shall be finalized in 2024; a dashboard of indicators will then be available on the EEA website. Currently, DG GROW works on a legislation proposal for data. She recognized the necessity for more indicators to get a broader picture. Thus, possibilities for co-operation with the project, e.g., on occasion of PARC<sup>40</sup> meetings, would be welcome.

Edd highly appreciated the system of criteria developed in the project. CEFIC adopted these criteria to check potential indicators, part of which have already been published on the website

---

<sup>40</sup> European Partnership for the Assessment of Risks from Chemicals (PARC) <https://www.eu-parc.eu/>.

of the association; other indicators will be published in short term. The industry needs support for their decisions on investments. Therefore, the portfolio sustainability assessment (PSA) becomes a widely used instrument in the chemical industry. He underlined that indicators are just a tool to evaluate distance to target - reasonable targets must be at the start. They should be discussed with all stakeholders. He welcomed the alignment of sound management of chemicals and waste (SMCW) and CSS (and here especially the European Commission's Transition Pathway for the Chemical Industry (EU 2023b) because of very different targets to be met. He stressed the necessity for reliable data. Data collection is still challenging; even European statistics would include mistakes. Moreover, clear definitions for some important targets, e.g., "safe and sustainable by design" (SSbD) are lacking; therefore, indicators for targets like this would be very challenging. He recommended to re-formulate some indicators thus using positive connotations, e.g., relation of recycled, incinerated, dumped post-consumer plastics in relation to the amount of available used material instead in relation to the amount of waste.

### Plenary discussion

MK thanked both speakers for their clear and concise comments and opened the plenary discussion. He launched the second part of the discussion by raising two questions related to the indicators identified within this project:

- ▶ Do they foster sustainable innovation or address even additional objectives linked to the concept of sustainable chemistry?
- ▶ Do you know other indicators which serve the same purpose, probably from other EU Directives / Strategies?

The following subjects were discussed in detail:

- ▶ Sociological aspects as mentioned by Clark and Kümmerer are very important for measuring the chemicals industry's progress on the transformation pathway, as they represent a key hurdle.
- ▶ Indicators to reflect the transition to more sustainable production and consumption are e.g., number of patents, number of start-up's busy in sustainable chemistry, percent of eco-labeled products increasing relevance of green procurement.
- ▶ Many indicators are relative (% of ...). There is a need for indicators that also describe the absolute quantities in order to monitor the reduction in material flows, even for renewable resources.
- ▶ Indicators on research and innovation are needed, e.g., number of companies using or participating in SSbD (Safe and Sustainable by Design<sup>41</sup>), or funding (EU) or international investment programs.
- ▶ Indicators should not only focus on minimizing harm, but also measure and express positive developments and benefits.
- ▶ It is necessary to build up confidence in the monitoring. Meaningful indicators and reliable data are key.
- ▶ Material footprint indicators are most important to monitor consumers' behavior.

---

<sup>41</sup> The "safe and sustainable by design" (SSbD) framework is a voluntary approach to guide the innovation process for chemicals and materials, announced on 8 December 2022 in a Commission Recommendation (EU 2022b).

- ▶ Would it be possible to have indicators proposed, that 1) can be filled now 2) that could/should be filled in the future if new data are being gathered? Indicators for "SSbD" should be developed in the sense of a long-term perspective, e.g., monitoring certain investments for bio-refineries etc. It was proposed to check this question in the framework of PARC.
- ▶ The Commission has to integrate quite different targets to monitor the transition of the chemical industry towards sustainability including competitiveness, social aspects, development of infrastructure etc. To measure different aspects of this twin transition requires both existing indicators and new ones developed from scratch. Thus, indicators that reflect the whole picture would be of value, but this is an extremely difficult task.
- ▶ How to create market dynamics in sustainable chemistry? Which indicators are suitable to measure this development?
- ▶ Are there indicators for the potential overexploitation of land and natural resources when we try to synthesize most chemicals from natural feedstock?
- ▶ Indicators related to more efficiency (e.g., the amount of resources used for 1 Mio € value creation) can hide increasing mass flows of resources etc. - be careful!

MK asked for interim comments by the hosts.

CB stressed the opportunity to introduce indicators developed in the project because of the good database in Europe.

HCS agreed that qualified and reliable data are key; therefore, it is necessary to identify custodians (= "stewards / data holder") that are willing to validate and share their data. MK mentioned that the CSS shall boost the investment and innovative capacity for production and use of chemicals that are safe and sustainable by design, and throughout their life cycle. He opened the second part of the discussion and asked for answers to the following questions:

- ▶ Do you think that the indicators help steering investment towards the required sustainability-oriented transformations of the chemical industry as well as of allied industries?
- ▶ Do you know other indicators which serve the same purpose, probably from other EU Directives / strategies?

The following subjects were discussed in detail:

- ▶ There should be more information about the direction of investments, not only in commercial production capacities but also for public research. It is necessary to check former research funding to learn about its effects for the present production and consumption and then to align funding activities for the transition.
- ▶ Are there opportunities to establish companies - also from abroad - in Europe that are based on new and more sustainable production techniques and natural resources? Investments of this type would be very welcome. There is a lot of funding of startups and SMEs by the Commission in cases of appropriate research projects and investments in facilities.
- ▶ The European industry should remain competitive. Thus, (re-)location of companies to Europe which focus on sustainable chemistry research and application would have merits.

- ▶ HF referred to discussions in former workshops on process indicators. The project team dropped many of these (often easy to measure) indicators because of low significance, e.g., the number of parties of a convention: It is not clear if and how a convention is enforced in a specific country. He underlined that there will be far more data available due to CSR reporting, but there is no plan how to use these data for monitoring CSS. Participants agreed, but stressed the need to create indicators or at least indications for the direction of the transition. It was recommended to use indicators for impacts on the ecosystem, e.g., the amount of pesticides. CEFIC agreed that "number of..." indicators, e.g., mapping the companies that have committed to "Responsible Care" or have installed environmental management systems, is interesting but does not reflect progress in sustainable performance. Research and innovation are extremely difficult to monitor with regard to the assessment of innovations and their importance with respect to the complete research budget of international companies.
- ▶ Which economic / financial indicators are suitable to measure innovations towards more sustainable chemicals (SSbD) and products? In Europe, many more data will be available in future due to the extended obligation for sustainability reporting following the CSR directive in combination with the technical criteria of the Taxonomy regulation. If these data are collected in a format that can be queried by artificial intelligence (AI) we will get an impression on expenses and investments in green and sustainable chemistry.
- ▶ HF agreed that the taxonomy and related directives will increase reporting activities with many data. Unfortunately, the European Sustainability Reporting Standards (ESRS) pose many questions and are often not precise, e.g., ESRS "Circular Economy": What are the reporting obligations?
- ▶ It would be useful first to have a solid set of indicators, and then secondly to consider how data for the indicators can be standardized. The establishment and funding of technical support centers (which are already involved in producing standardized data for e.g., sustainable products, eco-labelling etc.) could perhaps be of interest.
- ▶ Ideas for funding technical support for standards: taxation on uses of SVHCs in case of derogations from restrictions.
- ▶ With respect to SAICM and multilateral Conventions it is necessary to get an impression about governance structures that are indispensable to implement the targets and to monitor progress. Good governance should also be a target for sustainability, not only a tool to ensure reliability of the data provided.
- ▶ Who will be responsible to generate data on social development?
- ▶ HF referenced to a contribution from the audience and deplored the ambiguities and lack of definitions in many ESRS, e.g., ESRS E5 on circular economy or ESRS E2 on pollution. He agreed with a recommendation from the audience to look for standardization of this reporting to get comparable and meaningful data that can also be used for monitoring of the transition. The Commission should check and modify the ESRS to make them useful also for monitoring the CSS. CEFIC announced the start of a "learning network" aiming at a concise reporting and deplored that most of the indicators in the ESRS reflect discussions of the last decade without considering recent developments.
- ▶ Indicators can be distinguished according to their function either for monitoring a process or an impact. It is necessary to have indications for the distance to the targets.

MK remarked similarities between this debate on sustainable chemistry and discussions on digitalization: How to monitor progress, how to detect non-desirable developments? This sector is of special interest as data collection depends on the progress of digitalization all over the world. He briefly summarized the lively discussion and thanked all participants for their contributions.

#### **Final comments by the host**

HCS appreciated the commitment and the ideas of the participants in this meeting. Many contributions were in line with considerations of recent work on the project. The way to find suitable indicators on a good database is stony and uphill. He underlined the necessary convergence of similar discussions in different sectors as well as in different parts of the globe to come to common solutions. Data and their custodians are always a big point. HCS further mentioned the World Chemicals Conference (ICCM5) that is anticipated to adopt the targets for "SAICM 2.0" and SMCW beyond 2020. After the ICCM5, "deep diving for indicators" will become even more dynamic. He mentioned the opportunity for further discussion on the interactive platform, probably to be continued and intensified after ICCM5.

#### **Closing**

MK added that the platform can be accessed by a code that is provided by the project team. It is sufficient to send an email to the project manager. He again thanked all participants and closed the meeting at 12:00.

## E Anhang: Potenzielle Indikatoren und Meilensteine - Liste der geprüften Dokumentes

Name of the document	Source
Aichi Targets	Convention on Biological Diversity: Aichi Biodiversity Targets <a href="https://www.cbd.int/sp/targets/">https://www.cbd.int/sp/targets/</a>
Basel Convention	Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal. © Published by the Secretariat of the Basel Convention (SBC) in May 2018. <a href="https://www.basel.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW-IMPL-CONVTEXT.English.pdf">https://www.basel.int/Portals/4/download.aspx?d=UNEP-CHW-IMPL-CONVTEXT.English.pdf</a> (revised version, 2020).
Carbon Disclosure Project (CDP)	CDP (2015): Back to the laboratory. Are global chemical companies innovating for a low-carbon future? By James Magness (Head of Investor Research), Chloe Chan and Charles Fruitiere. Executive Summary, August 2015 <a href="https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/000/619/original/chemicals-report-exec-summary-2015.pdf?1470225121">https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/000/619/original/chemicals-report-exec-summary-2015.pdf?1470225121</a> CDP (2017): Catalyst for change. Which chemical companies are prepared for the low carbon transition? Authors: Carole Ferguson, Tom Crocker and James Smyth. Executive Summary, October 2017 <a href="https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/002/683/original/CDP_Chemicals_2017.pdf?1507139412">https://6fefcbb86e61af1b2fc4-c70d8ead6ced550b4d987d7c03fcdd1d.ssl.cf3.rackcdn.com/cms/reports/documents/000/002/683/original/CDP_Chemicals_2017.pdf?1507139412</a> Sector-specific questions for the Chemicals sector, based on <a href="https://guidance.cdp.net/en/guidance?cid=8&amp;ctype=theme&amp;idtype=ThemeID&amp;incchid=1&amp;microsite=0&amp;otype=Questionnaire&amp;tags=TAG-592%2CTAG-605%2CTAG-600">https://guidance.cdp.net/en/guidance?cid=8&amp;ctype=theme&amp;idtype=ThemeID&amp;incchid=1&amp;microsite=0&amp;otype=Questionnaire&amp;tags=TAG-592%2CTAG-605%2CTAG-600</a>
Cefic: Responsible Care®	ICCA (2014): Responsible Care® Global Charter <a href="https://cefic.org/app/uploads/2008/02/ICCA-RC-Global-Charter.pdf">https://cefic.org/app/uploads/2008/02/ICCA-RC-Global-Charter.pdf</a> ICCA (2019): Responsible Care® Status Report 2018 <a href="https://www.icca-chem.org/wp-content/uploads/2019/01/Responsible-Care-Status-Report-2018.pdf">https://www.icca-chem.org/wp-content/uploads/2019/01/Responsible-Care-Status-Report-2018.pdf</a> Responsible Care Self-assessment tool <a href="https://cefic.org/app/uploads/2019/06/Responsible-Care-Self-assessment-tool.xlsm">https://cefic.org/app/uploads/2019/06/Responsible-Care-Self-assessment-tool.xlsm</a>
Chemie <sup>3</sup>	<a href="http://www.chemiehoch3.de/leitbild-nachhaltigkeit/">www.chemiehoch3.de/leitbild-nachhaltigkeit/</a>
COFOG Reporting	EU: <a href="https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/cofog/">https://ec.europa.eu/eurostat/cache/infographs/cofog/</a> EUROSTAT: Government expenditure by function <a href="https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Government_expenditure_by_function">https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Government_expenditure_by_function</a> EUROSTAT: CLASSIFICATION OF THE FUNCTIONS OF GOVERNMENT (COFOG). Manual on sources and methods for the compilation of COFOG statistics. 2019 edition <a href="https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/10142242/KS-GQ-19-010-EN-N.pdf/ed64a194-81db-112b-074b-b7a9eb946c32?t=1569418084000">https://ec.europa.eu/eurostat/documents/3859598/10142242/KS-GQ-19-010-EN-N.pdf/ed64a194-81db-112b-074b-b7a9eb946c32?t=1569418084000</a>
DJSI Dow Jones Sustainability Index	SAM (2019): Industry Leader Report 2019, Chemicals CHM. <a href="https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/DJSI_IndustryLeader_CHM.pdf">https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/DJSI_IndustryLeader_CHM.pdf</a> SAM (2020a): Measuring Intangibles. SAM's Corporate Sustainability Assessment Methodology. <a href="https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/DJSI_CSA_Measuring_Intangibles.pdf">https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/DJSI_CSA_Measuring_Intangibles.pdf</a> SAM (2020b): CSA Companion 2020. SAM Corporate Sustainability Assessment (CSA). <a href="https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/SAM_CSA_Companion.pdf">https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/SAM_CSA_Companion.pdf</a>

Name of the document	Source
	<p>SAM (2020c): SAM 2020 - Methodology Updates. <a href="https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/SAM_CSA_MethodologyChanges.pdf">https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/SAM_CSA_MethodologyChanges.pdf</a></p> <p>SAM (2020d): CSA Weights Overview 2020. SAM Corporate Sustainability Assessment (CSA). <a href="https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/SAM_CSA_Weights.pdf">https://portal.csa.spglobal.com/survey/documents/SAM_CSA_Weights.pdf</a></p>
Dubai Declaration	<p>UNEP: Strategic Approach to International Chemicals Management. SAICM texts and resolutions of the International Conference on Chemicals Management, 2006</p>
EU Chemicals Strategy for Sustainability Strategy (EU CSS)	<p>Chemicals Strategy for Sustainability - Towards a Toxic-Free Environment, COM (2020) 667 final, 14.10.2020 <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0667">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:52020DC0667</a></p>
EU Circular Economy Action Plan (EU CEAP)	<p>European Commission: COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS: A new Circular Economy Action Plan. For a cleaner and more competitive Europe. Brussels, 11.3.2020, COM(2020) 98 final <a href="https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&amp;format=PDF">https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_1&amp;format=PDF</a> Annex: <a href="https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_2&amp;format=PDF">https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:9903b325-6388-11ea-b735-01aa75ed71a1.0017.02/DOC_2&amp;format=PDF</a></p>
EU: Corporate Social Responsibility Directive (CSRD)	<p>EU (2022a): DIRECTIVE (EU) 2022/2464 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 14 December 2022 amending Regulation (EU) No 537/2014, Directive 2004/109/EC, Directive 2006/43/EC and Directive 2013/34/EU, as regards corporate sustainability reporting <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022L2464</a></p>
EU Safe and Sustainable by Design SSbBD	<p>EU (2022b): COMMISSION RECOMMENDATION (EU) 2022/2510 of 8 December 2022 establishing a European assessment framework for 'safe and sustainable by design' chemicals and materials. OJ L 325, 20.12.2022, p. 179-205 <a href="https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H2510">https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32022H2510</a></p>
EcoVadis	<p>EcoVadis CSR Methodology - Overview and Principles EcoVadis 360° Watch - A Key Component of the Assessment Methodology EcoVadis Scorecard sample EcoVadis (2016): Vergleich der CSR-Leistung Deutscher Unternehmen mit Unternehmen aus BRICS -, OECD Staaten, den USA und China (Comparison of the CSR performance of German companies with companies from BRICS, OECD countries, the USA and China). White Paper, available only in German; <i>text excerpt translated using deepl.com</i>. <a href="https://content.cdntwrk.com/files/aT0xMTAxMTk5JnY9MSZpc3N1ZU5hbWU9Z2VyZWVzZz01YzA3MwI1MGZhMDgxODMwMTIOMzE1ZWQzMzVjYjZlNQ%253D%253D">https://content.cdntwrk.com/files/aT0xMTAxMTk5JnY9MSZpc3N1ZU5hbWU9Z2VyZWVzZz01YzA3MwI1MGZhMDgxODMwMTIOMzE1ZWQzMzVjYjZlNQ%253D%253D</a> EcoVadis (2018): EcoVadis CSR Methodology. Overview and Principles. EcoVadis Public EcoVadis 2018 V2.2 EN <a href="https://content.cdntwrk.com/files/aT0xMTAwNjk4JnY9MSZpc3N1ZU5hbWU9ZWVzZz01YzA3MwI1MGZhMDgxODMwMTIOMzE1ZWQzMzVjYjZlNQ%253D%253D">https://content.cdntwrk.com/files/aT0xMTAwNjk4JnY9MSZpc3N1ZU5hbWU9ZWVzZz01YzA3MwI1MGZhMDgxODMwMTIOMzE1ZWQzMzVjYjZlNQ%253D%253D</a> EcoVadis 360° Watch - A Key Component of the Assessment Methodology EcoVadis Scorecard sample</p>
FTSE 4 Good	<p>Mackenzie, Craig and Rees, William and Rodionova, Tatiana, The FTSE4Good Effect: The Impact of Responsible Investment Indices on Environmental Management (March</p>



Name of the document	Source
	<p>8, 2012). Available at SSRN: <a href="https://ssrn.com/abstract=1966474">https://ssrn.com/abstract=1966474</a> or <a href="http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1966474">http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1966474</a>                      London Exchange Group. 2012. Revealing the full picture: Your Guide to ESG Reporting.  <a href="https://www.lseg.com/sites/default/files/content/images/Green_Finance/ESG/2018/February/LSEG_ESG_report_January_2018.pdf">https://www.lseg.com/sites/default/files/content/images/Green_Finance/ESG/2018/February/LSEG_ESG_report_January_2018.pdf</a>  <a href="https://www.ftserussell.com/analytics/factsheets/home/search">https://www.ftserussell.com/analytics/factsheets/home/search</a>                      FTSE Russell: FTSE4Good Index                      Series <a href="https://research.ftserussell.com/products/downloads/ftse4good-brochure.pdf">https://research.ftserussell.com/products/downloads/ftse4good-brochure.pdf</a></p>
Global Compact	United Nations Global Compact; <a href="https://unglobalcompact.org/">https://unglobalcompact.org/</a>
Global Product Stewardship (GPS)	ICCA: Product Stewardship Guidelines ICCA: Guidance on Chemical Risk Assessment ICCA: Regulatory Toolbox: Guidance on the Introduction or Revision of Legislation on Chemicals Management for Developing Countries
Global Reporting Initiative (GRI)	GRI Sustainability Reporting Standards 2016/2020 <a href="https://www.globalreporting.org/standards/gri-standards-download-center/">https://www.globalreporting.org/standards/gri-standards-download-center/</a> Sustainability disclosure database <a href="https://database.globalreporting.org">https://database.globalreporting.org</a> (no longer available)
Globally Harmonised System of classification and labelling of chemicals	UNEP GUIDANCE ON THE DEVELOPMENT OF LEGAL AND INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURES AND MEASURES FOR RECOVERING COSTS OF NATIONAL ADMINISTRATION FOR SOUND MANAGEMENT OF CHEMICALS (2015). <a href="http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12224/LIRA_Guidance%20Report_PRESS.pdf">http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12224/LIRA_Guidance%20Report_PRESS.pdf</a> Persson, L., Karlsson-Vinkhuyzen, S., Lai, A., Persson, Å. and Fick, S. (2017). The globally harmonized system of classification and labeling of chemicals: explaining the legal implementation gap. Sustainability 9 (12), 2176. <a href="https://doi.org/10.3390/su9122176">https://doi.org/10.3390/su9122176</a> .
Human Biomonitoring	WHO Regional Office for Europe - Human biomonitoring: facts and figures - <a href="http://www.euro.who.int/en/media-centre/events/events/2015/04/ehp-mid-term-review/publications/human-biomonitoring-facts-and-figures">http://www.euro.who.int/en/media-centre/events/events/2015/04/ehp-mid-term-review/publications/human-biomonitoring-facts-and-figures</a> Umweltbundesamt - <a href="https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/human-biomonitoring">https://www.umweltbundesamt.de/en/topics/health/assessing-environmentally-related-health-risks/human-biomonitoring</a> Project on Human Biomonitoring HBM4Europe <a href="https://www.hbm4eu.eu/">https://www.hbm4eu.eu/</a>
IEA: Future of Hydrogen	IEA: The Future of Hydrogen. Seizing today's opportunities Report prepared by the IEA for the G20, Japan. <a href="https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen">https://www.iea.org/reports/the-future-of-hydrogen</a>
ILO Chemicals Convention No. 170, 1990	ILO: All You Need to Know: Convention No. 170. <a href="https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_731982.pdf">https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_731982.pdf</a>
ILO Prevention of Major Industrial Accidents Convention No. 174, 1993	Convention Text: <a href="https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100_INSTRUMENT_ID:312319:NO">https://www.ilo.org/dyn/normlex/en/f?p=NORMLEXPUB:12100:0::NO:12100:P12100_INSTRUMENT_ID:312319:NO</a>
International Panel on Climate Change IPCC	IPCC websites IPCC Special Report "Global warming of 1.5°C" Umweltbundesamt website

Name of the document	Source
Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services	<p>IPBES website Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services <a href="https://ipbes.net/sites/default/files/ipbes_7_10_add.1_en_1.pdf">https://ipbes.net/sites/default/files/ipbes_7_10_add.1_en_1.pdf</a> Bundesamt für Naturschutz (BfN) Wissenschaftsplattform Erde und Umwelt IPBES (2018): The regional assessment report on BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES FOR AFRICA <a href="https://www.ipbes.net/assessment-reports/africa">https://www.ipbes.net/assessment-reports/africa</a> <a href="https://www.ipbes.net/sites/default/files/africa_assessment_report_20181219_0.pdf">https://www.ipbes.net/sites/default/files/africa_assessment_report_20181219_0.pdf</a></p>
IOMC Toolbox	<p>IOMC (2020): Overview of the IOMC. Stakeholder workshop on strengthening governance for the sound management of chemicals and waste beyond 2020. Frankfurt, 14-16 January 2020. <a href="https://www.unitar.org/sites/default/files/media/file/IOMC%20presentation_Jan%202020.pdf">https://www.unitar.org/sites/default/files/media/file/IOMC%20presentation_Jan%202020.pdf</a> UNEP (2015): UNEP GUIDANCE ON THE DEVELOPMENT OF LEGAL AND INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURES AND MEASURES FOR RECOVERING COSTS OF NATIONAL ADMINISTRATION FOR SOUND MANAGEMENT OF CHEMICALS. <a href="http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12224/LIRA_Guidance%20Report_PRESS.pdf">http://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12224/LIRA_Guidance%20Report_PRESS.pdf</a> UNITAR (2017): Final Evaluation of the IOMC Toolbox for Decision Making in Chemicals Management - Phase II. October 2017. <a href="https://unitar.org/sites/default/files/uploads/pprs/iomc-evaluation-finalreport_rc2.pdf">https://unitar.org/sites/default/files/uploads/pprs/iomc-evaluation-finalreport_rc2.pdf</a></p>
Kunming-Montreal Global Biodiversity Framework	<p>CBD: <a href="https://www.cbd.int/gbf/">https://www.cbd.int/gbf/</a> UNEP: <a href="https://www.unep.org/resources/kunming-montreal-global-biodiversity-framework">https://www.unep.org/resources/kunming-montreal-global-biodiversity-framework</a></p>
LkSG Supply Chain Due Diligence Act	<p>Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz <a href="https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/Gesetz-Unternehmerische-Sorgfaltspflichten-Lieferketten/gesetz-unternehmerische-sorgfaltspflichten-lieferketten.html">https://www.bmas.de/DE/Service/Gesetze-und-Gesetzesvorhaben/Gesetz-Unternehmerische-Sorgfaltspflichten-Lieferketten/gesetz-unternehmerische-sorgfaltspflichten-lieferketten.html</a> IHK NRW: Informationen &amp; Hinweise zu nachhaltigen Lieferketten und zum Lieferkettensorgfaltspflichtengesetz <a href="https://www.ostwestfalen.ihk.de/unternehmen-entwickeln/international/das-deutsche-lieferkettengesetz-mehr-schutz-fuer-mensch-und-umwelt/">https://www.ostwestfalen.ihk.de/unternehmen-entwickeln/international/das-deutsche-lieferkettengesetz-mehr-schutz-fuer-mensch-und-umwelt/</a> <a href="https://www.ostwestfalen.ihk.de/fileadmin/Dokumente/International/News/Linkliste_Lieferketten_Sorgfaltspflichten.pdf">https://www.ostwestfalen.ihk.de/fileadmin/Dokumente/International/News/Linkliste_Lieferketten_Sorgfaltspflichten.pdf</a></p>
LIRA Guidance	<p>UNEP: LIRA Guidance <a href="https://www.unenvironment.org/resources/report/lira-guidance">https://www.unenvironment.org/resources/report/lira-guidance</a> UNEP (2015): UNEP GUIDANCE ON THE DEVELOPMENT OF LEGAL AND INSTITUTIONAL INFRASTRUCTURES AND MEASURES FOR RECOVERING COSTS OF NATIONAL ADMINISTRATION FOR SOUND MANAGEMENT OF CHEMICALS <a href="https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12224/LIRA_Guidance%20Report_PRESS.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y">https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12224/LIRA_Guidance%20Report_PRESS.pdf?sequence=1&amp;isAllowed=y</a></p>
Malaysia Biotechnology	<p>Bioeconomy Corporation Malaysia <a href="http://www.bioeconomycorporation.my/">http://www.bioeconomycorporation.my/</a> Bioeconomy Transformation Programme. Annual Report 2015 <a href="http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP_AR_2015.pdf">http://www.bioeconomycorporation.my/wp-content/uploads/2011/11/publications/BTP_AR_2015.pdf</a></p>

Name of the document	Source
Minamata Convention	Minamata Convention on Mercury. <a href="https://mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-EN.pdf">https://mercuryconvention.org/sites/default/files/2021-06/Minamata-Convention-booklet-Sep2019-EN.pdf</a>
Montreal Protocol	UNEP: Handbook for the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. Fourteenth edition (2020). <a href="https://ozone.unep.org/sites/default/files/Handbooks/MP-Handbook-2020-English.pdf">https://ozone.unep.org/sites/default/files/Handbooks/MP-Handbook-2020-English.pdf</a>
MSCI ACWI Sustainable Impact Index	MSCI (2020a): MSCI ACWI Sustainable Impact Index (USD). MAR 31, 2020. <a href="https://www.msci.com/documents/10199/6d2b3e68-90e0-448e-bd52-eaf0397539d1">https://www.msci.com/documents/10199/6d2b3e68-90e0-448e-bd52-eaf0397539d1</a> MSCI (2020b): MSCI ACWI Sustainable Impact Index Methodology. February 2020. <a href="https://www.msci.com/eqb/methodology/meth_docs/MSCI_ACWI_Sustainable_Impact_Index_Feb2020.pdf">https://www.msci.com/eqb/methodology/meth_docs/MSCI_ACWI_Sustainable_Impact_Index_Feb2020.pdf</a>
MSCI ESG Indexes	MSCI: ESG RATINGS METHODOLOGY. Executive Summary. MSCI ESG Research, May 2015 <a href="https://www.msci.com/documents/10199/123a2b2b-1395-4aa2-a121-ea14de6d708a">https://www.msci.com/documents/10199/123a2b2b-1395-4aa2-a121-ea14de6d708a</a> MSCI (2019): MSCI ESG Ratings. <a href="https://www.msci.com/documents/1296102/15233886/MSCI-ESG-Ratings-Brochure-cbr-en.pdf/7fb1ae78-6825-63cd-5b84-f4a411171d34?t=1572865945980">https://www.msci.com/documents/1296102/15233886/MSCI-ESG-Ratings-Brochure-cbr-en.pdf/7fb1ae78-6825-63cd-5b84-f4a411171d34?t=1572865945980</a>
Nagoya Protocol	Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2011): NAGOYA PROTOCOL ON ACCESS TO GENETIC RESOURCES AND THE FAIR AND EQUITABLE SHARING OF BENEFITS ARISING FROM THEIR UTILIZATION TO THE CONVENTION ON BIOLOGICAL DIVERSITY. Text and Annex. <a href="https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-en.pdf">https://www.cbd.int/abs/doc/protocol/nagoya-protocol-en.pdf</a>
National Hazardous Waste Management Plan (NHWMP) (2014-2020) of Ireland	National Hazardous Waste Management Plan. <a href="https://www.epa.ie/waste/hazardous/Progress%20Report%20on%20the%20implementation%20of%20the%20National%20Hazardous%20Waste%20Management%20Plan">https://www.epa.ie/waste/hazardous/Progress Report on the implementation of the National Hazardous Waste Management Plan</a> <a href="https://www.epa.ie/pubs/reports/waste/haz/EPA_NationalHazardousWasteManagementPlan_web.pdf">https://www.epa.ie/pubs/reports/waste/haz/EPA_NationalHazardousWasteManagementPlan_web.pdf</a>
OECD Sustainability Reporting	OECD Due Diligence Guidance for Responsible Business Conduct <a href="https://www.oecd.org/corporate/mne/due-diligence-guidance-for-responsible-business-conduct.htm">https://www.oecd.org/corporate/mne/due-diligence-guidance-for-responsible-business-conduct.htm</a> Implementing the OECD Due Diligence Guidance <a href="http://www.oecd.org/corporate/mne/implementingtheguidance.htm">http://www.oecd.org/corporate/mne/implementingtheguidance.htm</a>
OSPARCOM	CONVENTION FOR THE PROTECTION OF THE MARINE ENVIRONMENT OF THE NORTH-EAST ATLANTIC; <a href="https://www.ospar.org/site/assets/files/1290/ospar_convention_e_updated_text_in_2007_no_revs.pdf">https://www.ospar.org/site/assets/files/1290/ospar_convention_e_updated_text_in_2007_no_revs.pdf</a> OSPAR Commission (2010): The North East Atlantic Environment Strategy. Strategy of the OSPAR Commission for the Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic 2010-2020, OSPAR Agreement 2010-3 OSPAR Commission (2018): Work priorities for OSPAR Secretariat 2018-2020, OSPAR 18/10/2 Rev.1 OSPAR Commission (2019): The OSPAR list of chemicals for priority action. Suggestions for future actions. Report prepared by the Uppsala University, ISBN: 978-1-911458-79-1
PRTR (div.)	UNECE (2008): Guidance on Implementation of the Protocol on Pollutant Release and Transfer Registers.

Name of the document	Source
	<p><a href="https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/prtr/guidance/PRTR_May_2008_for_CD.pdf">https://www.unece.org/fileadmin/DAM/env/pp/prtr/guidance/PRTR_May_2008_for_CD.pdf</a>                      EEA (2020): European Pollutant Release and Transfer Register (E-PRTR);  <a href="https://www.eea.europa.eu/themes/air/links/data-sources/european-pollutant-release-and-transfer">https://www.eea.europa.eu/themes/air/links/data-sources/european-pollutant-release-and-transfer</a>  <a href="https://www.oecd.org/env_prtr_data/">https://www.oecd.org/env_prtr_data/</a></p>
Rotterdam Convention	<p>Rotterdam Convention on the Prior Informed Consent Procedure for Certain Hazardous Chemicals and Pesticides in International Trade.  <a href="https://www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-CONVTEXT-2019.English.pdf">https://www.pic.int/Portals/5/download.aspx?d=UNEP-FAO-RC-CONVTEXT-2019.English.pdf</a> (revised in 2019).</p>
SAICM Indicators	<p>SAICM (2009): List of indicators for reporting progress in implementation of the Strategic Approach and the related basic elements of the overall orientation and guidance; SAICM/ICCM2/15, Annex III  <a href="https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/SAICM-List%20of%20indicators%20for%20reporting%20progress.pdf">https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/SAICM-List%20of%20indicators%20for%20reporting%20progress.pdf</a></p>
Science Based Targets for Nature (SBTN)	<p><a href="https://sciencebasedtargetsnetwork.org">https://sciencebasedtargetsnetwork.org</a>  <a href="https://sciencebasedtargetsnetwork.org/resources/">https://sciencebasedtargetsnetwork.org/resources/</a></p>
SDG Indicators (e.g., for goal #12) / SDG Compass	<p><a href="https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/">https://unstats.un.org/sdgs/indicators/indicators-list/</a>  <a href="https://sdgcompass.org">https://sdgcompass.org</a>  <a href="https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2015/12/019104_SDG_Compass_Guide_2015.pdf">https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2015/12/019104_SDG_Compass_Guide_2015.pdf</a></p>
South African Bioeconomy Strategy	<p>Department of Science and Technology, South Africa (2013): The Bio-economy Strategy.  <a href="https://www.gov.za/documents/bio-economy-strategy">https://www.gov.za/documents/bio-economy-strategy</a>  <a href="https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201409/bioeconomy-strategya.pdf">https://www.gov.za/sites/default/files/gcis_document/201409/bioeconomy-strategya.pdf</a></p>
Stockholm Convention	<p>Stockholm Convention on persistent organic pollutants (POPs).  <a href="https://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP-CONVTEXT-2021.English.pdf">https://chm.pops.int/Portals/0/download.aspx?d=UNEP-POPS-COP-CONVTEXT-2021.English.pdf</a> (revised in 2019).</p>
Sustainability Accounting Standards Board (SASB)	<p>SASB (2018a): CHEMICALS. Sustainability Accounting Standard. Version 2018-10; October 2018. <a href="https://www.sasb.org/wp-content/uploads/2018/11/Chemicals_Standard_2018.pdf">https://www.sasb.org/wp-content/uploads/2018/11/Chemicals_Standard_2018.pdf</a>                      SASB (2018b): CHEMICALS. Basis for Conclusions. October 2018.  <a href="https://www.sasb.org/wp-content/uploads/2018/11/Chemicals_BFC_2018.pdf">https://www.sasb.org/wp-content/uploads/2018/11/Chemicals_BFC_2018.pdf</a></p>
Sustainability Framework, d. World Bank	<p>2016. "World Bank Environmental and Social Framework." World Bank, Washington, DC. <a href="https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/environmental-and-social-framework/brief/esf-training">https://projects.worldbank.org/en/projects-operations/environmental-and-social-framework/brief/esf-training</a>                      Environmental &amp; Social Framework for IPF Operations, Guidance Note for Borrowers, ESS3: Resource Efficiency and Pollution Prevention and Management <a href="http://documents.worldbank.org/curated/en/112401530216856982/ESF-Guidance-Note-3-Resource-Efficiency-and-Pollution-Prevention-and-Management-English.pdf">http://documents.worldbank.org/curated/en/112401530216856982/ESF-Guidance-Note-3-Resource-Efficiency-and-Pollution-Prevention-and-Management-English.pdf</a></p>
Together for Sustainability	<p>TfS Together for Sustainability (2019a): 2018 ANNUAL ACTIVITY REPORT. <a href="https://tfs-initiative.com/audit-process/#1472630050074-10b9365f-40ca">https://tfs-initiative.com/audit-process/#1472630050074-10b9365f-40ca</a>                      TfS Together for Sustainability (2019b): Third Party Audit Program, Version 3.1, 28.08.2019 <a href="https://tfs-initiative.com/dl/TfS_Audit_Program_V3-0.pdf">https://tfs-initiative.com/dl/TfS_Audit_Program_V3-0.pdf</a></p>

Name of the document	Source
	TfS Together for Sustainability (2020): Audit Preparation Document <a href="https://tfs-initiative.com/dl/Audit-Preparation-Document-V3-0.xlsx">https://tfs-initiative.com/dl/Audit-Preparation-Document-V3-0.xlsx</a>
TWG4: New proposals	SAICM (2019b): Sixth meeting of the Bureau of the International Conference on Chemicals Management for its fifth session. Meeting Report <a href="http://www.saicm.org/About/Bureau/Bureaumeetings/tabid/5949/language/en-US/Default.aspx">http://www.saicm.org/About/Bureau/Bureaumeetings/tabid/5949/language/en-US/Default.aspx</a> and <a href="https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/Bureau/ICCM5B6/ICCM5-Bureau-Sixth-meeting-Jan-2019-Report.pdf">https://www.saicm.org/Portals/12/Documents/meetings/Bureau/ICCM5B6/ICCM5-Bureau-Sixth-meeting-Jan-2019-Report.pdf</a> SAICM (2020b): Supplementary information on proposed targets prepared by the Technical Working Group on targets, indicators and milestones for SAICM and the sound management of chemicals and waste beyond 2020; SAICM/IP.4/INF/15, 16 March 2020 <a href="https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/old/(old)SAICM_IP4_INF_15_TWG_FINAL.pdf">https://www.saicm.org/Portals/12/documents/meetings/IP4/old/(old)SAICM_IP4_INF_15_TWG_FINAL.pdf</a>
UN Global Compact	<a href="https://www.unglobalcompact.org">https://www.unglobalcompact.org</a> <a href="https://www.globalreporting.org/information/about-gri/alliances-and-synergies/Pages/UNGC-and-GRI.aspx">https://www.globalreporting.org/information/about-gri/alliances-and-synergies/Pages/UNGC-and-GRI.aspx</a> 2019 Progress report: <a href="https://www.unglobalcompact.org/library/5716">https://www.unglobalcompact.org/library/5716</a>
UN SDG Compass	<a href="https://sdgcompass.org">https://sdgcompass.org</a> <a href="https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2015/12/019104_SDG_Compass_Guide_2015.pdf">https://sdgcompass.org/wp-content/uploads/2015/12/019104_SDG_Compass_Guide_2015.pdf</a>
UN System of Environmental Accounting - SEEA	Secretariat of the Convention on Biological Diversity (2020): Global Biodiversity Outlook 5. Montreal. <a href="https://www.cbd.int/gbo5">https://www.cbd.int/gbo5</a> UNECE: Conference of European Statisticians'. Set of Core Climate Change-related Indicators and Statistics Using the System of Environmental-Economic Accounting <a href="https://unece.org/sites/default/files/2021-08/CES_Set_Core_CCR_Indicators-Report.pdf">https://unece.org/sites/default/files/2021-08/CES_Set_Core_CCR_Indicators-Report.pdf</a>
UNITAR National Profiles	<a href="http://cwm.unitar.org/national-profiles/nphomepage/np3_region.aspx">http://cwm.unitar.org/national-profiles/nphomepage/np3_region.aspx</a> National Profile examples: Costa Rica: <a href="http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Costa_Rica_National_Profile_2008.pdf">http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Costa_Rica_National_Profile_2008.pdf</a> Germany: <a href="http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Germany_National_Profile_ENG.pdf">http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Germany_National_Profile_ENG.pdf</a> Mali: <a href="http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Mali_National_Profile_2010.pdf">http://cwm.unitar.org/national-profiles/publications/cw/np/np_pdf/Mali_National_Profile_2010.pdf</a>
WBCSD PSA Guideline	WBCSD - World Business Council for Sustainable Development (2017): Framework for portfolio sustainability assessments (PSA). <a href="https://www.wbcd.org/Projects/Chemicals/Resources/Framework-for-portfolio-sustainability-assessments">https://www.wbcd.org/Projects/Chemicals/Resources/Framework-for-portfolio-sustainability-assessments</a> and <a href="https://www.wbcd.org/contentwbc/download/3944/52805/1">https://www.wbcd.org/contentwbc/download/3944/52805/1</a>
WHO Internat. Health Regulations	<a href="http://www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/international-health-regulations/a-framework-to-protect-people-from-health-emergencies">www.euro.who.int/en/health-topics/health-emergencies/international-health-regulations/a-framework-to-protect-people-from-health-emergencies</a> <a href="https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/84933/WHO_HSE_GCR_2013.2_eng.pdf?sequence=1">https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/84933/WHO_HSE_GCR_2013.2_eng.pdf?sequence=1</a>
Circular Economy Approaches	See: National Hazardous Waste Management Plan (NHWMP) (2014-2020) of Ireland

Name of the document	Source
(national programs, Ellen Mac Arthur)	Ellen MacArthur Foundation et al. (2015): GROWTH WITHIN: A CIRCULAR ECONOMY VISION FOR A COMPETITIVE EUROPE
Economy for the Common Good (former GWÖ approach)	<a href="https://www.ecogood.org/apply-ecg/">https://www.ecogood.org/apply-ecg/</a>
Management approaches for sustainable corporate governance (e.g., Total Impact Measurement & Management (TIMM))	<a href="https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/total-impact-measurement-management.html">https://www.pwc.com/gx/en/services/sustainability/total-impact-measurement-management.html</a>
Sustainable Public Procurement (SPP) approaches (e.g., Sustainable Leadership Council, Kompass Nachhaltigkeit NRW, national approaches)	<a href="https://circabc.europa.eu/ui/group/44278090-3fae-4515-bcc2-44fd57c1d0d1/library/f69e60f9-9dc6-4345-aa18-b9a4b6dfdbf0?p=1&amp;n=10&amp;sort=name_ASC">https://circabc.europa.eu/ui/group/44278090-3fae-4515-bcc2-44fd57c1d0d1/library/f69e60f9-9dc6-4345-aa18-b9a4b6dfdbf0?p=1&amp;n=10&amp;sort=name_ASC</a>