

# Grüne Chemie in Österreich

Fortschrittsbericht zum österreichischen Maßnahmenprogramm



## Impressum

Medieninhaber, Verleger und Herausgeber:

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

Autorinnen und Autoren: Helmut Frischenschlager, Michael Ghobrial, Stephan Leitner,  
Stephanie Moser-Castan, Erich Neuwirth, Barbara Wetzer (Umweltbundesamt GmbH);  
Güllü Düzgün, Samira Galler, Susanne Rose, Martin Wimmer (BMK); Autor:innen Kapitel  
„Projekte der *Grünen Chemie* vor den Vorhang“: Wolfgang Haider, Thomas Jakl, Martin  
Miltner, Katharina Schröder; *Die Texte wurden redaktionell bearbeitet.*

Gesamtumsetzung: Barbara Wetzer (Umweltbundesamt GmbH), Martin Wimmer (BMK)

Fotonachweis: Cover: stock.adobe.com - ipopba

Wien, 2023. Stand: 28. August 2024

Rückmeldungen: Ihre Überlegungen zu vorliegender Publikation übermitteln Sie bitte an  
[v5@bmk.gv.at](mailto:v5@bmk.gv.at).



## Inhalt

<b>Einleitung .....</b>	<b>7</b>
<b>Die Ziele der <i>Grünen Chemie</i> in Österreich.....</b>	<b>11</b>
Ziel 1: Vernetzung der Sektoren.....	12
Ziel 2: Öffentlichkeitsarbeit .....	14
Ziel 3: Stärkung der Grünen Chemie in allen Sektoren .....	16
Ziel 4: Bewertung „Grüner Chemikalien“ .....	17
<b>Was ist Grüne Chemie? .....</b>	<b>19</b>
Definition der Plattform <i>Grüne Chemie</i> .....	22
<b>Das politische Umfeld der Grünen Chemie.....</b>	<b>25</b>
REACH-Überarbeitung (Revision) .....	27
ESPR und ökologische Nachhaltigkeit .....	27
SSbD-Rahmen und Bewertung der Nachhaltigkeit .....	29
Kreislaufwirtschaftsstrategie.....	31
Bioökonomie .....	32
<b>Grüne Chemie in Österreich – ein kurzer Rückblick auf die Entwicklungsgeschichte .....</b>	<b>35</b>
Verankerung der Grünen Chemie im Österreichischen Regierungsprogramm.....	36
Gründung von „Fachdialog <i>Grüne Chemie</i> “ und „Plattform <i>Grüne Chemie</i> “ .....	38
Konferenz „A Green Chemical Deal“ .....	39
Masterstudium „Green Chemistry“ .....	39
<b>Projekte der Grünen Chemie vor den Vorhang.....</b>	<b>40</b>
Chemisches Recycling von Polymeren .....	40
Textilfasern aus Cellulose und Recyclingmaterial.....	42
Lyocellprozess .....	42
Lignin als nachhaltiger Rohstoff .....	43
Lignin – Rohstoff statt Abfall.....	44
Kohlenstoffquelle Lignin.....	44
Vanillin als Grüne Plattformchemikalie .....	46
Alternative zu Lithiumbatterien .....	46
Lignin für Redox-Flow-Batterien .....	46
Carbon Capture and Utilization .....	47
Proteine aus CO <sub>2</sub> .....	47
Biotechnologie für das nachhaltige Färben von Textilien.....	49
Chemical Leasing .....	51
Digitalisierung, Ressourceneffizienz .....	51

Verkauf der optimierten Leistung .....	51
Transformations-prozess für Unternehmen .....	51
Geänderte Geschäftsmodelle – Change Management.....	52
CO <sub>2</sub> -Chemie: Herausforderungen und Potenziale .....	52
CO <sub>2</sub> als Rohstoff.....	52
CCU-Technologie .....	53
Synthese von Carbonsäuren aus CO <sub>2</sub> .....	53
Defossilisierung der Chemieindustrie .....	54
Essenzielle Rolle bei der Erreichung des Netto-Null-Emissionsziels.....	54
Einflussfaktoren auf dem Weg zur Defossilisierung .....	54
Kombination von Technologien und Rohstoffquellen .....	55
Zu nah am Feuer“ – ein essayistischer Appell zur Dekarbonisierung von Thomas Jakl.....	55
Die Funken des Prometheus .....	55
Und was sagt die Physik? .....	56
Vom Motor der industriellen Entwicklung aufs Abstellgleis?.....	56
Entflammen nur als Ultima Ratio .....	57
Die Transformation zu einer Grünen Chemie und ihr „innerer Schweinehund“ .....	58
„Transition Pathway“ für die chemische Industrie .....	58
Bedingungen für Transformation: “Expertise hinter sich lassen“.....	59
<b>Ausblick .....</b>	<b>60</b>
Umgestaltung der Plattform <i>Grüne Chemie</i> .....	60
Evaluierung.....	60
Zusammenführen von Plattform und Fachdialog .....	60
Die österreichische Chemiewirtschaft auf dem Weg zur Defossilisierung .....	61
Österreichische Chemiewirtschaft – Umstellung von Rohstoffbasis und Energiequellen .....	61
Roadmap zur Nutzung von Abfall, Biomasse, CO <sub>2</sub> .....	61
<b>Anhang I: Arbeitsprogramm der Plattform <i>Grüne Chemie</i> .....</b>	<b>63</b>
Ziel 1: Vernetzung innerhalb und zwischen Forschung, Lehre, Industrie, Stakeholdern und Verwaltung .....	63
Ziel 2: Öffentlichkeitsarbeit über Grüne Chemie .....	66
Ziel 3: Stärkung der <i>Grünen Chemie</i> in den Bereichen .....	69
Ziel 4: Entwicklung von Bewertungsmaßstäben (Metrik) für die Grüne Chemie .....	79
<b>Anhang II: Factsheets – Durchführung und Ergebnisse des Arbeitsprogramms .....</b>	<b>83</b>
Ziel 1: Vernetzung innerhalb und zwischen Forschung, Lehre, Industrie, Stakeholdern und Verwaltung .....	83
Ziel 2: Öffentlichkeitsarbeit über Grüne Chemie .....	92

Ziel 3: Österreich als tertiären Ausbildungsstandort für Grüne Chemie etablieren.....	99
Ziel 4: Entwicklung von Bewertungsmaßstäben (Metrik) für die Grüne Chemie .....	110
<b>Anhang III: Für die Nachhaltige und Grüne Chemie relevante Themenfelder der europäischen Politik.....</b>	<b>119</b>
<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>129</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>130</b>

# Einleitung

Die Menschheit steht heute „drei planetaren Krisen“ gegenüber, die als bevorstehende globale Katastrophen nur durch intensive, rasche und kooperative Maßnahmen verhindert werden können: dem Klimawandel, dem Verlust der biologischen Vielfalt und der zunehmenden Umweltverschmutzung. Diese Probleme haben teils individuelle, teils sich überschneidende Ursachen und Auswirkungen, erfordern jedoch in jedem Fall gemeinsame Lösungen, wenn wir als Gesellschaft eine lebenswerte Zukunft auf diesem Planeten sichern wollen.

Das Konzept der planetaren Grenzen, erstmals entworfen vom Stockholmer Resilienz-Zentrum, definiert zu diesen „planetaren Krisen“ neun planetare Grenzen, welche jene Schwellenwerte markieren, ab denen menschliche Einflüsse das ökologische System der Erde irreversibel kippen könnten (Rockström et al., 2009).

Die fünfte der neun planetaren Grenzen, die für chemische Verschmutzung festgelegt wurde, bezeichnet als novel entities, gilt heute bereits als überschritten. Eine 2022 veröffentlichte Studie mit dem Titel „Outside the Safe Operating Space of the Planetary Boundary for Novel Entities“ zeigt nämlich auf, dass die chemische Verschmutzung unserer Umwelt einen Punkt erreicht hat, an dem die anthropogenen Eingriffe der letzten 10.000 Jahre die für den Menschen erforderliche Stabilität des Erdsystems bedrohen (Persson et al., 2022). Auf dem internationalen Markt sollen etwa 350.000 verschiedene, teilweise vom Menschen gezielt hergestellte Chemikalien existieren, von denen ein Großteil noch nicht ausreichend untersucht wurde. Ihre Wechselwirkungen und Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit und auf die Umwelt sind häufig nur unzureichend oder gar nicht bekannt.

Vor diesem Hintergrund steht die Grüne Chemie für eine Chemie, die sich dem Konzept der Nachhaltigkeit, der Sicherheit und dem Umweltschutz verschrieben hat und dieses in das „chemische Denken und Handeln“ integrieren und in der Chemiebranche etablieren möchte. In den 1990er Jahren verfassten John Warner und Paul Anastas dazu erstmals Prinzipien („Die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie“), die für einen umfassenden, inter-

disziplinären Ansatz mit den Zielen, chemische Prozesse energieeffizient, ressourcenschonend und gesundheits- und umweltverträglich zu gestalten, stehen.<sup>1</sup> Diese Prinzipien, die den gesamten Prozess vom Design und der Entwicklung eines neuen Stoffes über die Herstellung bzw. Produktion, die Verarbeitung und die Verwendung bis zur Wiederverwendung bzw. Entsorgung umfassen, sind in ihren Grundzügen heute noch aktuell.

Diese Ziele sind einerseits für die Wirtschaft herausfordernd, da sie ökonomisch bewährte und etablierte Prozesse – die meist auf fossilen Rohstoffen aufbauen – in Frage stellen. Sie setzen andererseits aber auch starke Impulse, durch neues und innovatives Denken sowie durch alternative Ansätze und Konzepte nachhaltig und damit zukunftsorientiert und kompetitiv zu handeln.

Die Grüne Chemie soll allerdings nicht nur die chemischen Prozesse, die erforderlichen Ressourcen, die Art der Verwendung und das Lebensende von Stoffen an sich beeinflussen, sondern unterstützt durch ihre Ansätze auch verschiedene strategische und politische Initiativen, wie beispielsweise:

- die Erreichung der UN-Nachhaltigkeitsziele (SDGs) (insbesondere des SDG 12 „nachhaltiger Konsum und Produktion“);
- das 7. EU-Umweltprogramm zur „giftfreien Umwelt“ (Non-toxic Environment);
- das Null-Schadstoff-Ziel („zero pollution“-Ansatz des europäischen Grünen Deals);
- die Kreislaufwirtschaftsstrategie (Circular Economy Strategy) der EU.

Im internationalen Bereich beschäftigen sich viele angesehene Institute und Institutionen, wie z. B. die britische Royal Society of Chemistry, das Green Chemistry Institute der American Chemical Society, die Amerikanische Umweltaгентur EPA (United States Environmental Protection Agency), die IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), das Umweltbundesamt Deutschland oder das deutsche ISC3 (International Sustainable Chemistry Collaborative Centre) mit dem Themenbereich Grüne bzw. Nachhaltige Chemie. Auch im internationalen, globalen Rahmen gibt es Aktivitäten zu diesem Themenbereich: Im internationalen Programm SAICM (Strategic approach of international chemical management), an dem neben Regierungen auch Nichtregierungsorganisationen und Unternehmen beteiligt sind, sollte z. B. ein nachhaltiges Chemikalienmanagement gefördert werden, das die negativen Auswirkungen des Einsatzes von Chemikalien auf

---

<sup>1</sup> Die zwölf Prinzipien der *Grünen Chemie* nach John Warner und Paul Anastas werden in Kapitel 4 näher vorgestellt.

Menschen und Umwelt reduziert. Dieses wird nun als Agenda der globalen Chemikalienpolitik der Vereinten Nationen, als „Global Framework on Chemicals“ (GFC) fortgesetzt und soll verstärkt Ansätze und Ziele der Nachhaltigen und Grünen Chemie verfolgen und umsetzen.

Die Europäische Kommission hat auf die globale Klima- und Umweltbedrohung mit ihrer Mitteilung zum europäischen Grünen Deal im Jahr 2019 reagiert (Europäische Kommission, 2019), in der zahlreiche politische Maßnahmen angekündigt werden, durch die Europa bis 2050 klimaneutral, nachhaltig und umweltfreundlich werden soll. Eine der ersten Initiativen im Rahmen des europäischen Grünen Deals bildete die Entwicklung der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (CSS), die kritischen Entwicklungen im Bereich des Chemiesektors entgegenwirken soll (Europäische Kommission, 2020). Ihr Hauptziel besteht darin, den Schutz der menschlichen Gesundheit und der Umwelt durch die Reduzierung der Herstellung und des Einsatzes von besorgniserregenden Chemikalien voranzutreiben und gleichzeitig die europäische Wirtschaft zu unterstützen und global eine Vorreiterrolle auf diesem Gebiet zu übernehmen. Die CSS strebt deshalb an, ein Umfeld zu schaffen, in dem der Nutzen, der durch die Produktion und Verwendung von Chemikalien entsteht, für die Gesellschaft maximiert wird, ohne unseren Planeten oder die gegenwärtigen und zukünftigen Generationen zu schädigen.

Die Strategie umfasst einen umfassenden Aktionsplan mit über 50 legislativen und nicht-legislativen Maßnahmen, die darauf abzielen, die Herstellung und Verwendung sicherer und nachhaltiger Chemikalien zu fördern und bedenkliche Chemikalien zu ersetzen. Ein wichtiger Teil der Strategie ist die Förderung von Innovationen zur Entwicklung sicherer und nachhaltiger „EU-Chemikalien“, der Konzepte wie „*Safe and Sustainable by Design*“ (SSbD), „*nichttoxische Stoffkreisläufe*“ und „*Grüne Chemie*“ umfasst.

Vor dem Hintergrund dieser Entwicklungen wurde in Österreich 2018 die nationale Plattform *Grüne Chemie* vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) in Zusammenarbeit mit dem Umweltbundesamt ins Leben gerufen. Diese Plattform soll Expert:innen zusammenbringen, die das Konzept der Nachhaltigkeit von Chemikalien sektorübergreifend und auch in der Gesellschaft verankern und in den Chemiesektor integrieren. Dabei sollen insbesondere Ziele wie Energieeffizienz, Ressourcenschonung, Gesundheitsverträglichkeit und Umweltfreundlichkeit verfolgt und in der chemischen Industrie weiter etabliert werden. Für den Namen der Plattform wurde bewusst der im angelsächsischen Raum bevorzugte Begriff „Grüne

Chemie“ gewählt, um hervorzuheben, dass in diesem Projekt des BMK mit dem Umweltbundesamt besonders die ökologischen Nachhaltigkeitsaspekte betrachtet werden sollen, da die Expertise der Mitglieder der Plattform vor allem in diesem Bereich der Chemikalienbewertung liegt.

# Die Ziele der *Grünen Chemie* in Österreich

Eine der ersten Aufgaben der neu gegründeten Plattform *Grüne Chemie* war die gemeinsame Erarbeitung und Formulierung der Ziele der Grünen Chemie in Österreich. Neben den Treffen der Plattformmitglieder, die der Diskussion und Umsetzung dieser Ziele dienten, wurden darüber hinaus mehrmals Fachdialoge veranstaltet, in denen ein viel breiterer Interessent:innenkreis durch aktuelle Präsentationen und Netzwerkaktivitäten in die Diskussionen einbezogen wurde. Es wurden schließlich vier maßgebliche Zielsetzungen vereinbart, die in der folgenden Abbildung dargestellt sind.

Abbildung 1: Übergeordnete Ziele des Arbeitsprogramms *Grüne Chemie*. Quelle: Plattform Grüne Chemie, eigene Darstellung



## Ziel 1: Vernetzung der Sektoren

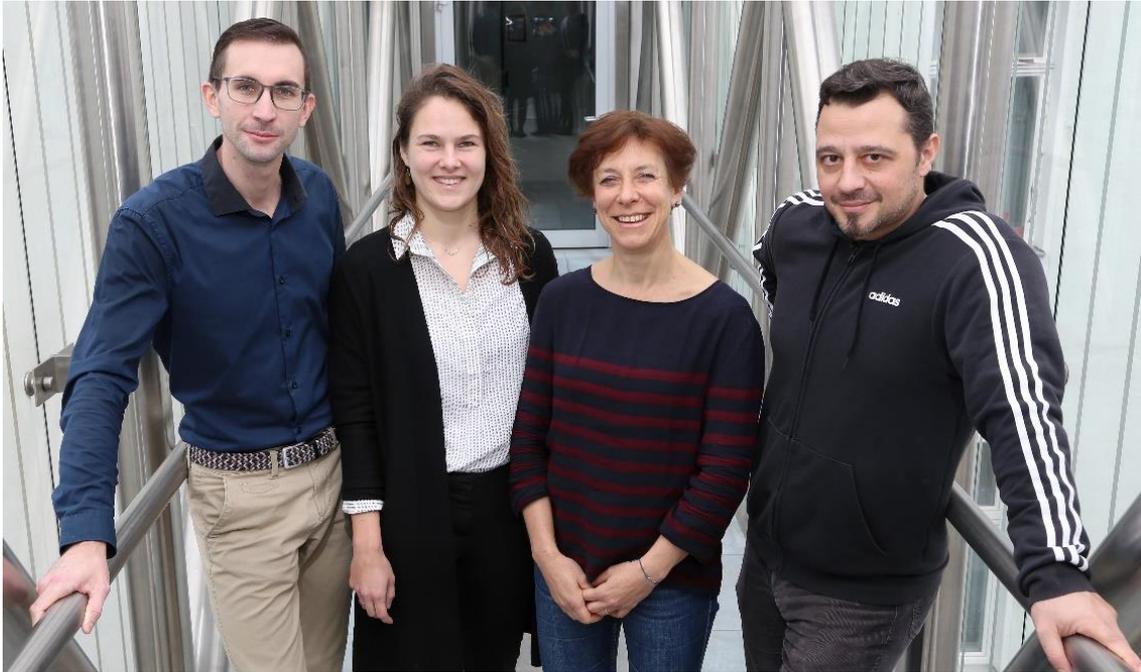
Die „Grüne Chemie“ ist kein Unterbereich der Chemie, wie z. B. „Organische Chemie“ oder „Analytische Chemie“, sondern sie ist vielmehr eine neue und kritische Herangehensweise und stellt klassische Denkmuster und Konzepte in Frage. Nachhaltig zu denken bedeutet, bereits beim Design eines neuen Stoffes zu hinterfragen, woher die Rohstoffe stammen, wie effizient die Herstellung erfolgt, in welcher Form und für welche Einsatzgebiete er künftig sicher und umweltschonend verwendet werden kann, wie Abfall vermieden oder wiedergewonnen werden kann und was mit diesem Stoff am Ende seines Lebenszyklus, wenn er letztendlich tatsächlich als Abfall anfällt, geschieht. Erst wenn dieses Bewusstsein über die gesamte Lieferkette eines Stoffes – von seiner Herstellung über die Verarbeitung zum Produkt und die Verwendung bis zur Verwertung des Abfalls – nachhaltig gestaltet wird, kann von „Grüner Chemie“ gesprochen werden. Dieses Bewusstsein muss somit nicht nur in der chemischen Industrie, sondern im gesamten Produktions- und Verwendungsbereich, in dem der Stoff eine Rolle spielt – also über seinen gesamten Lebenszyklus hinweg – geschaffen werden. Dies erfordert zusätzlich auch ein tieferes Verständnis der Grünen Chemie in den unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen, von der Kindererziehung über das schulische Lernen bis zur Fachhochschul- und Universitätsausbildung, und zwar auch wieder nicht nur im Bereich der Chemieausbildung selbst, sondern auch in all jenen Bereichen, in denen mit chemischen Stoffen gearbeitet und umgegangen werden muss. Chemikalien bilden die materielle Grundlage für einen Großteil unserer Konsumprodukte und daher ist es wichtig, das Konzept der Grünen Chemie in allen gewerblichen und industriellen Produktionsbereichen zu kommunizieren, in denen Chemikalien – als Stoff, in einem Gemisch oder als Halbfertigprodukt – verwendet und verarbeitet werden. Schließlich muss im gesamten Abfall- und Recyclingsektor die Idee der Kreislaufwirtschaft im Sinne einer rohstoffsparenden Grünen Chemie fest verankert werden. Dieses Ziel einer umfassenden Einführung und Vermittlung Grüner Chemie kann nur dann erreicht werden, wenn sich alle beteiligten Bereiche, Forschung, Lehre, Industrie, engagierte Stakeholder und nicht zuletzt auch die zuständigen Verwaltungsstellen, über die Zielsetzungen und Inhalte der Grünen Chemie austauschen und gemeinsam getragene Maßnahmen zur deren Umsetzung erarbeiten. Die Vernetzung dieser Sektoren wurde daher als wesentliches Ziel der Plattform erkannt und festgeschrieben.

## **Projektteam *Grüne Chemie* Umweltbundesamt**

Das vierköpfige Projektteam *Grüne Chemie* am Umweltbundesamt besteht aus der Projektleiterin Barbara Wetzler, die seit Beginn der Plattform durch Stephan Leitner und Erich Neuwirth und später auch durch Stephanie Moser-Castan unterstützt wird. Die Expert:innen des Projektteams sind am Umweltbundesamt im Team Chemikalien sowie im Team Biozide angesiedelt. Gemeinsam mit anderen Kolleg:innen bringen sie sich mit ihrer unterschiedlichen Expertise ein – sie sind Chemiker:innen, Umweltwissenschaftler:innen, Toxikolog:innen, Bioökonom:innen und Lebensmittel- und Biotechnolog:innen und beschäftigen sich im Rahmen ihrer Arbeit mit Grüner Chemie und angrenzenden Themen. Hierbei arbeiten sie gemeinsam daran, die Verwendung von Chemikalien für Mensch und Umwelt sicherer zu gestalten. Dies umfasst einerseits die Abklärung sowie die Beherrschung von Risiken für die menschliche Gesundheit und Umwelt durch Chemikalien, andererseits die Beratung von Politik, Wirtschaft und Konsument:innen, um regulatorische Rahmenbedingungen zu optimieren, Gefahren zu kommunizieren und Maßnahmen zu erläutern. Mit diesem fachlichen Hintergrund und dem Schwerpunkt in Arbeiten zur Etablierung der Grünen bzw. Nachhaltigen Chemie in Österreich zielt die Arbeit des Teams unter anderem darauf ab, Stoffströme von gesundheits- und umweltgefährdenden Chemikalien in die Umwelt zu reduzieren und eine nachhaltigere Zukunft zu gestalten.

**Rollen und Aufgaben:** Das Projektteam *Grüne Chemie* am Umweltbundesamt übernimmt bei den Arbeiten zur Grünen Chemie sowohl eine koordinative als auch eine fachliche Rolle. In der Rolle als Koordinator übernahm das Projektteam beispielsweise die Mitorganisation der „Green Chemistry“-Konferenz 2018 in Wien im Rahmen der österreichischen EU-Ratspräsidentschaft, die den Beginn der Grünen Chemie-Initiative von BMK und Umweltbundesamt markierte. Um den Impuls dieser Veranstaltung weiterzutragen, hat das Projektteam seit der Veranstaltung eine Reihe an Outreach-Aktivitäten implementiert, zu denen als wichtiger Punkt die Etablierung der Website [gruenechemieoesterreich.at](http://gruenechemieoesterreich.at) gehört. Diese dient unter anderem der Informationssammlung und -bereitstellung, der Kommunikation von Veranstaltungen und dem Bekanntmachen von Initiativen der Grünen Chemie und wird im Anhang II (Aufgabe 2.4) näher beschrieben.

Abbildung 2: Projektteam *Grüne Chemie* Umweltbundesamt – v.l.: Erich Neuwirth, Stephanie Moser-Castan, Barbara Wetzer (Projektleiterin), Stephan Leitner.  
© Umweltbundesamt/B. Gröger



## Ziel 2: Öffentlichkeitsarbeit

Das europäische Wirtschaftswunder der Nachkriegszeit hat auch zu einem rasanten Anstieg der Chemikalienproduktion geführt, zu einer Vielzahl neuer organischer Stoffe auf Basis von Kohle, Erdgas oder Erdöl, die in der Bevölkerung zunächst sehr positiv wahrgenommen wurden. Strümpfe aus Nylon waren ein Symbol des modernen Lebens, Produkte aus Kunststoff waren begehrt und kostengünstig. Erst durch die mit der stark gestiegenen Chemikalienproduktion einhergehenden Risiken, vor allem durch große Industrieanlagen und die daraus resultierende Umweltverschmutzung oder das Ereignis von Chemieunfällen, welche beide in den 1960er und 1970er Jahren beängstigende Ausmaße annahmen, begann die Bevölkerung die Chemieindustrie zunehmend als Gefahrenquelle wahrzunehmen. Die Unternehmen reagierten oft unvorbereitet und häufig ausweichend oder verharmlosend. Schließlich führten die öffentlichen Debatten, z. B. über krebserregenden Asbest oder über Schaumbildung in Flüssen, zu einer umfangreichen Umweltgesetzgebung, die in den 1980er und 1990er Jahren den Anstoß bzw. die Verpflichtung zu Sanierungsmaßnahmen einerseits und für technische Innovationen andererseits gab. Trotz dieses Engagements, das insbesondere auch im Chemiesektor zu

wesentlich sichereren und saubereren Produktionsmethoden führte, konnte die Chemieindustrie bis heute das negative Image, giftige, umweltzerstörende und persistente Stoffe in großen Mengen herzustellen und damit Mensch und Umwelt dauerhaft zu belasten, nicht mehr loswerden. Die Grüne Chemie hat das Ziel, bereits in der Phase bevor oder während ein neuer Stoff synthetisiert und erprobt wird, auch dessen umwelt- und human-toxische Eigenschaften zu prüfen und – falls sich dabei Probleme abzeichnen – bereits in der Designphase nach entsprechenden Ersatzstoffen zu suchen. Mit ihrer **Öffentlichkeitsarbeit** will die Plattform zeigen, dass die Grüne Chemie Alternativen aufzeigen kann, die umsetzbar sind. Sie bietet dadurch dem Chemiesektor auch die Chance, durch eine überzeugende und ernst gemeinte Ökologisierung in der Chemieproduktion zur nachhaltigeren Gestaltung unserer Umwelt beizutragen (und damit einer negativen Konnotation in der öffentlichen Wahrnehmung entgegenzuwirken).

Abbildung 3: Projektteam *Grüne Chemie* BMK – v.l.: Güllü Düzgün, Susanne Rose, Martin Wimmer, Samira Galler. © BMK / Sherry Sandhu



### **Das Projektteam *Grüne Chemie* am BMK**

Projekte, Veranstaltungen und Umsetzung von Arbeitspaketen des umfangreichen Arbeitsprogramms wurden stets in Kooperation der Umweltbundesamt GmbH mit dem BMK durchgeführt. Kolleg:innen aus der Abteilung Chemikalien und Biozide des BMK (Leitung: Thomas Jakl) initiierten die ersten Schritte zum Thema Grüne Chemie in Österreich. Das Team *Grüne Chemie* des BMK, bestehend aus Güllü Düzgün, Samira Galler, Susanne Rose und Martin Wimmer, war maßgeblich an der Gründung der Plattform Grüne Chemie, der Nominierung der Mitglieder und der Erstellung der Geschäftsordnung beteiligt und gestaltete darüber hinaus einen Folder, der Grundsätze, Ziele und Aktivitäten der Initiative Grüne Chemie in Österreich darstellt und ist in Form eines dreiteiligen Faltflyers gestaltet. Er ist auch als Träger der Corporate Identity für alle an Projekten der *Grünen Chemie* Beteiligte gedacht.

**Film zu Best-Practice-Beispielen:** Zumindest zum Teil den Prinzipien der Grünen Chemie entsprechen: Lenzing AG, Vienna Textile Lab GmbH, Uni Wien (Institut für Materialchemie), Münzer Bioindustrie GmbH, BOKU Wien (Institut für Chemie nachwachsender Rohstoffe), Universität Graz (EIC Transition Projekt PureSurf), TU Wien (Institut für Angewandte Synthesechemie), Jongerius ecoduna GmbH, Innophore GmbH, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel und AgroBiogel GmbH. Ein Film zu diesen Best Practice-beispielen wurde unter Federführung des Teams *Grüne Chemie* am BMK in Kooperation mit der Medienstelle der BOKU erstellt und zum ersten Mal bei der internationalen Konferenz „A Green Chemical Deal“ präsentiert.

### **Ziel 3: Stärkung der Grünen Chemie in allen Sektoren**

Die Etablierung und Stärkung der Grünen Chemie erfordert unterschiedliche Maßnahmen in den einzelnen Sektoren, von der Universitäts- und Fachhochschulbildung über die primäre und sekundäre Ausbildung, die Forschung bis zur Nachhaltigkeitstransformation der Unternehmen. Das Ziel drei wurde daher in Form von Teilzielen definiert, wonach die **Grüne Chemie in jedem dieser Sektoren gefördert werden soll** und entsprechende Maßnahmenpakete dazu entwickelt werden.

## Ziel 4: Bewertung „Grüner Chemikalien“

Eine wichtige, derzeit nicht bestehende Voraussetzung dafür, adäquate Maßnahmen zur Grünen Chemie zu entwickeln, ist ein klares und anerkanntes Bewertungssystem, das erlaubt, den erzielten Fortschritt bei der Transformation zur Nachhaltigkeit zu messen und damit zu überprüfen, ob die gesetzten Maßnahmen zur Erreichung der Ziele der Grünen Chemie beitragen. Im Unterschied zur Bewertung der Gefährlichkeit (hazard) von Chemikalien, wofür heute klar definierte und durch Messmethoden etablierte Testsysteme existieren, besteht für die Nachhaltigkeit kein harmonisiertes Bewertungssystem. Die Herstellung einer Chemikalie kann etwa dadurch nachhaltiger gestaltet werden, dass zum Beispiel alternative Rohstoffe eingesetzt werden, dass durch den Einsatz von Katalysatoren Reaktionen rascher und mit höherem Umsatz erfolgen oder dass die Energieeffizienz durch Änderungen des Herstellungsprozesses erhöht wird. Solche Verbesserungen lassen sich durch geeignete Indikatoren quantifizieren und damit objektiv mit dem ursprünglichen Prozess vergleichen. Obwohl in der Literatur eine Reihe solcher Methoden beschrieben wird, gibt es bis heute keine einvernehmliche, in Europa allgemein akzeptierte Bewertungsmethode. Daher hat sich die Plattform das Ziel gesetzt, im Einklang mit den Entwicklungen, die derzeit auf europäischer Ebene stattfinden, **eine adäquate Bewertung der Grünen Chemie** auszuarbeiten. Insbesondere das derzeit vom Joint Research Centre (JRC) der Europäischen Kommission entwickelte „*Safe and Sustainable by Design*“ (SSbD)-Konzept soll in die Erarbeitung mit einfließen. Das SSbD-Konzept verbindet verschiedene Elemente der Gefahrenbewertung, aber auch die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit und wird in Kapitel 0 näher erläutert.

### Hubert Hettegger – Grüne Cellulose Hightech-Materialien

Das seit März 2023 am Institut für Chemie nachwachsender Rohstoffe der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) am Technopolstandort Tulln angesiedelte CD-Labor unter der Leitung von Hubert Hettegger widmet sich aktuellen Forschungs- und Entwicklungsthemen auf dem Gebiet der Cellulosechemie. Die Zellstoff- und Papierindustrie, große Teile der Textilindustrie sowie viele Folgeindustrien, die auf Cellulose basieren, verwenden bereits nachwachsende Rohstoffe (= Biomasse) als Ausgangsmaterial. Grüne Chemie bedeutet jedoch viel mehr, als nur nachwachsende Rohstoffe als Ausgangsstoffe einzusetzen. Ein grüner chemischer Prozess berücksichtigt alle Prozesseigenschaften, wie etwa Reaktionsausbeuten, Lösungsmittel, Hilfsstoffe, Recyclingfähigkeit, Energieflüsse, Abbau- und

Nebenprodukte sowie Umwelt- und Sicherheitsaspekte. Neben der Wahl der eingesetzten Rohstoffe gewinnen daher auch Prozessaspekte zunehmend an Bedeutung. Im Sinne „Grüner(er) Chemie“ werden im CD-Labor von Hubert Hettegger deshalb die chemischen Grundlagen und Eigenschaften sowie die nachhaltige Herstellung und (Wieder-)Verarbeitung von Materialien auf Basis von Cellulose erforscht. Die anwendungsorientierten Ziele sind Stärkungs- und Verdichtungsstrategien für cellulosebasierte Filterprodukte, eine sichere und effiziente Produktion von Cellulosefasern, Bindemittel auf Basis von Cellulose und Biomasse sowie umweltfreundliche Textilfärbung. Das CD-Labor kollaboriert mit den Unternehmenspartnern Lenzing AG, Metadynea Austria GmbH, Papierfabrik Wattens GmbH & Co KG und VTL GmbH und wird durch das Bundesministerium für Arbeit und Wirtschaft (BMAW) unterstützt.

# Was ist Grüne Chemie?

Die verschiedenen Herangehensweisen unterschiedlicher Länder und Institutionen haben gezeigt, dass es keine international abgestimmte Definition des Begriffes „Grüne Chemie“ gibt. Auch der Begriff „Nachhaltige Chemie“ ist bis heute nicht durch eine allgemeine und international verbindliche Definition erfasst.

Die Begriff „Grüne Chemie“ und „Nachhaltige Chemie“ werden von einzelnen Institutionen unterschiedlich interpretiert und eingesetzt. So wird der Begriff „Nachhaltige Chemie“ teilweise synonym zu „Grüne Chemie“ verstanden, andernorts wiederum als deutlich umfassender gesehen. Manchmal wird der Begriff „Grüne Chemie“ ausschließlich auf den Prozess der chemischen Synthesen bezogen, während andere Definitionen viel weitreichendere Ansätze liefern, die beispielsweise auch sämtliche Lebensphasen eines Stoffes in Betracht ziehen können und darüber hinaus alle drei Säulen der Nachhaltigkeit (Ökologie, Ökonomie, Soziales) einbeziehen.

## **Marko Mihovilovic – Masterstudium Green Chemistry**

Marko Mihovilovic wurde mit 01.01.2020 zum Dekan der Fakultät für Technische Chemie an der TU Wien ernannt. Nach dem Diplomstudium der Technischen Chemie und Doktoratsstudium der Technischen Wissenschaften an der TU Wien folgten PostDoc Aufenthalte in Canada (University of New Brunswick) und Florida (University of Florida). 2003 hat sich Marko Mihovilovic für das Fach „Bioorganische Chemie (Bioorganic Chemistry)“ habilitiert, 2003 wurde er zum Institutsvorstand des Instituts für Angewandte Synthesechemie bestellt, 2004 wurde er zum Associate Professor ernannt und 2014 nahm er den Ruf für die Professur für Bioorganische Synthesechemie an der TU Wien an. In der Forschung liegen seine Interessen an der Schnittstelle zwischen Chemie und Biologie, ferner in der bioorganischen Synthesechemie, der Nutzung biogener Ressourcen, dem Einsatz von biologischen Katalysatoren, der Wirkstoffentwicklung und der Medizinalchemie.

**Interdisziplinärer Ansatz im Masterstudium Green Chemistry:** Im Rahmen seiner Tätigkeiten als Forscher und Dekan verfolgt Marko Mihovilovic das Ziel, die Grüne

Chemie in der universitären Lehre zu verankern, da diese in der klassischen universitären Ausbildung bis jetzt einen geringen Stellenwert hatte. Daher war er maßgeblich in die Arbeiten jenes Teams involviert, das das Masterstudium „Green Chemistry“ ins Leben gerufen hat. Dieser Studiengang wurde als einer der ersten dieser Art durch die drei großen Universitäten Wiens gemeinsam in Leben gerufen und angeboten: der Universität Wien, der Universität für Bodenkultur und der Technischen Universität Wien. Das interdisziplinäre Masterstudium unter der Leitung von Dekanin Bettina Mihalyi-Schneider legt den Grundstein, um den Themenbereich der Grünen Chemie in der universitären Lehre zu vertiefen.

Ohne eine solche Definition mit möglichst klaren Inhalten, aber auch Abgrenzungen ist es schwierig, beispielsweise das Ziel 4 (Entwicklung von Bewertungsmaßstäben für die Grüne Chemie) zu formulieren. Es war daher eine vorrangige Aufgabe der Plattform, eine solche Definition – zumindest im Rahmen der Plattform, für die Arbeit in Österreich – zu schaffen.

Um diese Unterschiede aufzuzeigen, werden im Folgenden drei ausgewählte Definitionen vorgestellt. Diese unterscheiden sich auch von der ursprünglichen Definition der beiden Begründer der Grünen Chemie, John Warner und Paul Anastas, deren zwölf Prinzipien sich vor allem auf den Prozess einer chemischen Synthese beziehen (Abbildung 4).

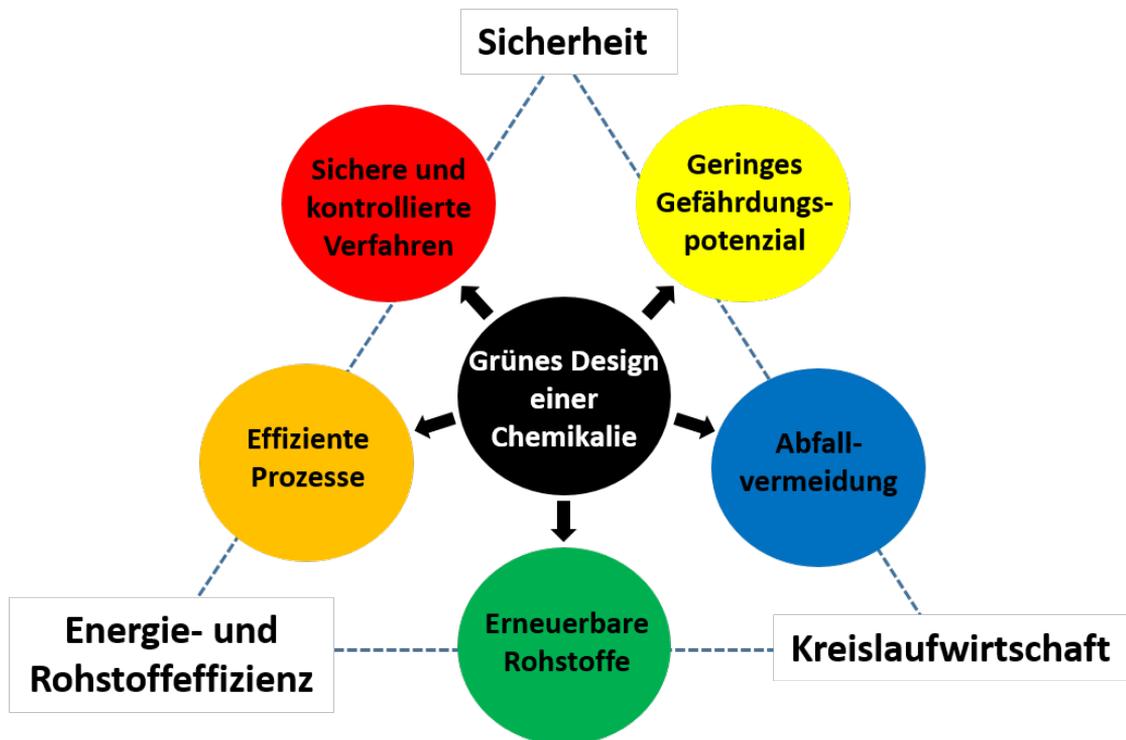
Abbildung 4: Die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie von John Warner und Paul Anastas.  
Quelle: Eigenen Darstellung nach Anastas, P. T., Warner, J. C., 2000

<b>Die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie</b> <i>(nach Anastas und Warner)</i>	
1. Abfallvermeidung	7. Einsatz erneuerbarer Rohstoffe
2. Maximale Atomökonomie	8. Vermeidung von Zwischenprodukten
3. Design weniger gefährlicher Chemikalien	9. Einsatz von Katalysatoren
4. Design sicherer Chemikalien	10. Design abbaubarer Stoffe
5. Verwendung sicherer Lösungsmittel und Reaktionsbedingungen	11. Echtzeitanalyse zur Vermeidung von Umweltverschmutzung
6. Erhöhung der Energieeffizienz	12. Minimierung des Störfallpotenzials

1. **EPA-Definition:** Die Amerikanische Umweltagentur EPA (United States Environmental Protection Agency) definiert Nachhaltige und Grüne Chemie gleichermaßen als Entwicklung von chemischen Produkten und Prozessen unter Beachtung des gesamten Lebenszyklus, um die Verwendung oder Herstellung gefährlicher Stoffe zu verringern oder auszuschließen (EPA, 2024). Dadurch sollen Innovation und die Erzeugung von Produkten, die sowohl ökonomisch als auch ökologisch nachhaltig sind, vorangetrieben werden.
2. **IUPAC-Definition:** Die IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry) hat im Jahr 2000 Grüne Chemie folgendermaßen definiert: Die Erfindung, Entwicklung und die Anwendung chemischer Produkte und Prozesse, um die Verwendung und Erzeugung gefährlicher Stoffe zu reduzieren oder auszuschließen (IUPAC, 2024).
3. **Definition UBA Deutschland:** Das Umweltbundesamt Deutschland (UBA) sieht die Grüne Chemie mit den zwölf Prinzipien von Warner und Anastas sehr eng auf die Diskussion des synthetischen Reaktionsprozesses reduziert und bevorzugt daher den Begriff der „Nachhaltigen Chemie“, die neben dem Anliegen des vorsorgenden Umwelt- und Gesundheitsschutzes auch ökonomische und soziale Ziele des 12. SDG umfasst (UBA, 2024).

Vor diesem Hintergrund wurde in der Plattform *Grüne Chemie* eine Arbeitsgruppe eingesetzt, die in einem iterativen Prozess eine eigene österreichische, für die Aktivitäten der Plattform geltende Definition der Grünen Chemie ausarbeitete. Diese wurde aus fünf von der Plattform als grundlegend identifizierten Kriterien abgeleitet, an denen sich eine grüne Chemieproduktion orientieren muss.

Abbildung 5: Fünf Kriterien eines Grünen Chemikaliendesigns basierend auf den zwölf Prinzipien der Grünen Chemie. Quelle: Plattform Grüne Chemie, eigene Darstellung



### Definition der Plattform *Grüne Chemie*

Die österreichische Plattform *Grüne Chemie* versteht unter dem Begriff der Grünen Chemie einen ganzheitlichen Ansatz, in dem das Konzept der Nachhaltigkeit in das chemische Denken integriert und bei allen Akteur:innen der Chemiewirtschaft als grundlegender Standard etabliert werden soll. Dabei sollte der gesamte Prozess vom Design und der Entwicklung eines neuen Stoffs über die Herstellung bzw. Produktion, die Verarbeitung und die Verwendung bis zur Wiederverwendung bzw. Entsorgung betrachtet werden.

„Die Grüne Chemie verfolgt einen ganzheitlichen Ansatz, in dem das Konzept der Nachhaltigkeit in das chemische Denken integriert und bei allen Akteur:innen der Chemiewirtschaft als grundlegender Standard etabliert werden soll.“

Im Einklang mit den Zielen des Grünen Deals der Europäischen Union und der europäischen Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit – Ressourcenschutz, Sicherheit und Nachhaltigkeit – soll die Grüne Chemie maßgeblich dazu beitragen, dass

- das Gefährdungspotenzial von Chemikalien für Mensch und Umwelt entlang des gesamten Lebenszyklus laufend verringert wird,
- die Prozesse zur Herstellung von Chemikalien – von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Vermarktung von Stoffen und Gemischen – sicher, umweltfreundlich sowie treibhausgas- und ressourcenminimierend erfolgen,
- der Einsatz von Chemikalien in der Konsumgüterproduktion von den Grundsätzen der Sicherheit und Nachhaltigkeit getragen wird und
- die Abfälle und Reststoffe, die im gesamten Lebenszyklus einer Chemikalie entstehen, soweit sie nicht vermeidbar sind, wieder in den stofflichen Kreislauf zurückgeführt werden.

„Die Grüne Chemie stellt die Verpflichtung einer Gesellschaft gegenüber den Grundsätzen von Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, energieeffizienter und ressourcenschonender Herstellung und einer weitgehenden Kreislaufführung im Umgang mit Chemikalien dar.“

Die Plattform versteht die Grüne Chemie nicht als neues Fachgebiet der Chemiewissenschaft, sondern als eine den Grundsätzen von Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, energieeffizienter und ressourcenschonender Herstellung und einer weitgehenden Kreislaufführung im Umgang mit Chemikalien verpflichteten Gesellschaft, die alle Bereiche – von der Erziehung und Ausbildung über die Forschung bis zum wirtschaftlichen Alltag und der beruflichen Praxis – umfasst. Aus Sicht der Plattform stellen die von John Warner und Paul Anastas aufgestellten zwölf Prinzipien der *Grünen Chemie* eine sehr nützliche, konkrete und anspruchsvolle Anleitung auf dem Weg zur Erreichung dieses künftigen Zustandes dar.

### **Michael Ghobrial – Studie zu bestehenden Bewertungssystemen**

Michael Ghobrial, der Technische Chemie an der TU Wien studiert hat, ist Experte für Organische Chemie am Umweltbundesamt. Er hat Erfahrung bei der Umsetzung von nationalen und internationalen Projekten, insbesondere als Thematic Lead bei der Umsetzung der Wasserrahmenrichtlinie (2000/60/EC) in EaP<sup>2</sup>-Ländern. Seit 2019 ist er flexibles Mitglied der ECHA-Arbeitsgruppe für analytische Methoden und physikalisch-chemische Eigenschaften (APCP) von Wirkstoffen und Biozidprodukten. Derzeit arbeitet er an Themen im Bereich der Grünen und Nachhaltigen Chemie und war als Mitglied der österreichischen Delegation für die OECD-Lenkungsgruppe „Safe and Sustainable Innovation Approach“ für Nanomaterialien tätig.

**Umfrage zu Bewertungsmethoden:** Mit Unterstützung des Fachverbands der Chemischen Industrie Österreichs (FCIO) und der Wirtschaftskammer Österreich (WKO) leitete er die Umfrage zu Bewertungsmethoden in Grüner und Nachhaltiger Chemie, die an österreichische Unternehmen adressiert war. Im Zuge des österreichischen Arbeitsprogramms *Grüne Chemie* erstellte er eine komparative Studie zu bestehenden Tools und Bewertungssystemen für die Evaluierung von Chemikalien und Gemischen hinsichtlich ihrer Nachhaltigkeit. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurden quantitative Indikatoren im Einklang mit der Definition der Grünen Chemie zur Bewertung von Chemikalien im Rahmen der Plattform diskutiert. Derzeitiger Fokus ist, die aktuellen Entwicklungen hinsichtlich der Bewertungskriterien und Indikatoren zu „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD) zu verfolgen.

Das gesamte Positionspapier der österreichischen Plattform *Grüne Chemie* ist in Anhang I unter AP 4.1.a nachzulesen.

---

<sup>2</sup> Östliche Partnerschaft der Europäischen Union mit ihren sechs östlichen Nachbarn Armenien, Aserbaidschan, Belarus, Georgien, Moldawien, Ukraine.

# Das politische Umfeld der Grünen Chemie

Aus „Policy-Sicht“ gibt es Überschneidungen und gemeinsame Schnittmengen der so definierten *Grünen Chemie* mit anderen relevanten Politikfeldern, wie in Tabelle 1 dargestellt wird.

Tabelle 1: Wichtige an Grüne Chemie angrenzende Initiativen in der EU-Chemikalienpolitik und ihre Relevanz für die Kriterien des Designs einer Chemikalie.

Themenfeld	Vollständiger Titel	Referenz und Link
<b>8. Umweltaktionsprogramm</b>	Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates über ein allgemeines Umweltaktionsprogramm der Union für die Zeit bis 2030 vom 6. April 2022	(EU) 2022/591
<b>Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit</b>	Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit – Für eine schadstofffreie Umwelt	Kommissionsmitteilung vom 14.10.2020: <a href="#">COM(2020) 667 final</a>
<b>Ökodesign-Verordnung</b>	Verordnung zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG (Ökodesign-Verordnung, Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR))	Kommissionsvorschlag: <a href="#">COM(2022) 142 final</a>
<b>Kreislaufwirtschaftsplan</b>	Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa	Kommissionsmitteilung vom 11.3.2020: <a href="#">COM(2020) 98 final</a>
<b>Änderung der Abfallrahmenrichtlinie</b>	Vorschlag vom 5.7.2023 für eine Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle	<a href="#">COM(2023) 420 final</a>
<b>Allianz für zirkuläre Kunststoffe</b>	Allianz für zirkuläre Kunststoffe (Circular Plastics Alliance, CPA)	Website <a href="#">Circular Plastics Alliance</a>

Themenfeld	Vollständiger Titel	Referenz und Link
<b>Strategieplan für das Forschungsprogramm Horizon Europe</b>	Horizon Europe strategic plan 2025–2027	European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Horizon Europe strategic plan 2025–2027, Publications Office of the European Union, 2024, <a href="https://data.europa.eu/doi/10.2777/092911">data.europa.eu/doi/10.2777/092911</a>
<b>Bewertungsrahmen für SSbD</b>	Empfehlung der Kommission zur Schaffung eines europäischen Bewertungsrahmens für „inhärent sichere und nachhaltige“ Chemikalien und Materialien vom 8. Dezember 2022	<a href="#">(EU) 2022/2510</a>
<b>Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“</b>	Auf dem Weg zu einem gesunden Planeten für alle – EU-Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“	Kommissionsmitteilung vom 12.5.2021: <a href="#">COM(2021) 400 final</a>
<b>Aktionsplan Bioökonomie</b>	Aktionsplan Bioökonomie: Bioeconomy – The European way to use our natural resources, Action plan 2018	European Commission, Directorate-General for Research and Innovation, Bioeconomy – The European way to use our natural resources – Action plan 2018, Publications Office, 2018, <a href="https://data.europa.eu/doi/10.2777/79401">data.europa.eu/doi/10.2777/79401</a>
<b>Neue Industriestrategie</b>	Eine neue Industriestrategie für Europa	Kommissionsmitteilung vom 10.3.2020, <a href="#">COM(2020) 102 final</a>
<b>Strategischer Rahmen für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz</b>	Strategischer Rahmen der EU für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz 2021 bis 2027 – Arbeitsschutz in einer sich wandelnden Arbeitswelt	Kommissionsmitteilung vom 28.6.2021, <a href="#">COM(2021) 323 final</a>
<b>Biodiversitätsstrategie</b>	EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 – Mehr Raum für die Natur in unserem Leben	Kommissionsmitteilung vom 20.5.2020, <a href="#">COM(2020) 380 final</a>
<b>Strategie für ein nachhaltiges Finanzwesen</b>	Richtlinie (EU) 2022/2464 vom 14. Dezember 2022 zur Änderung europäischer Regelungen hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen  Verordnung (EU) 2020/852 vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen („Taxonomie-Verordnung“)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachhaltigkeitsberichterstattung</li> <li>• Taxonomie-VO</li> </ul>

Die Grüne Chemie hat derzeit kein eigenes Rahmengesetz in der EU. Die fragmentierte Regulierung durch verschiedene europäische Rechtsinstrumente, insbesondere die möglicherweise bald überarbeitete REACH-Verordnung und die bereits beschlossene Ökodesign-Verordnung (Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR), birgt potenzielle Herausforderungen für die Umsetzung der *Grünen Chemie*. Sie ist aber ein Schlüsselthema in vielen Bereichen, in denen Nachhaltigkeit und Chemikalien eine Rolle spielen. Informationen zu den Schnittstellen zwischen *Grüner Chemie* und den relevantesten Policy-Feldern, wie REACH, SSbD, der Ökodesign-Verordnung, der Bioökonomie und der Kreislaufwirtschaft, sind im Folgenden angeführt. Eine detaillierte Aufstellung aller Bereiche findet sich in Anhang III.

## REACH-Überarbeitung (Revision)

### REACH-Verordnung: Chemikaliensicherheit und Risikomanagement

Die Veröffentlichung der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit (CSS) als Teil des europäischen Grünen Deals trieb unter anderem die Neufassung der REACH-Verordnung voran. Dabei sollte unter anderem zum Beispiel die Substitution besorgniserregender Stoffe unterstützt und ausgeweitet werden. Da die Überarbeitung der REACH-Verordnung von der Kommission überraschend aufgeschoben wurde, bleibt vorerst abzuwarten, ob und in welcher Form dieses Vorhaben von der nächsten Europäischen Kommission aufgegriffen wird und inwieweit alle bisher diskutierten Inhalte dabei berücksichtigt werden. Die geplanten Überarbeitungen fokussierten sich vor allem auf die Verbesserung der Chemikaliensicherheit und das Risikomanagement. Im Gegensatz zur Sicherheit hat die Kommission die Berücksichtigung ökologischer Nachhaltigkeit nicht als integralen Bestandteil der REACH-Verordnung angedacht. Die bisherigen Konzepte zur REACH-Revision haben sich auf Sicherheitsaspekte konzentriert und eine nähere Ausgestaltung der ökologischen Anforderungen anderen Instrumenten wie der Ökodesign-Verordnung (ESPR) überlassen.

## ESPR und ökologische Nachhaltigkeit

Die Ökodesign-Verordnung (Ecodesign for Sustainable Products Regulation, ESPR) legt einen Rahmen für Anforderungen an die Beschreibung und Berichterstattung zur ökologischen Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette für Produkte, darunter auch

Chemikalien und Gemische, fest. Sie zielt darauf ab, harmonisierte nachhaltigkeitsbezogene Anforderungen für Produktaspekte wie etwa Energienutzung, Ressourcenverwendung sowie den CO<sub>2</sub>- und Umwelt-Fußabdruck zu etablieren. Die konkreten Vorgaben werden künftig durch Ausführungsverordnungen für jeweils einzelne Produkte oder Produktgruppen festgelegt. Die ESPR wird sich auch auf den Chemikaliensektor auswirken, da Chemikalien einerseits die Grundlage vieler Produkte bilden und andererseits auch eine eigene Produktgruppe im Rahmen der ESPR darstellen.

### **Andreas Windsperger – Bewertung des SSbD-Konzepts**

Andreas Windsperger ist Leiter des Forschungsinstitutes für Chemie und Umwelt an der TU Wien und seit 1998 wissenschaftlicher Geschäftsführer des Instituts für Industrielle Ökologie an der Niederösterreichischen Landesakademie. Hier bearbeitete er stets anwendungsorientierte Probleme auf Basis von wissenschaftlichen Grundlagen, wodurch das Institut als Mittlerfunktion zwischen Wirtschaft und öffentlichen Stellen fungiert und Andreas Windsperger umfassende Erfahrungen in der Anwendbarkeit von theoretischen Nachhaltigkeitskonzepten sammeln konnte.

**Analyse der vorgeschlagenen Methoden:** Vor diesem Hintergrund wurde von Andreas Windsperger bewertet, inwieweit das Konzept des „Safe and Sustainable by Design“ zur Bewertung einer Chemikalie in der Praxis anwendbar ist (Näheres zum SSbD-Konzept in Kapitel 4). Die Ergebnisse der Analyse der vorgeschlagenen Methoden zeigen verschiedene Aspekte auf, die bei der praktischen Durchführung von SSbD generell zu beachten oder möglicherweise schwer umzusetzen sind. Das Konzept wird grundsätzlich unterstützt, da es neben der Gefahreinschätzung auch die wesentlichen Aspekte der Nachhaltigkeit umfasst. Es überwiegt allerdings die Bewertung der Gefahr, die von einer Chemikalie ausgeht deutlich, da eine bestimmte Gefahreneinstufung einer Chemikalie bereits einen Cut-off bedeuten kann, der die weitere Bewertung einer Chemikalie als „Safe and Sustainable by Design“ überhaupt ausschließt. Unternehmen zeigen sich wegen des vorgesehenen Cut-offs im ersten Schritt der Bewertung besorgt, da sie dadurch einen Ausschluss von Stoffen befürchten, für die es keine adäquaten Alternativen gibt. Als Folge wird vorgeschlagen, dass ein Ausschluss nur bei klarer Evidenz einer Gefährdung durch den final hergestellten Stoff erfolgen sollte – nicht aber für einen Stoff, der im Herstellungsprozess umgewandelt oder immobilisiert wird und dessen Emissionen minimiert werden können. Bisher

wurden in österreichischen Unternehmen keine derart umfassenden Bewertungen durchgeführt. Die Berücksichtigung der Gefahrenpotenziale bei einer Synthese eingesetzter Stoffe und deren Reduktion durch betriebliche Maßnahmen oder Anwendungshinweise ist aber State of the Art und auch für die Genehmigung von Betriebsanlagen (entsprechend Schritt 2 des SSbD-Konzepts) notwendig. Die Einbeziehung von sozioökonomischen Aspekten entspricht den Zielen der Nachhaltigkeit und ist auch ein Schritt in Richtung des vorgesehenen Lieferkettengesetzes.

## SSbD-Rahmen und Bewertung der Nachhaltigkeit

In der CSS wird das Konzept des „sicheren und nachhaltigen Designs“ (Safe and Sustainable by Design, SSbD) eingeführt. Dieses Konzept zielt unter anderem darauf ab, umweltverträglichere Chemikalien zu fördern. Im SSbD-Konzept wird nach Klärung der Sicherheitsaspekte einer Chemikalie auch ein Life-Cycle-Assessment (LCA) durchgeführt. Diese Bewertung muss bereits in der Designphase zu Beginn eines Herstellungsprozesses betrachtet.

Die Arbeit an einem Konzept für ein sicheres und nachhaltiges Design (SSbD) Die Arbeit an einem Konzept für ein sicheres und nachhaltiges Design (SSbD) für Chemikalien, geleitet von der Generaldirektion Forschung und Entwicklung der Europäischen Kommission (DG RTD), strebt einen Bewertungsansatz an, der insbesondere auch Nachhaltigkeitsdimensionen adressiert. Der vierte von fünf Schritten des SSbD-Konzepts beinhaltet die Bewertung der ökologischen Nachhaltigkeit mithilfe der Environmental Footprint (EF)-Methode. Auf dieselbe Bewertungsmethode verweist auch die ESPR, um harmonisierte Anforderungen zur ökologischen Nachhaltigkeit entlang der Wertschöpfungskette festzulegen. Obwohl noch in der Pilotphase, wird unter der SSbD-Strategie erwartet, dass Hersteller schrittweise Informationen zur ökologischen Nachhaltigkeit ihrer unter REACH registrierten Stoffe bereitstellen. Durch die gemeinsame Nutzung der EF-Methode zur Bewertung und Förderung ökologischer Nachhaltigkeit besteht eine direkte Verbindung zwischen dem Design von Chemikalien und dem Bereich der Produktentwicklung.

## **Manfred Kerschbaumer – Projekte des VCÖ**

Als derzeitiger Präsident des VCÖ (Verband der Chemielehrer:innen Österreichs) und als Lehrender an Allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS) und Fachhochschulen (FH) ist es Manfred Kerschbaumer ein großes Anliegen, auf die Notwendigkeit des Umdenkens in Bezug auf chemisch-industrielle Verfahren und Energiegewinnung hinzuweisen und darüber zu informieren. Hierbei sieht er den Vorteil darin, als Lehrender schon junge Personen auf die Problematik und die Notwendigkeit einer Veränderung aufmerksam machen zu können.

**Projektwettbewerbe an Schulen:** Der VCÖ veranstaltet alle zwei Jahre den Projektwettbewerb, der den Allgemeinbildenden höheren Schulen (AHS), den Mittelschulen (MS) und auch den Jahrgängen 1 und 2 der Berufsbildenden höheren Schulen (BHS) die Möglichkeit gibt, zu einem definierten Thema Projektarbeiten einzureichen – zu Anfang noch unter der Leitung des ehemaligen VCÖ-Präsidenten Ralf Becker. Der VCÖ stellt dafür mithilfe vieler Partner aus dem öffentlichen Bereich und der Industrie Projekthilfen im Wert von 1.000 Euro pro Schule zur Verfügung. Darüber hinaus vergibt er Preise für die besten Arbeiten. Im Jahr 2023 fand der Projektwettbewerb mit dem Titel „Mit Chemie für die Umwelt“ statt, in dem viele Projekte der Grünen Chemie zuzurechnen sind. Im Jahr 2025 lautet der Wettbewerbstitel: „Green Chemistry“. Mit Projekten zum Thema „Green Chemistry“ soll aufgezeigt werden, welche Beiträge die Chemie für unsere Zukunft leisten kann und welche Innovationen in Bezug auf „grüne“ Chemikalien und Prozesse notwendig sein werden.

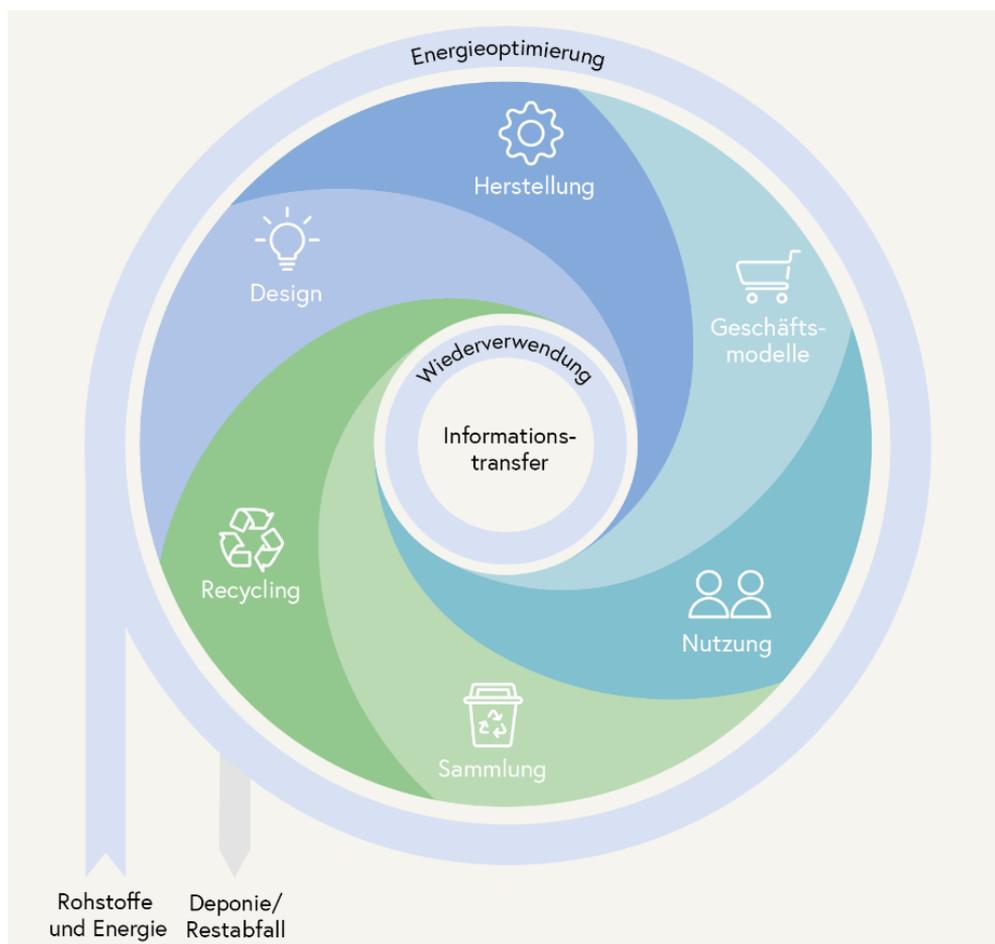
Obwohl noch in der Pilotphase, wird unter der SSbD-Strategie erwartet, dass Hersteller schrittweise Informationen zur ökologischen Nachhaltigkeit ihrer unter REACH registrierten Stoffe bereitstellen. Durch die gemeinsame Nutzung der EF-Methode zur Bewertung und Förderung ökologischer Nachhaltigkeit besteht eine direkte Verbindung zwischen dem Design von Chemikalien und dem Bereich der Produktentwicklung.

## Kreislaufwirtschaftsstrategie

Die Grüne Chemie versteht sich als ganzheitlicher Ansatz vom Design neuer Stoffe über die Herstellung, Verarbeitung und Verwendung von Chemikalien bis hin zur Abfallentsorgung und bildet dadurch einen wesentlichen und notwendigen Bestandteil einer klimaneutralen und ressourcenschonenden Kreislaufwirtschaft.

Ein wesentliches Element des europäischen Grünen Deals, der die Erreichung der Klimaneutralität in der EU bis zum Jahr 2050 vorsieht, ist der im März 2020 veröffentlichte europäische Aktionsplan der Kreislaufwirtschaft. Das zentrale Ziel in diesem Masterplan ist die Schaffung einer nachhaltigen Produktpolitik, einschließlich Abfallvermeidung und Recycling. Er sieht zahlreiche Maßnahmen vor, darunter auch die oben angeführte Ökodesign-Verordnung, die bereits teilweise beschlossen wurden.

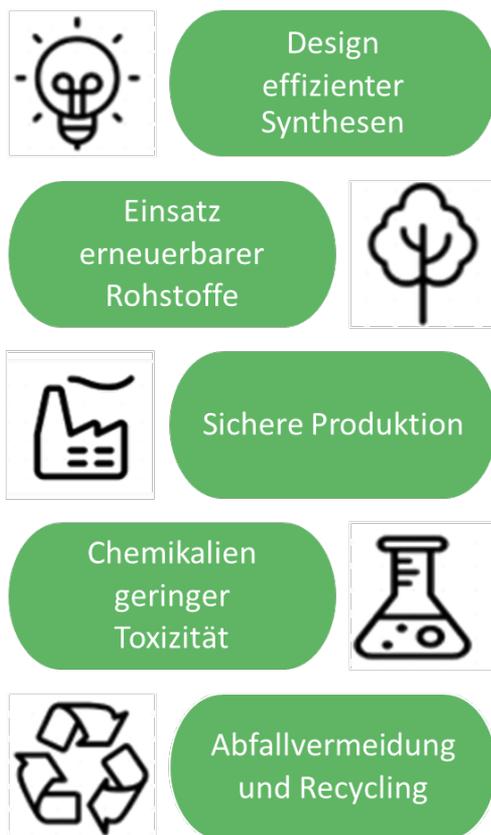
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Kreislaufwirtschaft. Quelle: BMK, FTI-Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft



Ergänzend sei vermerkt, dass im Dezember 2022 eine österreichische Kreislaufwirtschaftsstrategie veröffentlicht wurde, deren zentrale Ziele ebenfalls die Reduktion des Ressourcenverbrauchs sowie eine massive Steigerung der Ressourceneffizienz bzw. der Recyclingquote sind.

Der europäische Kreislaufwirtschaftsplan wie auch die nationale Kreislaufwirtschaftsstrategie enthalten wesentliche Prinzipien, die der *Grünen Chemie* zugrunde liegen und in Abbildung 7 noch einmal zusammengefasst werden.

Abbildung 7: Grüne Chemie in der Kreislaufwirtschaftsstrategie. Quelle: BMK

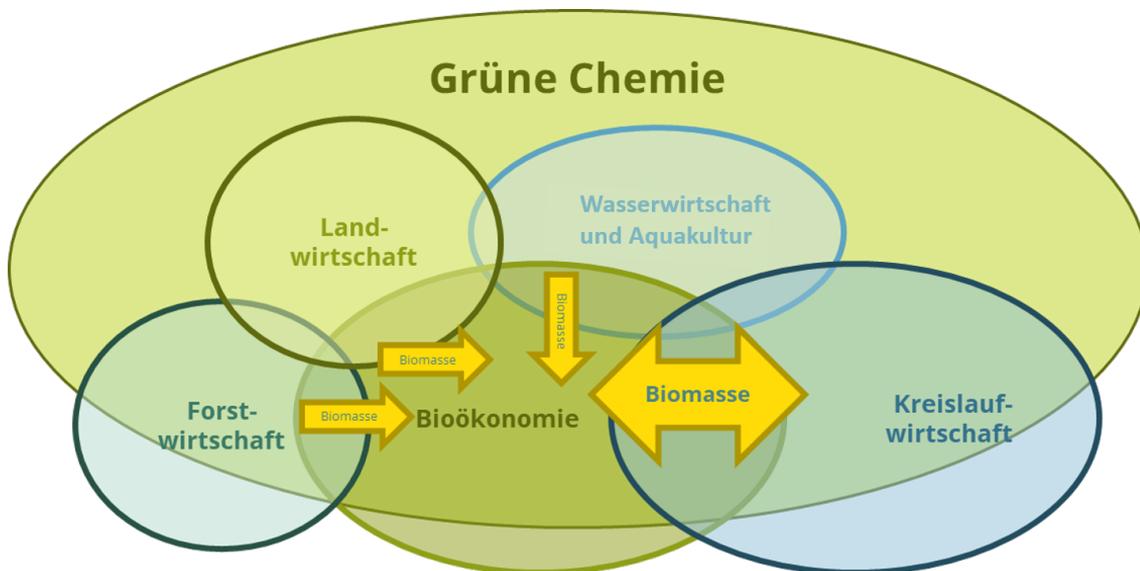


## Bioökonomie

Mit dem Prinzip der *Grünen Chemie*, bei der Herstellung von Chemikalien erneuerbare Rohstoffe einzusetzen, besteht auch ein enger Kontext zur Bioökonomie. Mit ihrer Veröffentlichung „A sustainable bioeconomy for Europe: strengthening the connection between economy, society and the environment“ hat die Europäische Kommission 2018

eine Bioökonomiestrategie vorgelegt. Parallel dazu wurde in Österreich eine nationale Bioökonomiestrategie und ein zugehöriger Aktionsplan zum Ausbau einer biobasierten Wirtschaft geschaffen. Diese Pläne haben zum Ziel, erdölbasierte bzw. mit fossilen Rohstoffen erzeugte Produkte dauerhaft durch gleichwertige Produkte, die aus nachwachsenden Rohstoffen oder organischen Abfällen hergestellt werden, zu ersetzen („Defossilisierung“ der Rohstoffbasis, Dekarbonisierung des Energiesystems) (BMK, 2022). Dabei umfasst das Konzept der Bioökonomie einerseits die Rohstoffquellen (Land- und Forstwirtschaft, Wasserwirtschaft und Abfälle) und andererseits die Nutzung dieser biobasierten Rohstoffe als Lebens- und Futtermittel, als Materialien (stoffliche Nutzung) sowie als Energiequellen (energetische Nutzung). Es wird ein Wirtschaftskreislauf angestrebt, der Technologie und Ökologie soweit wie möglich in Einklang bringt. Die Bioökonomie leistet somit einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der europäischen Klimaziele. Abbildung 8 illustriert schematisch die Politikfelder der *Grünen Chemie* und der Bioökonomie.

Abbildung 8: Zusammenwirken nachhaltiger Lösungsansätze, Konzepte und Innovationen für Klima-, Umwelt- und Naturschutz. Quelle: Umweltbundesamt/H. Frischenschlager



### Robert Feierl – Green Chemistry Change Manager

Robert Feierl war einige Jahre in der Chemikalienpolitik tätig. Vor ca. zwei Jahrzehnten begann er, Projekte umzusetzen, bei welchen stets drei Aspekte im Vordergrund stehen: Vorausblick, Nachhaltigkeit und Globalität. In diesem Rahmen bewegt sich Robert Feierl bei seinen aktuellen Projekten aus den

Bereichen E-Mobilität, Intermodal-Verkehre und Grüne Chemie. Sein Credo: „Neues anstoßen und aufzeigen, dass Innovation und Umweltschutz auch unternehmerisch sinnvoll und leistbar umgesetzt werden können sowie positive Effekte auf die Ressourcenallokation haben. Und das geht auch blendend mit Grüner Chemie.“

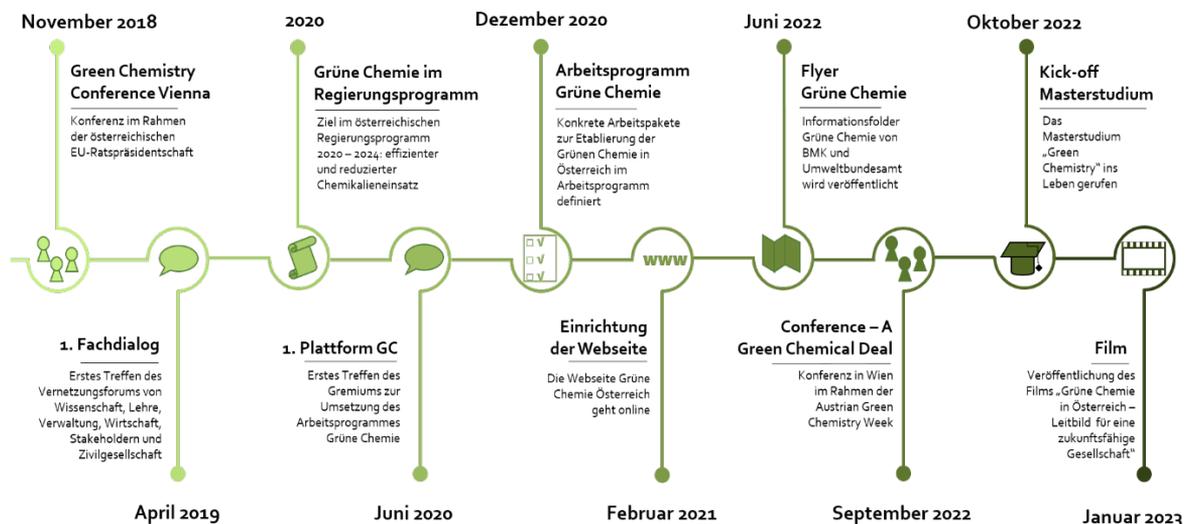
**Lehrgang Grüne Chemie für Unternehmen:** Im Jahr 2022 fand erstmals der von Robert Feierl initiierte und durch BMK, BMAW und WKO geförderte Lehrgang „Green Chemistry Change Manager“ (GCCM) statt – ein Projekt, welches dazu beitragen soll, die Grüne Chemie zu einem Kernbaustein einer modernen Volkswirtschaft zu machen. Im Vordergrund des vierzehntägigen Lehrgangs stehen nicht theoretische Ansätze und „akademische Debatten“. Vielmehr ist das Ziel zu verstehen, wie man Grüne Chemie praktisch in Unternehmen nutzen kann, um wirtschaftlich erfolgreich zu sein. Es geht dabei nicht um einen plötzlichen Systembruch, sondern um einen fließenden, aber zügigen Übergang zu stetig mehr Nachhaltigkeit. Die Teilnehmenden lernen, bewusst und aktiv bestehende Produktionsprozesse zu hinterfragen. Es soll gezeigt und diskutiert werden, wie man als Unternehmen die grüne Transformation schaffen und daraus profitieren kann.

# Grüne Chemie in Österreich – ein kurzer Rückblick auf die Entwicklungsgeschichte

Den Anstoß, sich aus politischer, regulatorischer und auch ökonomischer Sicht intensiver mit Grüner Chemie auseinanderzusetzen, haben politische Ereignisse gegeben, wie vor allem die österreichische EU-Ratspräsidentschaft im Jahr 2018. Die in diesem Jahr in Wien abgehaltene internationale Konferenz „Green Chemistry“ war eine gemeinsame Bemühung der drei EU-Ratspräsidentschaften (Estland, Bulgarien, Österreich), Nachhaltigkeit stärker in den Regulierungsrahmen der europäischen Umweltpolitik zu bringen. Sie führte Expert:innen zusammen, um den aktuellen Stand der Grünen Chemie weltweit und in der Europäischen Union vorzustellen.

Die damit beginnende Beschäftigung des BMK und des Umweltbundesamts mit dieser Thematik führte zu regelmäßigen Veranstaltungen zum Thema der Grünen Chemie unter der laufenden Mitwirkung von Fachleuten aus den Bereichen Forschung, Wirtschaft, Lehre und Verwaltung. Die folgende Abbildung 9 gibt einen Überblick über die abgehaltenen Schwerpunktveranstaltungen:

Abbildung 9: Meilensteine der Grünen Chemie in Österreich. Quelle: Plattform Grüne Chemie, eigene Darstellung.



## Verankerung der Grünen Chemie im Österreichischen Regierungsprogramm

Ein sehr wichtiger politischer Wegweiser war der im Dezember 2019 von der Europäischen Kommission veröffentlichte europäische Grüne Deal, der die Transformation der Wirtschaft, darunter insbesondere auch der Chemiewirtschaft, zu Nachhaltigkeit und Klimaneutralität bis 2050 festlegt. Die Umsetzung des Grünen Deals für die Chemiepolitik erfolgte in der Europäischen Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit, die im Oktober 2020 verabschiedet wurde.

Der europäischen Gesetzgebung folgend wurde durch die Verankerung der Grünen Chemie im Österreichischen Regierungsprogramm 2020–2024 (Bundeskanzleramt Österreich, 2020), wonach „Programme zur Grünen Chemie“ und zu innovativen Geschäftsmodellen wie „Chemikalien-Leasing mit dem Ziel eines effizienten und reduzierten Chemikalieneinsatzes“ geschaffen werden sollen.

## **Wissenswert: Anja Lembens – SpottingScience**

Anja Lembens, die seit 2008 Leiterin des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Chemie (AECC Chemie, [aeccc.univie.ac.at](http://aeccc.univie.ac.at)) an der Universität Wien ist, setzt sich im Rahmen der Plattform *Grüne Chemie* dafür ein, dass junge Menschen im privaten wie im beruflichen Bereich in der Lage sind, informiert, nachhaltig und verantwortungsbewusst handeln können. Zur Bewältigung der umwelt- und klimaassoziierten Herausforderungen muss schulische Bildung schon frühzeitig geeignete Lerngelegenheiten bereitstellen, um relevantes Wissen erwerben und notwendige Kompetenzen entwickeln können. Anja Lembens leistet hierzu mit den am AECC Chemie entwickelten und bereitgestellten Materialien einen zentralen Beitrag.

**Chemiedidaktik im öffentlichen Raum:** SpottingScience ist ein Kooperationsprojekt des Österreichischen Kompetenzzentrums für Didaktik der Chemie an der Universität Wien und dem Fachdidaktikzentrum Chemie an der Universität Graz. Das Projekt hat zum Ziel, naturwissenschaftliche Phänomene und Prozesse fachlich angemessen und adressatengerecht für Schüler:innen und Passant:innen im öffentlichen Raum zugänglich zu machen. Dies geschieht über QR-Codes, die mit dem Smartphone gescannt werden können. Auf dem öffentlich genutzten Campus der Universität Wien beispielsweise sind Holzpfeiler mit QR-Codes (ScienceSpots) zu finden, die alle Interessierten einladen, sie mit ihrem Smartphone zu scannen und sich über das jeweilige Thema zu informieren. Der Wiener SpottingScience-Zweig ([aeccc.univie.ac.at/forschung/laufende-projekte/gruene-und-nachhaltige-chemie/](http://aeccc.univie.ac.at/forschung/laufende-projekte/gruene-und-nachhaltige-chemie/)) fokussiert sich auf Aspekte Grüner und Nachhaltiger Chemie. Die von Paul Anastas und John Warner formulierten zwölf Prinzipien der Grünen Chemie werden an den ScienceSpots auf dem Campus der Universität Wien vorgestellt und anhand von Beispielen mit Alltagsprodukten verständlich erläutert. Bereits verfügbare Themen sind: „Was ist Grüne Chemie?“, „Menthol – Gewinnung und Synthese“, „Polymilchsäurekunststoffe – Synthese und Abbaubarkeit“, „Holz – Rohstoff der Zukunft“ und in Kürze „Grüner Wasserstoff – Gewinnung und Verwendung“. SpottingScience Wien möchte Grundlagenwissen zu sowie konkrete Beispiele für Grüne und Nachhaltige Chemie niederschwellig verfügbar machen und somit Menschen ohne eine angemessene naturwissenschaftliche Grundbildung in die Lage zu versetzen, informierte Entscheidungen zu treffen und auch danach zu handeln. Am Wiener SpottingScience-Projekt unter Leitung von Anja Lembens haben bisher folgende Personen

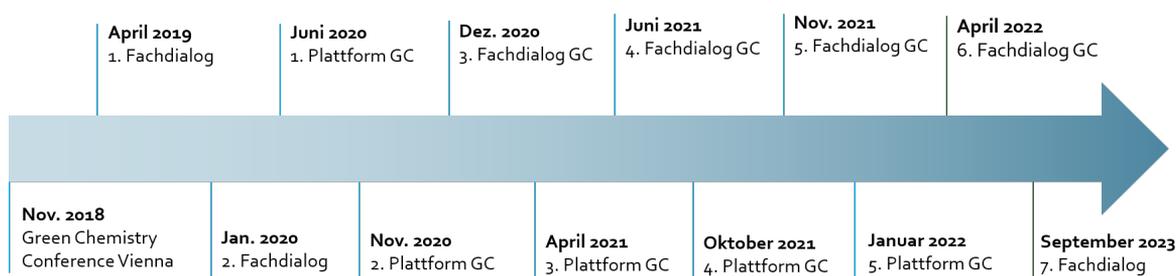
mitgearbeitet: Benjamin Eckhart, Olivia Froschauer, Gerda Heinzle, Verena Ortner, Felix Sperrer, Alexandra Teplá, Martina Zödl.

Im zweiten Fachdialog 2020 erfolgte die Ausarbeitung eines Arbeitsprogramms, anhand dessen konkrete Projekte zur *Grünen Chemie* bearbeitet werden sollten. Details zum Arbeitsprogramm finden sich im Anhang I.

## Gründung von „Fachdialog *Grüne Chemie*“ und „Plattform *Grüne Chemie*“

Bei diesem Fachdialog zeigte sich der deutliche Wunsch aller Teilnehmer:innen nach einer regelmäßigen Diskussionsplattform zur Vernetzung und Orientierung zur *Grünen Chemie* in Österreich. Um die Fachmeinungen wirksam zu bündeln, den Austausch und Diskussionen zu fördern und insbesondere in Projekten umzusetzen, wurde das Projekt *Grüne Chemie* daher zunächst in zwei parallelen Formaten fortgesetzt, einem Fachdialog *Grüne Chemie* und der Plattform *Grüne Chemie*, wie die Abbildung 10 illustriert. Während der Fachdialog eine möglichst breite Beteiligung interessierter Kreise anstrebte, um möglichst vielfältige Ideen und Erwartungen aufzugreifen, sollte die Plattform ein kleineres, gut arbeitsfähiges Gremium sein, in dem konkrete Maßnahmen beschlossen und durchgeführt werden.

Abbildung 10: Abfolge der Fachdialoge und Plattformtreffen zur Grünen Chemie (GC), 2019–2023. Quelle: Plattform *Grüne Chemie*, eigene Darstellung;



Insbesondere wurden in der Plattform die Ziele, die im Kapitel 3 bereits zusammengefasst wurden, und die darauf aufbauenden Aktivitäten des Maßnahmenprogramms formell festgelegt und systematisch umgesetzt.

## **Konferenz „A Green Chemical Deal“**

Besonders hervorgehoben sei hier die internationale Konferenz „A Green Chemical Deal“, die im September 2022 in Wien im Rahmen der „Green Chemistry Week Austria“ von der Plattform *Grüne Chemie* organisiert wurde. Mit drei wegweisenden Themen, denen je ein Abschnitt der Konferenz gewidmet war – „Zero Pollution Society“, „Circular Economy towards a Zero Waste Society“ und „Green und Sustainable Chemistry“ sollten hier vorausblickend die chemiepolitischen Schwerpunkte der kommenden Jahre beleuchtet und mit visionären Vorträgen Ideen und künftige europäische Projekte initiiert werden.

## **Masterstudium „Green Chemistry“**

Auf den Meilenstein, der die Schaffung des Masterstudiums „Green Chemistry“ in Wien als einem interdisziplinären Lehrgang an drei großen Universitäten Wiens (der Universität Wien, der Universität für Bodenkultur und der Technischen Universität Wien) markiert, sei ebenfalls verwiesen.

Eine detaillierte Darstellung des Arbeitsprogramms findet sich im Anhang I, der Fortschritt der einzelnen Aufgaben bzw. Arbeitspakete ist in Anhang II zu finden.

# Projekte der Grünen Chemie vor den Vorhang

## Chemisches Recycling von Polymeren

In Österreich fallen jährlich etwa 120 kg Kunststoffabfälle pro Einwohner:in an. Davon ist nur etwa ein Fünftel sortenreiner Kunststoff, der Rest ist Kunststoff, gemischt mit anderen Abfällen oder in Farb- und Lackresten enthalten. Von den Kunststoffabfällen werden derzeit nur etwa 28 % stofflich verwertet, während der Rest durch Verbrennung entsorgt wird (Stoifl et al., 2017). Stofflich verwertet werden vorwiegend die reinen Kunststofffraktionen, die mechanisch aufbereitet werden können. Ein Musterbeispiel dafür sind Trinkflaschen aus Polyethylenterephthalat (PET), die sich mechanisch so gut recyceln lassen, dass der wiedergewonnene Kunststoff eine Qualität hat, mit der er wieder mit Lebensmitteln in Kontakt gebracht werden und daher erneut in der Trinkflaschenproduktion eingesetzt werden kann („closed loop recycling“).

Bei gemischten Kunststofffraktionen setzen der Aufwand für das Sammeln, Sortieren, Waschen und Recyclieren, der hohe Anteil der dabei auftretenden Materialverluste und die begrenzte Qualität des rückgewonnenen Kunststoffes dem mechanischen Recycling ökonomische Grenzen. Dies gilt insbesondere auch dann, wenn Kunststoffabfälle Substanzen enthalten, die als Inhaltsstoffe zu einem früheren Zeitpunkt erlaubt waren, jedoch wegen ihrer (Öko-)Toxizität inzwischen verboten wurden. Solche „legacy substances“ können dazu führen, dass mechanisches Recycling gar nicht mehr sinnvoll einsetzbar ist.

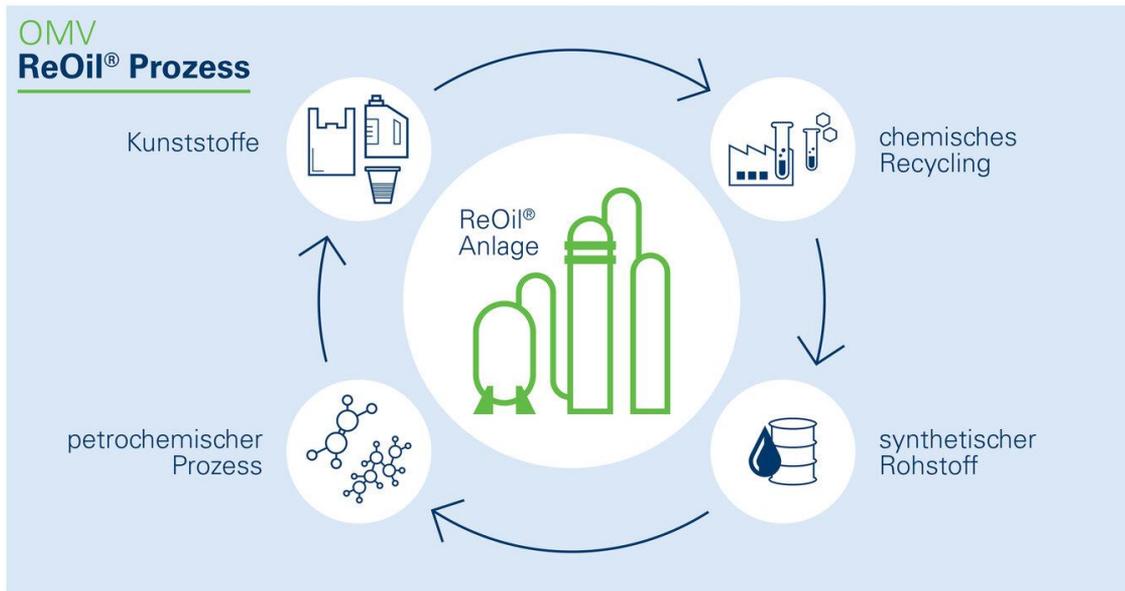
In derartigen Fällen könnte künftig eine andere Recycling-Route eine praktische Alternative bieten: das chemische Recycling. Bei diesem wird der Kunststoff chemisch abgebaut und niedermolekulare Bestandteile daraus gewonnen, die als sogenannte Plattformchemikalien wieder zur Produktion von Kunststoffen eingesetzt werden können. Solch eine Depolymerisation kann entweder mittels bestimmter Lösemittel, wie Methanol, Glykol oder Wasser, bei Temperaturen von 150 bis 400 °C (Solvolyse), durch Erhitzen auf 550 bis 1.100 °C unter Luftabschluss (Pyrolyse) oder durch die Erzeugung eines Synthesegases in Gegenwart von Sauerstoff und unter hohem Druck bei Temperaturen von circa 1.300 bis 1.500 °C (Gasifizierung) erfolgen. Wegen der anzuwendenden Temperaturen sind diese Verfahren allerdings energieaufwendig und liefern abhängig von der

jeweils angewendeten Technologie und den eingesetzten Ausgangsmaterialien unterschiedliche Endprodukte, und nicht ausschließlich chemisch „einfache“ Basischemikalien, wie z. B. kohlenwasserstoffhaltige Wachse, Öle, Benzine und Schmierstoffe. Wegen des Energieeinsatzes für das chemische Recycling und der unterschiedlichen Verwendungen seiner Endprodukte ist es daher wichtig, chemische Recyclingverfahren mithilfe von Ökobilanzierungen zu beurteilen.

In Österreich wird am Standort der Raffinerie Schwechat in Kooperation zwischen OMV und Borealis eine Anlage errichtet, die mittels der ReOil®-Technologie Kunststoffabfälle in synthetische Rohstoffe für die petrochemische Herstellung von Kunststoffen umwandelt. Der Input [beim ReOil-Verfahren] besteht beispielsweise aus verbrauchten Lebensmittelverpackungen oder anderen gemischten Kunststofffraktionen aus Polyethylen, Polypropylen oder Polystyrol, die mechanisch nicht recycelt werden können. Der von der OMV entwickelte ReOil-Prozess schließt diese Kunststoffe durch thermische Pyrolyse in kurzkettige Moleküle auf (Cracking) und trennt anschließend die für die Repolymerisation nötigen Kohlenwasserstoffe ab (Flashing). Aus den erhaltenen Stoffen stellt die Firma Borealis am Standort durch Polymerisation neue Kunststoffprodukte aus Polypropylen her (Abbildung 11). An der Skalierbarkeit des ReOil-Prozesses wird derzeit gearbeitet. Darüber hinaus arbeitet das Unternehmen Borealis daran, durch Kooperationen mit verschiedenen Unternehmen entlang der gesamten Wertschöpfungskette eine Kreislaufwirtschaft der Kunststoffe einzurichten. Beispiele dafür sind Schnuller aus Polypropylen als Rohstoff, welcher aus Abfall- und Reststoffströmen hergestellt wird, Laufschuhe aus einem Polymer-Schaum, für dessen Herstellung Kohlenstoffemissionen genutzt werden oder auch Trinkbecher aus chemisch recyceltem Polypropylen.

Somit kann ein Teil des heutigen Kunststoffabfalls zu einer wertvollen Ressource werden, die wiederverwendet werden kann. Dabei ist jedoch zu beachten, dass das Recyclieren nie zur Gänze das Problem von oftmals nicht sortenreinen oder durch andere Stoffe kontaminierten Kunststoffabfällen beheben kann und meist mit erheblichem Energieaufwand, hohem Einsatz von Lösungsmitteln oder hohem Wasserverbrauch verbunden ist. Als unbedingt als komplementär zu sehende Maßnahme zur Abfallreduktion bietet es die Chance, den Anteil an Kunststoff, der für die Gesellschaft unverzichtbar geworden ist, in einen Kreislauf zurückzuführen. Trotz seiner positiven Aspekte bieten derartige „end-of-pipe“-Lösungen daher keine generell nachhaltige und universell einsetzbare Lösung der wachsenden Plastikproblematik (Bell et al., 2023).

Abbildung 11: Schematische Darstellung des ReOil-Prozesses. Quelle: OMV, online unter: OMV announces FID for ReOil recycling demo plant at Schwechat site | Sustainable Plastics , zuletzt eingesehen Juli 2024.



## Textilfasern aus Cellulose und Recyclingmaterial

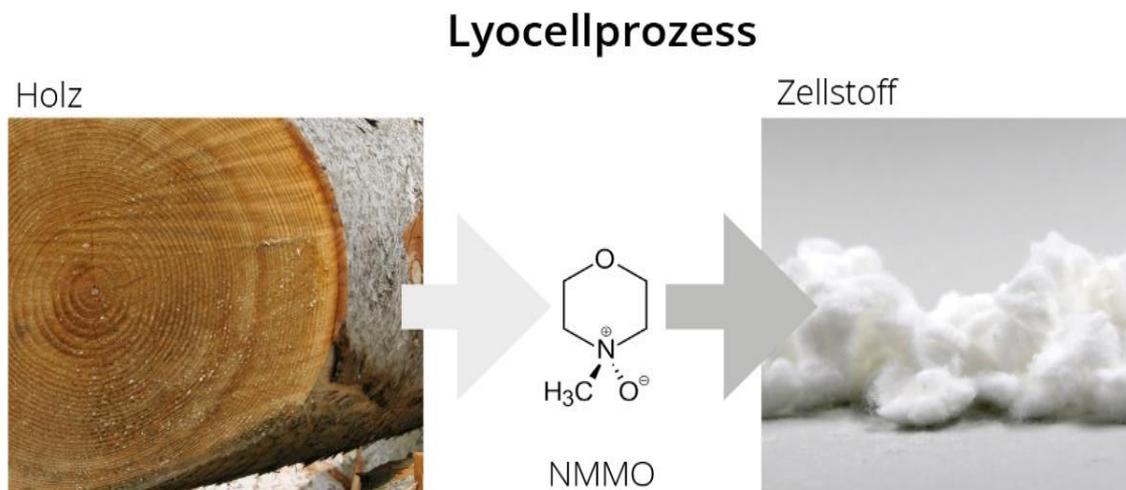
Die Herstellung von Papier und Cellulose aus Holzfasern ist einer der erfolgreichsten und schon seit langem bekannten Prozesse der Bioökonomie. Die chemische Herausforderung besteht bei den unterschiedlichen Varianten dieses Verfahrens darin, aus Holz, das einen Verbund aus Cellulose, Hemicellulose und Lignin darstellt, die Cellulose, die zu etwa einem Drittel in der Holzmasse vorliegt, zu isolieren und daraus reinen Zellstoff oder – mithilfe diverser Zusatz- und Füllstoffe – Papier herzustellen. Biogene Cellulose ist ein aus Kohlenhydraten aufgebautes Makromolekül, das durch intra- und intermolekulare Wasserstoffbrückenbindungen derart stabil ist, dass die meisten Lösungsmittel es nicht auflösen, sondern häufig nur aufquellen können.

### Lyocellprozess

Die österreichische Firma Lenzing hat vor ca. 25 Jahren ein großtechnisches Verfahren entwickelt, den Lyocellprozess, der es ermöglicht, Cellulose aus Holz umweltschonend zu lösen und daraus Zellstoff und Zellstoffprodukte herzustellen. Im Mittelpunkt des Prozesses steht das organische Lösungsmittel N-Methylmorpholin-N-oxid (NMMO), das

Cellulose ohne notwendige chemische Modifikationen lösen kann. Der Lyocellprozess ist daher deutlich einfacher als ältere Verfahren, wie etwa der Viskoseprozess. Das Verfahren erlaubt auch, das Lösungsmittel zu 99 Prozent zurückzugewinnen und damit in einem fast vollständig geschlossenen Kreislauf zu führen.

Abbildung 12: Das Lösungsmittel NMMO im Lyocellprozess. Quelle: Plattform Grüne Chemie, eigene Darstellung; Fotorechte: Umweltbundesamt/B. Gröger



Eine effiziente Verwendung und Verarbeitung von Rohstoffen und die Entwicklung von Spezialfasern auf Basis von Cellulose und Recyclingmaterial bieten eine Lösung für die Umgestaltung der Textilindustrie zu einer Kreislaufwirtschaft. Dem Klimaaktionsplan des Unternehmens Lenzing zufolge ist es durch diese Technologie möglich, eine Halbierung der CO<sub>2</sub>-Emissionen pro Tonne Produkt bis 2030 und das Netto-Null-Ziel bis 2050 umzusetzen.

### Lignin als nachhaltiger Rohstoff

Antje Potthast, Forscherin am „Institut für Chemie nachwachsender Rohstoffe“ der BOKU Wien, wird in einem Artikel mit folgenden Worten zitiert: „Derzeit nutzen wir nur 0,2 % des weltweit verfügbaren Lignins stofflich. Insgesamt könnten aber mindestens 5 % des Lignins problemlos genutzt werden, ohne die bestehenden Prozesse einer Zellstofffabrik zu beeinflussen“ (OTS, 2020).

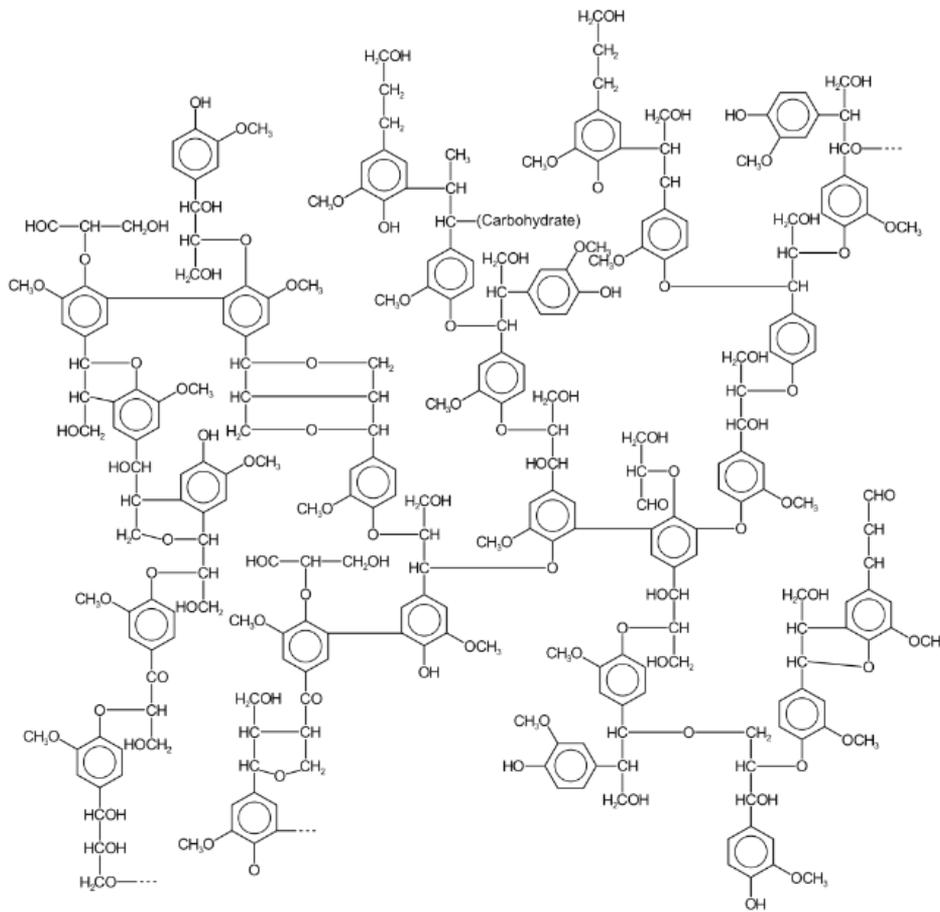
## **Lignin – Rohstoff statt Abfall**

Bei Lignin handelt es sich um eine Gruppe von komplexen Molekülen, die gemeinsam mit Cellulose und Hemicellulose das Grundgerüst des Holzes bilden („Lignocellulose“). Lignin ist einer der in der Natur am häufigsten vorkommenden Rohstoffe und bildet die größte nachwachsende Quelle aromatischer Kohlenwasserstoffverbindungen. Bei der Papierherstellung fällt Lignin je nach Prozess als Schwarzlauge (Sulfatverfahren) oder als saure Ablauge (Sulfitverfahren) an und ist meist billiger Bioabfall, der im Produktionsprozess thermisch verwertet – also verbrannt – wird. In Österreich fallen jährlich etwa 31 Millionen Festmeter Holz an, die u. a. zu etwa fünf Millionen Tonnen Zellstoff und Papier verarbeitet werden. Die dabei anfallende etwa ebenso große Menge an Lignin wird auch in Österreich zum überwiegenden Teil verbrannt.

## **Kohlenstoffquelle Lignin**

Aus chemischer Sicht stellt Lignin eine attraktive Quelle organischen Kohlenstoffs dar, der als biogene Alternative zum Erdöl gesehen werden kann. Seit geraumer Zeit wird daher weltweit an Verfahren gearbeitet, mit denen das in den Ablaugen vorhandene Lignin gewonnen und stofflich zu Rohstoffen abgebaut werden kann, die z. B. zur Produktion von Konsumartikeln dienen und erst am Ende ihrer Lebenszyklen verbrannt werden. Dieser kaskadischen Nutzung des Lignins steht die Komplexität und variable Zusammensetzung der Ablaugen aus der Papierindustrie entgegen. Da die Gewinnung von organischen Lignin-Bestandteilen schwierig und aufwendig ist, sind sowohl Grundlagenwissenschaft als auch angewandte Forschung aufgerufen, umsetzbare und ökonomisch nachhaltige Prozesse zur Ligninverwertung zu entwickeln. Diese Forschung wird auch in Österreich vehement betrieben. Erwähnt sei in diesem Zusammenhang etwa das Forschungsprojekt „Future Lignin and Pulp Processing Research“ (FLIPPR) und seine Nachfolgeprojekte, der Forschungscluster Wood K plus in Linz oder die Ligninforschung in Graz, wo sowohl am Institut für Chemie der Karl-Franzens-Universität als auch am Institut für Chemische Verfahrenstechnik und Umwelttechnik der Technischen Universität Grundlagenforschung zu Lignin betrieben wird.

Abbildung 13: Ausschnitt aus einem Ligninmolekül. Quelle: Karol Głąb, Lizenz: CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons



In Österreich gibt es ansatzweise bereits Erfolge bei der Herstellung und Vermarktung von ligninbasierten Produkten. Das Start-up-Unternehmen Lignovations hat beispielsweise ein patentiertes Verfahren zur Herstellung funktioneller Inhaltsstoffe für Kosmetika, Beschichtungen und Verpackungen aus Lignin entwickelt. Durch die Umwandlung des Lignins, das im Holz selbst eine Schutzfunktion für die Biomasse ausübt, in sogenannte „kolloidale Ligninpartikel“ kann das von Lignovations hergestellte „Hochleistungs-Biomaterial“ problematische und nicht nachhaltige Stoffe, wie UV-Filter, Antioxidantien und Emulgatoren, ersetzen. Das Produkt selbst ist dabei biologisch abbaubar und wird in einem Verfahren aus Reststoffen lokal gewonnener Biomasse hergestellt.

## Vanillin als Grüne Plattformchemikalie

Mit dem allgemein anerkannten Vorsatz, die Mobilität unserer Gesellschaft vom Verbrennungsmotor auf den E-Motor umzustellen, rückte die Frage einer geeigneten und möglichst nachhaltigen Stromspeicherung in den Vordergrund. Sowohl die Grundlagenforschung als auch die angewandte Forschung befassen sich intensiv mit der Entwicklung möglichst nachhaltiger Energiesysteme. 1919 erhielten drei Chemiker den Nobelpreis für die Entwicklung des Lithium-Ionen-Akkumulators. Im Zuge der Entwicklung mussten auch sehr praktische Probleme, wie die leichte Entflammbarkeit des Lithiums und die Anfälligkeit für Kurzschlüsse, gelöst werden. Lag der Fokus zunächst auf leichten Lithiumbatterien für Mobiltelefone, so scheint heute eine E-Mobilität ohne Lithiumbatterien kaum mehr denkbar. Dennoch wird weiter intensiv an Alternativen gearbeitet, nicht zuletzt auch wegen der begrenzten Verfügbarkeit von Lithium.

### Alternative zu Lithiumbatterien

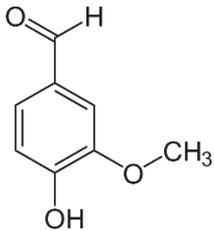
Redox-Flow-Batterien stellen eine Alternative zu den bestehenden Lithiumbatterien dar. Das Herzstück einer solchen Batterie ist eine Zelle, die durch eine ionendurchlässige Membran in zwei Halbzellen geteilt wird, in denen sich jeweils eine der beiden Elektroden befindet. Jede Halbzelle steht mit einem Tank in Verbindung, aus dem laufend neuer Elektrolyt zugeführt wird. Der Elektrolyt besteht im Wesentlichen aus einem Salz, das in einem Lösungsmittel gelöst ist. Die genaue Zusammensetzung bestimmt unter anderem die Energiedichte der Batterie. Als Salze werden beispielsweise Vanadiumverbindungen oder Natriumbromid eingesetzt.

### Lignin für Redox-Flow-Batterien

Auch in Österreich wird an Redox-Flow-Batterien gearbeitet. Die Firma Ecolyte wurde 2022 als Spin-off der Technischen Universität Graz gegründet und beschäftigt sich beispielsweise mit der Entwicklung nachhaltiger Energiespeicher, vorerst mit dem Fokus auf stationäre Anwendungen. Ecolyte setzt in diesem Zusammenhang auf die Redox-Flow-Batterie, da diese im Vergleich zu Lithium-Ionenbatterien mehrere Vorteile aufweist: So sind die Ecolyte-Batterien nicht brennbar und verwenden keine kritischen Rohstoffe zur Energiespeicherung, da als Startmaterial Vanillin aus biobasierten Rohstoffen (z. B. Lignin) eingesetzt wird und regional verfügbar ist. Die Rohstoffe werden in umweltfreundlichen Verfahren zu redox-aktiven Komponenten umgesetzt. Diese werden derzeit mit

nationalen und internationalen Projektpartnern mittels Safe-and-Sustainable-by-Design sowie unter Verwendung von Künstlicher Intelligenz ständig weiterentwickelt.

Abbildung 14: Schema des Vanillin-Moleküls. Quelle: Wikimedia Commons, gemeinfrei.



## Carbon Capture and Utilization

Kohlendioxid ist die Senke, in der letztlich alle organischen Chemikalien am Ende ihres Lebenszyklus, so auch bei der Abfallverbrennung, landen. Als Treiber der anthropogenen Klimaerwärmung ist Kohlendioxid zum gegenwärtig bedenklichsten atmosphärischen Schadstoff geworden. Das Auffangen und langfristige Speichern von Kohlendioxid (carbon capture and storage, CCS) ist eine der technischen Optionen zur Reduktion des atmosphärischen CO<sub>2</sub>. Der Prozess wird intensiv beforscht und auch schon mehrfach angewendet. Da das CO<sub>2</sub> selbst dabei jedoch erhalten bleibt und diese Speicherungstechnologie mit beträchtlichem Energieaufwand verbunden ist, wird nach anderen Verfahren gesucht, bei denen Kohlendioxid als chemischer Rohstoff eingesetzt und durch Reduktion zu organischen Wertstoffen umgewandelt werden kann, die als Kohlenstoff-Quelle wieder in den Produktionszyklus eingespeist werden können (vgl. dazu auch den Infokasten „CO<sub>2</sub>-Chemie“).

### Proteine aus CO<sub>2</sub>

Das in Wien ansässige Biotech-Start-up-Unternehmen Arkeon hat ein Geschäftsmodell entwickelt, bei dem anfallende CO<sub>2</sub>-Abgase aus der Industrie mittels Gasfermentation in Proteinbestandteile umgewandelt werden. Im Prozess dieses Unternehmens wird CO<sub>2</sub> direkt in Aminosäuren für die Lebensmittelindustrie umgewandelt, wodurch die Herstellung vollkommen neuer Lebensmittelprodukte ermöglicht wird. Mit dem Ziel ein

zirkuläres, nahrhaftes und zugleich ethisch unbedenkliches System der Lebensmittelproduktion zu schaffen, werden hier hocheffiziente Mikroorganismen – Archaeen – genutzt, um nachhaltig Aminosäuren herzustellen.

Mit einem Team, das aus weltweit führenden Biolog:innen für Archaeen, Verfahrenstechniker:innen, Lebensmittelwissenschaftler:innen und Fermentationstechnolog:innen besteht, verfolgt das Unternehmen damit das Ziel, die Lebensmittelproduktion nachhaltig zu verändern.

Abbildung 15: Bioreaktor-Pilotanlage (150 Liter), Seestadt, Wien. © arkeon / Franziska Steger

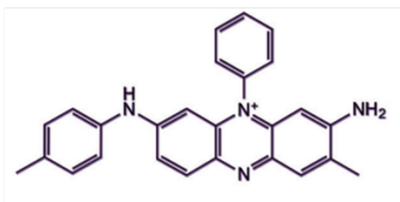


Solche Technologien funktionieren unabhängig von landwirtschaftlichen Anbauflächen. Sowohl Ressourcenknappheit als auch geografische Einschränkungen und der Einsatz von Tieren in der Landwirtschaft könnten damit überwunden werden. Ihre Produkte können als unbedenkliche Inhaltsstoffe für Lebensmittel, Ernährungsprodukte, Sportprodukte, Getränke und Zellkulturmedien für kultiviertes Fleisch verwendet werden.

## Biotechnologie für das nachhaltige Färben von Textilien

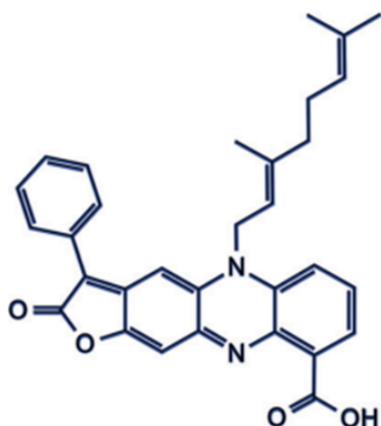
Je komplexer eine Chemikalie ist, desto aufwendiger ist ihre Synthese. Für die Herstellung sehr komplexer Stoffe, wie etwa Arzneimittel oder bestimmte Farbstoffe, wird häufig eine Vielzahl von Reaktionsschritten benötigt. Falls in einem Schritt ein Gemisch verschiedener optischer Isomere entsteht, von denen nur eines für die weitere Synthese herangezogen werden kann, müssen Trenn- und Reinigungsprozesse zwischengeschaltet werden, die die Nachhaltigkeit der Synthese zusätzlich reduzieren. Der britische Chemiker Roger Sheldon hat bereits in den 1980er Jahren einen Indikator vorgeschlagen, mit dem die stoffliche Effizienz derart aufwendiger Syntheseverfahren einfach abgebildet werden kann, den E-Faktor (environmental factor): Dieser Faktor bezeichnet das Verhältnis aus der Masse aller bei der Synthese anfallenden Abfälle zu der Masse des gewünschten Endprodukts (Sheldon, 2024). Bei Arzneimitteln kann dieser Faktor z. B. Werte bis über 100 annehmen. In solchen Fällen ist die klassische Synthese eines Stoffes wenig nachhaltig und es wird nach alternativen Gewinnungsmethoden gesucht. Wenn es sich bei dem gewünschten Produkt um einen Naturstoff handelt, kann die Extraktion aus pflanzlichem Rohmaterial und die nachfolgende Aufreinigung ein effizienter, alternativer Herstellungsweg sein. Industriell noch attraktiver ist die Option der biotechnologischen Synthese, z. B. mit Hilfe von Bakterien, die alle erforderlichen Enzyme enthalten, um den gewünschten Stoff auf biologischem Weg zu erzeugen.

Abbildung 16: Schematische Darstellung eines Mauvein-Moleküls. Quelle: Fried et al., 2022.



Diesen Ansatz verfolgt das im Jahr 2016 gegründete österreichische Unternehmen „Vienna Textile Lab“, indem es Farbstoffe mithilfe natürlich vorkommender Bakterien herstellt und damit eine nachhaltigere und umweltfreundlichere Alternative zu herkömmlichen synthetischen Farben anbietet. Synthetische Farbstoffe wie Mauvein – der erste synthetische Farbstoff (Abbildung 16) – könnten somit durch Farbstoffe wie Benthocyanin-A – einem Farbstoff aus dem im Boden vorkommenden Bakterium *Streptomyces prunicolor* (Abbildung 17) – ersetzt werden. Bei diesem Prozess werden die Farbstoffe, die von verschiedenen Bakterienstämmen synthetisiert werden, extrahiert und für die Verwendung aufgereinigt. Durch das Ersetzen der meist sehr umweltbelastenden synthetischen Farbstoffe schonen die durch das Vienna Textile Lab hergestellten Farbstoffe sowohl die menschliche Gesundheit als auch ökologische Ressourcen, da weder landwirtschaftlich genutzte Flächen noch fossile oder andere nicht nachhaltige Rohstoffe wie Erze oder Erdöl benötigt werden. Bakterien können im Labor gelagert und jederzeit vermehrt werden. Da während des gesamten Produktionsprozesses nahezu keine CO<sub>2</sub>-Emissionen entstehen, ergeben sich auch unmittelbare positive Auswirkungen auf das Klima. Durch das vom „Vienna Textile Lab“ entwickelte Verfahren können sowohl Naturtextilien (pflanzlich und tierisch) als auch synthetische Textilfasern erfolgreich gefärbt werden. Auch das Färben neuartiger Materialien hat sich als erfolgreich erwiesen.

Abbildung 17: Schematische Darstellung eines Benthocyanin-A-Moleküls. Quelle: Fried et al., 2022.



## Chemical Leasing

### **Digitalisierung, Ressourceneffizienz**

Es sind zwei große Trends, denen sich die chemische Industrie (wie viele andere auch) stellen muss: Digitalisierung und Maximierung der Ressourceneffizienz durch neue Geschäftsmodelle. Das ist wenig überraschend, kommen doch die weltweit führenden Unternehmensberatungen wie „Accenture“, „KPMG“, „Roland Berger“ etc. zu ganz ähnlichen Befunden: Es gilt, die verschiedenen Instrumente der Digitalisierung – Sensorik, Machine Learning, Digitale Zwillinge, Blockchain-Technologie, virtuelle Realisierung – aktiv zu nutzen. Gleichzeitig werden die Unternehmen aufgefordert, die Leistungen ihrer Produkte – also das, was die Anwender:innen eigentlich benötigen – in das Zentrum ihrer Geschäftsmodelle zu stellen.

### **Verkauf der optimierten Leistung**

„Unternehmen müssen die eigentliche Leistung ihres Produktes ins Zentrum stellen. Beim Chemical Leasing wird die digital erfasste und optimierte Leistung des Produkts verkauft, nicht mehr das Produkt selbst.“

Nicht Reinigungsmittel soll künftig verkauft werden, sondern gereinigte Flächen. Nicht Schmierstoffe werden künftig verkauft, sondern „Betriebsstunden, während derer ein Laufband „geschmiert“ funktioniert“. Beide Elemente (Digitalisierung und „As a Service“-Geschäftsmodelle) führen zu oft dramatischen Steigerungen der Ressourceneffizienz bei allen Teilnehmern der Wertschöpfungskette. Vor allem, weil kein Teilnehmer mehr Interesse an maximalem Produktabsatz hat (Qualität vor Quantität). Es wird im Zuge des Chemical Leasings die digital erfasste und optimierte Leistung des Produkts verkauft, nicht mehr das Produkt selbst.

### **Transformationsprozess für Unternehmen**

Beides zu implementieren kann für einen Betrieb einen massiven und grundlegenden Transformationsprozess auslösen. Offensichtlich sind es zuallererst Fragen zu technologischen Umstellungen und Investments, die unmittelbar aufschlagen und geklärt werden müssen. Es können jedoch zudem zahlreiche innerbetriebliche Abläufe bis hin zu buchhalterischen oder bilanztechnischen Umstellungen notwendig sein und schließlich sind

auch das Marketing und der Vertrieb an das geänderte Geschäftsmodell anzupassen – somit kann die gesamte Strategie und Ausrichtung des Unternehmens betroffen sein.

### **Geänderte Geschäftsmodelle – Change Management**

Eine derartig einschneidende Umstellung bedarf eines professionell aufgesetzten Prozesses und muss durch intelligentes „Change Management“ begleitet werden. Gemeinsam mit der in Wien ansässigen UNIDO und internationalen Consultants hat das österreichische Umweltministerium mit seiner „Chemical Leasing“-Initiative zahlreiche derartige Umsetzungsprozesse ausgelöst und viele davon begleitet.

Einer beurteilenden Betrachtung dessen muss allerdings vorausgeschickt werden, dass zahlreiche dieser Beispiele aus wirtschaftlich weniger entwickelten Ländern stammen – also selten internationale Großkonzerne beteiligt waren. Bei erfolgreichen Marktführern gibt es kaum mehr „low-hanging fruits“, die rasche Erfolge bringen. Hier geht es um eine kulturelle, strategische Transformation, die von einem hochentwickelten, professionell etablierten (traditionellen, von analogen Techniken dominierten) Geschäftsmodell ausgeht. Unterstützt vom Beratungsunternehmen „Brimatech“, das sich als Mittler zwischen Technologien und Märkten sieht, lancierte das Umweltministerium gemeinsam mit dem Fachverband der chemischen Industrie einen Prozess, um Transformationen in der chemischen Industrie zu unterstützen, vor allem im Hinblick auf die Implementierung servicezentrierter Geschäftsmodelle und digitaler Technologien.

## **CO<sub>2</sub>-Chemie: Herausforderungen und Potenziale**

### **CO<sub>2</sub> als Rohstoff**

Die CO<sub>2</sub>-Chemie ist ein aufstrebendes Forschungsfeld, das sich mit der Nutzung von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) als Rohstoff für die Herstellung von chemischen Produkten befasst. Seit der vorindustriellen Ära ist die Konzentration von CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre von etwa 280 ppm auf über 400 ppm im Jahr 2022 gestiegen (Betts et al., 2021). Dieser Anstieg ist hauptsächlich auf die Verbrennung fossiler Brennstoffe und industrieller Prozesse zurückzuführen.

CO<sub>2</sub> ist ein Treibhausgas, das dazu beiträgt, die vom Erdklima abgegebene Wärme zurückzuhalten, was zu einem Anstieg der atmosphärischen Temperaturen führt. Ein



Dieser Prozess ermöglicht die Herstellung von chemischen Verbindungen, die in verschiedenen Branchen eingesetzt werden können – von der Chemieindustrie bis hin zur Lebensmittel- und Getränkeproduktion.

Die CO<sub>2</sub>-Chemie bietet zahlreiche und spannende Möglichkeiten, CO<sub>2</sub> als Rohstoff zu nutzen und neue Produktschienen zu entwickeln. Trotz einiger Herausforderungen, wie Energieverbrauch und Produktionskosten, zeigt die Forschung in diesem Bereich vielversprechende Ansätze für eine nachhaltigere Zukunft auf.

## Defossilisierung der Chemieindustrie

### Essenzielle Rolle bei der Erreichung des Netto-Null-Emissionsziels

Im Zuge der Erreichung des Netto-Null-Emissionsziels spielt die chemische Industrie eine essenzielle Rolle und somit sind Überlegungen und Diskussionen zur Defossilisierung der chemischen Industrie und deren Umsetzung wichtige Bausteine zur Errichtung dieses Ziels. Die dazu nötige Reduzierung oder Beseitigung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und nicht erneuerbaren Ressourcen muss sowohl (i) in der Energieversorgung (Umstieg auf erneuerbare Energiequellen) und (ii) bei den Prozessemissionen (z. B. Einsatz von CSS-Technologien) als auch (iii) bei den Produkten (Auswahl nachhaltiger Rohstoffe) der Chemieindustrie gelingen.

Über Strategien, wie z. B. Kreislaufwirtschaft, Ressourceneffizienz (Energieeffizienz und Einsatz erneuerbarer Rohstoffe, langlebige Produkte) und Emissionsreduktion (Kohlenstoffabscheidung und -speicherung (CCS), Kohlenstoffabscheidung und -verwendung (CCU)) kann die Industrie mit bestehenden Kohlenstoffressourcen effizient haushalten und den Kohlenstoffkreislauf so gut wie möglich schließen.

### Einflussfaktoren auf dem Weg zur Defossilisierung

In welchem Verhältnis die komplementären Pfade zur Defossilisierung umgesetzt werden können, ist stark von lokalen Faktoren, wie Verfügbarkeit von Ressourcen, Stand des technologischen Fortschritts, politischen Rahmenbedingungen und den bestehenden wirtschaftlichen Anreizen, abhängig. Allgemein gilt, dass zur Erreichung des Netto-Null-Emissionszieles der Verbrauch von Ressourcen insgesamt reduziert und die Effizienz bei

der Nutzung von Materialien verbessert werden muss. Dies beinhaltet die Wiederverwendung, das Recycling und die Verlängerung der Lebensdauer von Produkten und Materialien sowie die Forcierung von Dienstleistungsmodellen.

### **Kombination von Technologien und Rohstoffquellen**

Außerdem wurde gezeigt, dass durch die Kombination von CCS-, CCU- und Biomasse-Routen mit Kunststoffrecycling eine erhebliche Verringerung des Land- und Wasserverbrauchs erreicht werden kann, da die Kunststoffproduktion den größten Beitrag zu den Emissionen und Umweltauswirkungen der chemischen Industrie leistet (Gabrielli et al., 2023). Dies unterstreicht die Notwendigkeit der Integration mehrerer Routen sowie die Notwendigkeit der Kombination von Netto-Null-Produktionsprozessen mit Kreislaufmaßnahmen, wie z. B. dem Kunststoffrecycling, und nachfrageseitigen Maßnahmen, die auf die Verbesserung der Endnutzungseffizienz und die Verringerung des Produktionsvolumens von chemischen Produkten abzielen.

## **Zu nah am Feuer“ – ein essayistischer Appell zur Dekarbonisierung**

### **Die Funken des Prometheus**

Vom Sonnenwagen des Helios stahl Titan – glaubt man der griechischen Mythologie– dem Prometheus einige Funken und brachte sie der Menschheit als Keime des Feuers dar. Die wohlmeinende Tat gereichte ihm selbst so gar nicht zum Wohle. Der Furor der Götter ob seiner verbotenen Schenkung verdamnte ihn dazu – an einen kaukasischen Felsen geschmiedet – das Knabbern eines Adlers an seiner Leber zu erdulden, ehe Herakles ihn endlich erlöste. Der Evolution unserer Vorfahren der Gattung Homo hin zum modernen Menschen verlieh diese Gabe jedenfalls entscheidenden Rückenwind. Das Zähmen der Flammen erlaubte es – vor allem fleischliche – Nahrung zu garen. Die energiereiche Kost wurde somit wesentlich leichter verdaulich und fachte die Entwicklung zahlreicher Fähigkeiten und Fertigkeiten an, die den Weg hin zum Homo sapiens entscheidend verkürzten. „Schön ist er“, sagt Franz von Assisi von unserem „Bruder Feuer“ in seinem Sonnengesang, „... und fröhlich und kraftvoll und stark.“

## **Und was sagt die Physik?**

Beim Verfeuern von Brennstoff spendet die Umwandlung der schwachen chemischen Bindung im Sauerstoffmolekül, O<sub>2</sub>, in die stärkeren chemischen Bindungen in den Verbrennungsprodukten wie CO<sub>2</sub> die Wärme. Und die Helligkeit? Elektronen in den Molekülen der erhitzten Teilchen erlangen kurzzeitig ein höheres Energieniveau und fallen nach kurzer Zeit unter Abgabe eines Lichtquants auf ihre ursprünglichen Energieniveaus zurück. Die Flammen liefern mehr Energie als zum Entzünden verbraucht wird – so kann sich das Lodern erhalten. Feuer gibt – und Feuer nimmt. Und zwar vor allem Strukturen. Komplexe Ausgangsstoffe werden unter Energiefreisetzung zu einfachen Verbrennungsprodukten, wie Kohlendioxid und Wasser. Die weiteren Produkte, etwa Feinstaub, waren und sind Hauptdarsteller der Luftverschmutzung.

## **Vom Motor der industriellen Entwicklung aufs Abstellgleis?**

Neben den zahllosen Beispielen für die immense Bedeutung des Feuers in der Mystik und der Kultur – so ist es als Kerzenschein oder Tabakrauch für viele ein alltäglicher Begleiter – sticht seine Kraft als Wegbereiter der modernen Industriegesellschaft am markantesten in Erscheinung. Die industrielle Revolution nahm mit der Dampfmaschine ihren Anfang – eine Erfolgsgeschichte, die mit den Energierohstoffen Holz, Kohle, Gas und Erdöl bis in unsere Zeit fortgeschrieben wurde.

Doch es verdichten sich die Anzeichen, dass sich die Menschheit von ihrem kraftvollen, starken Bruder zunehmend entfernen wird. Weil sie muss. Was als „Energiewende“ beschrieben wird ist nichts anderes als die weitgehende Abkehr von Energieumwandlungsprozessen durch Verbrennungsvorgänge.

Die Energiezukunft? Gerichteter Fluss von Elektronen anstatt Umwandlung von Bindungen. Schwester Elektrizität also soll Bruder Feuer verdrängen. Aber nicht in einer Form, die aus Generatoren stammt, die ihrerseits erst wieder nur von entzündetem Brennstoff-Luft-Gemisch angetrieben werden. Nein, der Umweg, Sonnenlicht über Photosynthese in Biomasse und dann (nach Millionen Jahren) aus Öl, Gas, Kohle oder (nach kurzer Zeit) aus Holz in Hitze umzuwandeln, soll in der strombasierten Energiezukunft entfallen. Der Stau an den Verbrennungsprodukten (vor allem Kohlendioxid) in der Atmosphäre bringt das Weltklima an den Rand des Kollapses – Bruder Feuer hat seine Schuldigkeit getan. Er soll jetzt gehen.

Nun, die Sache mit dem „Jetzt“ wird nicht so heiß gegessen wie gekocht könnte man sagen. Allein China eröffnet derzeit allmonatlich zwei neue (!) Kohlekraftwerke. Über 200 sind allein in diesem Land geplant – weit über 1.000 sind bereits operativ. Das ist ungefähr die Hälfte des globalen Bestandes an Kohlekraftwerken. Auch der globale Ausstieg aus Erdöl und Erdgas ist so bald nicht zu erwarten. Das „Jetzt“ ist also mehr als relativ zu sehen. Auch hierzulande werden, so wie in vielen Staaten der industrialisierten Welt, zwar die Weichen für die „Dekarbonisierung“ des Energiesystems gestellt – doch dieser Weg wird kein leichter sein. In Analogie zu den chinesischen Ausbauplänen zu Kohlekraftwerken sei erwähnt, dass Deutschland bis 2030 80 % seines Strombedarfs aus erneuerbaren Quellen decken soll, dafür aber mehr als 150 Windkraftwerke zu errichten hat – ebenfalls monatlich!

### **Entflammen nur als Ultima Ratio**

Verbrennen – das war über Jahrtausende bis hinein in unser Jahrhundert einfach so naheliegend. Es spendet nutzbare Energie und meist wird man damit auch Unliebsames los. Man denke nur an Kunststoffabfälle. Solange diese anstatt fossiler Brennstoffe etwa in Kraftwerken oder Zementwerken eingesetzt werden, sind die Vorteile mannigfaltig: wirtschaftliche Ersparnisse für die Industrie, Einsparung von Deponievolumen und Schonung von Ressourcen. Doch auch dieses Bild wandelt sich. Meinen wir es mit der Umsetzung der Kreislaufwirtschaft ernst, sollte Kunststoff viel gezielter eingesetzt, länger genutzt und dann möglichst unter Erhaltung der wertvollen Molekülstruktur stofflich wiederverwertet werden. Erst das, was gar nicht mehr stofflich nutzbar ist, dürfte in den Schlund der Öfen. Das gilt für Biomasse – wie etwa Holz – in gleichem Ausmaß: Solange stoffliche Nutzungsformen auf möglichst hohem Qualitätsniveau sinnvoll umsetzbar sind, ist diesen in einer „Circular Economy“ Vorrang zu geben. Die Verbrennungsinfrastruktur wird massiv zu restrukturieren sein, soll sie nur mehr der Nutzung von stofflich Unverwertbarem dienen.

Wo wird uns „Bruder Feuer“ auch langfristig erhalten bleiben? Nun zunächst dort, wo seine „Stärke und Kraft“ kaum verzichtbar sind: auch wenn selbst große Automobilhersteller ihren mittelfristigen Ausstieg aus Verbrennungsmotoren vorbereiten – beim Langstreckentransport mit Kraftwagen, aber auch Schiffen und Flugzeugen, wird der Wärmekraftmaschine auch langfristig die Zukunft gehören. Allerdings wird sich ändern, was darin verfeuert wird. Aus der Verwertung von Reststoffen oder auch aus Synthesen von Neumaterialien (aus der Atmosphäre selbst oder der Biotechnologie) sind schon heute Treibstoffe herstellbar, die nicht auf fossilen Quellen basieren. Diese alternativen

Kraftstoffe werden, da sie – wie ihre fossilen Geschwister – eine hohe Energiedichte besitzen und sich gut speichern lassen, in den großen Motoren der Zukunft unverzichtbar sein.

Aber auch die Flammen der Kerzen und das Glimmen des Holzscheits im Kamin wird die Menschen trotz der großtechnischen allmählichen Entfernung von allem Entflammbareren weiter begleiten. Auch wenn dem Tabakrauch immer öfter durch fruchtigen Dampf sein Platz streitig gemacht wird – Wunderkerzen und Leuchtfeuer erhalten wir, denn auf die Fröhlichkeit unseres Bruders wollen wir ja wohl nicht ganz verzichten.

## Die Transformation zu einer Grünen Chemie und ihr „innerer Schweinehund“

### „Transition Pathway“ für die chemische Industrie

EU-Industriekommissar Thierry Breton hat einen wichtigen Prozess lanciert. Maßgeschneiderte „Transition Pathways“ sollen einzelnen Industriezweigen die Konturen des vor ihnen liegenden Wandels und die Etappenziele auf ihrem Weg verdeutlichen. Aus dem „Transition Pathway“ für die chemische Industrie ist klar herauszulesen, dass es zwei große Trends sind, denen sich dieser Industriezweig (wie viele andere auch) stellen muss: Digitalisierung und Maximierung der Ressourceneffizienz durch neue Geschäftsmodelle, wie beispielsweise das Chemical Leasing<sup>3</sup>. Damit diese Umstellung gelingt, müssen wichtige (auch in der wissenschaftlichen Literatur, etwa von J. P. Kotter angeführte) Bedingungen für den Erfolg von „Change Management“-Prozessen erfüllt sein: Die Beratenden müssen sehr eng mit den Verantwortlichen kooperieren, rasch zu ersten Erfolgen kommen und diese umfassend kommunizieren, ehe der eigentliche, massive Transformationsprozess (Umstellung des Geschäftsmodells, digital unterstützt) überhaupt beginnen kann. Optimierungen in der Arbeitssicherheit, der Logistik und dem Abfallmanagement stehen oft am Beginn, machen den Handlungsbedarf offensichtlich und schaffen bei den Mitarbeiter:innen die notwendige Vertrauensbasis. Entwicklung und Kommunikation einer Strategie und die Verankerung in der Unternehmenskultur können sich auf der geschaffenen Basis entwickeln und die eigentliche Transformation begleiten.

---

<sup>3</sup> Siehe Chemical Leasing

## **Bedingungen für Transformation: „Expertise hinter sich lassen“**

Rewe-Exvorstand und nunmehriger „Business Angel“ Werner Wutscher, der zahlreiche Unternehmen (von Start-ups bis zu Großkonzernen) in Transformationsprozessen begleitete, ergänzte in seiner „Keynote“ den „Kotterschen“ Kanon um Elemente, die vor allem für etablierte Industrieunternehmen bei solchen Vorhaben zentral sind: ein Umfeld, das dazu führt, dass sich Entscheidungstragende und Umsetzende auf das neue Geschäftsmodell einlassen, ohne sich als „Verteidiger“ des Bisherigen zu fühlen. „Expertise hinter sich lassen“ – das klingt absurd, trifft aber den Nagel auf den Kopf. Ein Umfeld, das zulässt, den Zugang der neuen, der „Partnerdisziplin“, nachzuvollziehen. „In den Schuhen des anderen gehen“ – auf den Punkt gebracht. Dieses sich Einlassen auf die Transformation, das Ablegen der Scheuklappen, begleitet von transparenter Kommunikation, die durchaus auch mögliche Risiken anspricht, vermeidet, dass die im bestehenden System Agierenden sich als „Verlierer“ oder als Bedrohte sehen und so eine Stimmung entsteht, die zu massiven Widerständen führen kann und den Prozess abwürgt oder gänzlich zum Scheitern bringt. Auch bei Transformationsprozessen gilt es, ein Trägheitsmoment – einen „inneren Schweinehund“ – zu überwinden. Zusätzlich zu den beschriebenen Erfolgsfaktoren hängt es aber letztlich von der Motivation, der Überzeugungskraft, der Authentizität („Vertrauen und Integrität“) und sowohl der inhaltlichen als auch der sozialen Kompetenz der handelnden Personen ab, ob diese Überwindung gelingt.

# Ausblick

## Umgestaltung der Plattform *Grüne Chemie*

### **Evaluierung**

Nach der Etablierung der Plattform *Grüne Chemie*, der Fachdialoge *Grüne Chemie* und dem Abschluss wesentlicher Meilensteine, wie z. B. der abgestimmten Formulierung einer Definition der Grünen Chemie, wurde das fünfte Jahr seit Beginn der Aktivitäten unter anderem genutzt, um eine Bilanz über die vergangenen Jahre zu ziehen. Zu diesem Zweck wurde eine Umfrage unter den Mitgliedern der Plattform durchgeführt, in der Fragen beantwortet werden sollten, welche Maßnahmen besonders zielführend waren und daher beibehalten werden sollen, welche Erwartungen bestehen, welche Projekte bevorzugt durch Mitglieder bearbeitet werden sollen und wie diese dabei sinnvoll durch die Plattform und das Projektteam unterstützt werden können. Auf Basis der Rückmeldungen wurde eine Neuausrichtung der Arbeitsweise der Plattform und des Projektteams ausgearbeitet.

### **Zusammenführen von Plattform und Fachdialog**

Die Erfahrung der vergangenen Jahre wie auch die Ergebnisse der Umfrage haben gezeigt, dass ein paralleles Fortsetzen beider Formate - der Plattform und der Fachdialoge – nicht mehr unbedingt gewünscht und zielführend ist und eine Zusammenführung der beiden Formate angebracht ist. Im Zuge der Neuausrichtung wird daher künftig ein einziges Format – unter dem Titel „Plattform *Grüne Chemie* – Zukunft: Chemie“ – abgehalten werden. Eine offenere Gestaltung soll nun ermöglichen, dass Projekte unter den Teilnehmer:innen unbürokratisch durchgeführt und von anderen Mitgliedern der Plattform unterstützt werden können. Das neu gestaltete Format soll mehr Raum für Vernetzung und Kooperationen bieten, während die Initiative für die Durchführung von Projekten verstärkt von den Teilnehmer:innen selbst kommen soll.

Letztendlich ist ein übergeordnetes Ziel, das Thema Grüne Chemie auf internationaler Ebene ebenso wie auf nationaler Ebene zu fördern, weiterzuentwickeln und zu etablieren.

## Die österreichische Chemiewirtschaft auf dem Weg zur Defossilisierung

### Österreichische Chemiewirtschaft – Umstellung von Rohstoffbasis und Energiequellen

Die Grüne Chemie dient keinem Selbstzweck, sie ist vielmehr die Antwort auf die Nachhaltigkeitsdefizite, die der traditionellen Chemie innewohnen und damit die Voraussetzung dafür, einen anderen, nachhaltigeren Weg beim Einsatz materieller Ressourcen zu gehen als bisher. Der Verbrauch endlicher Rohstoffe, die Entstehung unvorhergesehener Mengen Abfalls und der Einsatz von nichtregenerierbarer Energie können nicht so weitergeführt werden wie bisher, wenn die planetaren Grenzen, von denen einleitend die Rede war, berücksichtigt werden. Für die Chemieindustrie bedeutet dies eine zweifache Herausforderung: Sie muss nicht nur ihre Rohstoffbasis von petrochemischen zu nachhaltigen Ressourcen umstellen, sondern sie muss gleichzeitig – wie alle Industriebereiche – ihren künftigen Energiebedarf aus nachhaltigen Quellen decken.

### Roadmap zur Nutzung von Abfall, Biomasse, CO<sub>2</sub>

Als Alternativen zur bisherigen Rohstoffbasis sind im Wesentlichen nur drei optionale Quellen denkbar: Abfall, Biomasse oder Kohlendioxid. Technologisch bedeutet dies: Recycling von Stoffen aus Abfall, Bioraffination aus Biomasse (um eine Konkurrenz zur Nahrungsmittelproduktion zu vermeiden, betrifft auch dies in erster Linie Restbiomasse bzw. Biomasseabfälle) oder Kohlendioxidchemie mittels großer Mengen an grünem Wasserstoff. Wie die gesamteuropäische steht auch die österreichische Chemieindustrie vor dem Problem, eine „Roadmap“ entwickeln zu müssen, die den konkreten Mix aus diesen drei Quellen festlegt und die erforderlichen Investitionen für entsprechende Anlagen mit einem klaren Zeitplan beschreibt, um den völligen Ausstieg aus der erdöl-basierten Chemie bis 2050 zu erreichen. Auf diesem Weg werden viele Versuche und Varianten getestet werden müssen und die Grüne Chemie wird dabei – von der Grundlagenforschung bis zur angewandten Umsetzung in Form von Pilotanlagen und schließlich Großanlagen – die richtungsweisenden Entwicklungen ausloten müssen. Der Plattform *Grüne Chemie* wird die sehr verantwortungsvolle Aufgabe zukommen, diesen Transformationsprozess zu begleiten, rechtzeitig die notwendigen regulatorischen und Fördermaßnahmen zu definieren und konkrete Umsetzungsprojekte auf den Weg zu bringen. Die organisatorische Voraussetzung, diesen Weg zu beschreiten, ist geschaffen, die Kapazität für die Ausbildung von Chemieexpert:innen ist vorhanden, das Bewusstsein

der Notwendigkeit einer Nachhaltigkeitswende ist in der österreichischen Bevölkerung verankert. Es bleibt den künftigen Akteur:innen vorbehalten, den chemischen Grünen Deal in Österreich zu realisieren.

# Anhang I: Arbeitsprogramm der Plattform *Grüne Chemie*

Das Arbeitsprogramm *Grüne Chemie* wurde von der Plattform *Grüne Chemie* ausgearbeitet. Die von der Plattform festgelegten Zielen bilden das Grundgerüst für das Arbeitsprogramm. Es gliedert sich in Aufgaben, welchen konkrete Arbeitspakete zugeordnet sind.

## **Ziel 1: Vernetzung innerhalb und zwischen Forschung, Lehre, Industrie, Stakeholdern und Verwaltung**

### **Aufgabe 1.1 Fachdialog *Grüne Chemie* etablieren und organisieren**

- AP 1.1.a Einrichtung Fachdialog *Grüne Chemie* als Teil des österreichischen Risikodialogs
  - Der Fachdialog *Grüne Chemie* soll organisatorisch in den Rahmen des österreichischen Risikodialoges eingebettet werden.
- AP 1.1.b Organisation weiterer Fachdialoge
  - Die weitere Organisation des Fachdialogs *Grüne Chemie* erfolgt über den Dialog für den Wandel. Der Fachdialog sollte möglichst zweimal jährlich stattfinden. Hauptziel ist die Vernetzung aller an der Grünen Chemie interessierten Personen aus verschiedensten Disziplinen und die Ermöglichung eines breiten Gedankenaustausches.

### **Aufgabe 1.2 Plattform *Grüne Chemie* etablieren und organisieren**

- AP 1.2.a Nominierung in die Plattform *Grüne Chemie*
  - Die Plattform *Grüne Chemie* soll als Arbeitsgremium ein ausgewogenes Verhältnis von Mitgliedern aus allen Sektoren und Bereichen haben, die an der Grünen Chemie interessiert sind.
- AP 1.2.b Einrichtung der Plattform *Grüne Chemie*

- In der Plattform sollen nationale Positionen beschlossen und die Bearbeitung der Arbeitspakete und von Projektideen, die im Fachdialog und in der Plattform entstehen, koordiniert werden.
- AP 1.2.c Organisation weiterer Sitzungen der Plattform
  - Die Plattform *Grüne Chemie* soll mehrmals jährlich stattfinden, jedenfalls aber zweimal in zeitlicher Nähe zu den Fachdialogen *Grüne Chemie*.

### **Aufgabe 1.3 Einrichtung einer Website als Kommunikations- und Informationstool**

- AP 1.3.a Einrichtung der Website
  - Die Einrichtung der Website erfolgt durch das Umweltbundesamt. Die inhaltliche Gestaltung erfolgt gemeinsam mit der Plattform auf iterativem Weg.
- AP 1.3.b Erstellung eines Veranstaltungskalenders für die Website und laufende Aktualisierung
  - Zur Erfassung wichtiger Veranstaltungen wird eine Ansprechstelle geschaffen, an die alle Mitglieder der Plattform Termine für Veranstaltungen senden können. Auf der Website erfolgt eine Unterteilung in nationale und internationale Veranstaltungen. Es sollten alle Termine, die innerhalb der nächsten zwölf Monate stattfinden, erfasst werden. Eine Eingrenzung der zu erfassenden Veranstaltungen wird in Abstimmung mit der Plattform vereinbart. Abgeschlossene Veranstaltungen werden mit entsprechenden Links zu den Ergebnissen dokumentiert.
- AP 1.3.c Erstellung und laufende Aktualisierung einer Literaturliste für die Website
  - Um wichtige einschlägige Publikationen zu erfassen, entwickelt die Arbeitsgruppe ein Format für die Darstellung und einen Gestaltungsvorschlag für die Literaturliste, der mit der Plattform abgestimmt wird. Die Arbeitsgruppe bezeichnet eine Ansprechstelle, an die alle Mitglieder der Plattform Links zu aktueller Literatur übermitteln. Geplant ist eine Verlinkung bzw. Angabe des DOI der wichtigsten Basisliteratur und grundlegender Werke zur Grünen Chemie. Weiters sollten Arbeiten verlinkt werden, die einen besonders innovativen oder didaktischen Charakter haben sowie Arbeiten, die im Zuge der Forschung zu Grüner Chemie in Österreich entstanden sind. Eine Bewertung und gegebenenfalls Änderung des Formats der Literaturliste erfolgt ein Jahr nach seiner erstmaligen Anlage.
- AP 1.3.d Präsentation österreichischer Green Start-Ups und Best-Practice-Beispielen aus der Wirtschaft

- Auf der Website soll eine Sektion geschaffen werden, die Grünen Start-Ups eine Fläche zur Präsentation bietet. Dies kann auch mit einer Auslobungsoption für besonders innovative Start-up-Unternehmen verknüpft werden. Für die Veröffentlichung von Best-Practice-Beispielen aus der österreichischen Chemiewirtschaft soll ebenso ein Format geschaffen werden. Dies muss in enger Zusammenarbeit mit dem Arbeitspaket 3.4.2 erfolgen.

### **Aufgabe 1.4 Kontakte zu und Zusammenarbeit mit thematisch angrenzenden Foren**

- AP 1.4.a Kontakte und Links zu thematisch angrenzenden Foren herstellen
  - Im Einvernehmen mit der Plattform stellt die Arbeitsgruppe konkrete Kontakte zu thematisch angrenzenden Foren, Arbeitsgruppen oder Initiativen (z. B. zu Bioökonomie, Kreislaufwirtschaft, Zero Pollution, Nanoinformationskommission) her, soweit diese nicht ohnehin durch bestellte Mitglieder der Plattform sichergestellt sind. Der:die Sprecher:in der Arbeitsgruppe berichtet der Plattform laufend über die Aktivitäten in diesen Foren. Anlassbezogen können auch Mitglieder diesen Foren als Referent:innen oder Ansprechpersonen in die Plattform eingeladen werden. Diese Einladungen erfolgen durch die:den Sprecher:in der Arbeitsgruppe.
- AP 1.4.b Laufende Einbindung thematisch angrenzender Foren
  - Die Arbeitsgruppe informiert sich laufend über die Aktivitäten in diesen Foren und berichtet über deren wichtige Geschehnisse in der Plattform. Soweit die Plattform konkrete Kooperationen mit diesen Foren anstrebt, können Mitglieder dieser Foren anlassbezogen in die Plattform eingeladen werden.

### **Aufgabe 1.5 Vermittlung möglicher Kooperationen zwischen den Sektoren in konkreten Projekten und Fragestellungen**

- AP 1.5.a Vermittlung von interdisziplinären Fragestellungen aus Wirtschaft, Chemiepolitik und NGOs an die Wissenschaft: Vorschlag für ein Kommunikationsformat entwickeln
  - Ein konkreter Vorschlag für ein Format, das eine Kommunikation zwischen Wirtschaft, Chemiepolitik und NGOs und der Wissenschaft über interdisziplinäre Fragestellungen der Grünen Chemie ermöglicht, wird von der Arbeitsgruppe entwickelt. Bei der Entwicklung des Vorschlages werden insbesondere ähnliche

- bereits bestehende Kommunikationsplattformen recherchiert und berücksichtigt. Dieser Vorschlag wird in der Plattform diskutiert und nach Annahme umgesetzt.
- AP 1.5.b Vermittlung von wissenschaftlichen Projekten an potenziell interessierte Unternehmen
    - Um die Kommunikation zwischen wissenschaftlichen Projekten und potenziell interessierten Unternehmen herzustellen und mögliche Kooperationen zu vermitteln, wird ein konkreter Vorschlag für ein Format entwickelt. Dieser Vorschlag wird in der Plattform diskutiert und nach Annahme umgesetzt.

## Ziel 2: Öffentlichkeitsarbeit über Grüne Chemie

### Aufgabe 2.1 Logo für die Plattform *Grüne Chemie* gestalten

- AP 2.1.a Logo für die Plattform *Grüne Chemie* gestalten
  - Die Arbeitsgruppe entwickelt einen Gestaltungsvorschlag für ein Logo für die Plattform, stellt diesen in der Plattform vor und finalisiert ihn in Abstimmung mit der Plattform. Dabei ist sowohl auf die technische Machbarkeit als auch auf die Rahmenvorgaben des BMK und des Umweltbundesamtes Bedacht zu nehmen.

### Aufgabe 2.2 Texte der Plattform für Presseaussendungen, die Website oder einschlägige andere Formate erstellen

- AP 2.2.a Texte der Plattform für Presseaussendungen, die Website oder einschlägige andere Formate erstellen und mit der Plattform abstimmen
  - Bei Bedarf entwirft die Arbeitsgruppe Texte, gegebenenfalls in Abstimmung mit der Plattform, die anlassbezogen als Presseaussendungen, Website-Texte oder in anderen Formaten veröffentlicht werden. Dabei ist auf Rahmenvorgaben des BMK und des Umweltbundesamtes Bedacht zu nehmen.

### Aufgabe 2.3 Medienpräsenz herstellen

- AP 2.3.a Kontakt zu Medien herstellen
  - Kontakte mit Print- und anderen Medien sollen bei Bedarf hergestellt werden, um Auftrittsmöglichkeiten für die Plattform auszuloten. Über diese Aktivitäten ist laufend in der Plattform zu berichten und gegebenenfalls sind in Abstimmung mit der Plattform konkrete Aktivitäten zu setzen.

- AP 2.3.b Social-Media-Kanäle bedienen und Medienauftritte gestalten
  - Das Potenzial von Auftritten auf verschiedenen Social-Media-Kanälen, wie z. B. YouTube, Instagram, Facebook, wird von der Arbeitsgruppe abgeklärt. Auf dieser Basis sind konkrete Medienauftritte auf den ausgewählten Social-Media-Kanälen zu erstellen und – je nach Format – laufende oder einzelne Veröffentlichungen zu organisieren. Über diese Aktivitäten ist in der Plattform zu berichten und es sind – gegebenenfalls in Abstimmung mit der Plattform und dem Projektteam – konkrete Aktivitäten zu setzen.

## **Aufgabe 2.4 Newsletter erstellen**

- AP 2.4.a Format für einen Newsletter der Plattform gestalten
  - Die Arbeitsgruppe erstellt vorgesehene Inhalte und deren Gliederung für einen Newsletter, der als wichtigstes Informationsmedium über die Arbeiten der Plattform *Grüne Chemie* informieren soll. Gestaltung und Gliederung sind in der Plattform zu präsentieren.
- AP 2.4.b Redaktion des Newsletters
  - Beiträge für die Newsletter werden von den Mitgliedern der Plattform erstellt, an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) übermittelt und vom Redaktionsteam in den Newsletter eingepflegt. Das Redaktionsteam kann auch eigene Beiträge auf Basis der Diskussionen in der Plattform erstellen oder Fremdbeiträge aufnehmen, soweit diese in den Themenbereich passen. Die inhaltliche Orientierung des Newsletters wird laufend von der Plattform beobachtet und gegebenenfalls für künftige Newsletter angepasst.

## **Aufgabe 2.5 Präsenz bei einschlägigen und angrenzenden Veranstaltungen**

- AP 2.5.a Koordination der Präsenz bei einschlägigen und angrenzenden Veranstaltungen
  - Eine wichtige Aufgabe für Mitglieder der Plattform wird es sein, bei einschlägigen und thematisch angrenzenden Veranstaltungen (in Koordination mit Kontakten des AP 1.4.a) als Vertreter:innen bzw. Ansprechpersonen der Plattform präsent zu sein. Die Arbeitsgruppe hat den Auftrag, auf Basis des Veranstaltungskalenders (AP 1.3.b) eine Liste der bei diesen Veranstaltungen vertretenen Plattform-Mitgliedern zu führen bzw. auf die Notwendigkeit einer Vertretung in einer solchen Veranstaltung hinzuweisen.

## **Aufgabe 2.6 Erarbeitung von Repräsentationsmaterial**

- AP 2.6.a Erarbeitung eines Folders Grüne Chemie in Österreich
  - Die Arbeitsgruppe entwirft einen Folder zur Beschreibung der Grünen Chemie und der Ziele und Aufgaben der Plattform *Grüne Chemie* in allgemein verständlicher, an interessierte Lai:innen gerichteter Form. Der Entwurf ist in der Plattform vorzustellen und abzustimmen. Der Folder soll allen Mitgliedern der Plattform als leicht weiterzugebendes bzw. elektronisch zu versendendes Medium zur Verbreitung der Aktivitäten der Plattform dienen. Der Folder wird in deutscher und englischer Sprache erstellt.
- AP 2.6.b Erarbeitung von Vorschlägen für eine Imagekampagne zur Grünen Chemie
  - Das Image der chemischen Industrie ist trotz der tatsächlich erfolgten signifikanten Verbesserungen seit den 1960er- und 1970er Jahren noch immer geprägt durch die Vorstellung rauchender und stinkender Schloten und unsichtbarer, aber sehr gefährlicher Stoffe. Dem setzen viele Firmen ein auf das Label „grün“ abgestelltes Marketing entgegen, das oft bei näherer Betrachtung nicht das hält, was es verspricht („Greenwashing“). Dem sollen die Bemühungen der Plattform gegenüberstehen, eine ernsthafte und forcierte Implementierung der Grünen Chemie in Österreich voranzutreiben. Diese Bemühungen sollten offensiv dargestellt und öffentlich gemacht werden, um ein anderes Bild von Chemiewirtschaft zu zeigen. Aufgabe der Arbeitsgruppe ist es, konkrete Vorschläge für eine auf Fachlichkeit beruhende, aber öffentlichkeitswirksame Präsentation der Grünen Chemie in der Gesellschaft aufzuzeigen und damit der Grünen Chemiewirtschaft ein positives Image zu verleihen.

## **Aufgabe 2.7 Kinderuni zur Grünen Chemie**

- AP 2.7.a Grüne Chemie in die Kinderuni einbringen
  - Bereits bestehende und potenzielle neue Beiträge für die Kinderuni, die die Grüne Chemie repräsentieren können, an den Standorten der Mitglieder der Plattform *Grüne Chemie* werden von der Arbeitsgruppe gesichtet und koordiniert beworben und umgesetzt. Die Beiträge und ihre Rezeption werden dokumentiert und auf der Website der Grünen Chemie gesammelt präsentiert. Die Einträge können laufend um neue thematische Beiträge ergänzt werden. Die Dokumentation soll einen Austausch zwischen den Universitäten ermöglichen und anregen.

## **Aufgabe 2.8 Koordinierung des fachlichen Inputs eines Dokumentationsfilms über Grüne Chemie in Österreich**

- AP 2.8.a Koordinierung des fachlichen Inputs eines Dokumentationsfilms über Grüne Chemie in Österreich
  - Das BMK wird die Medienabteilung der BOKU beauftragen, eine filmische Dokumentation über die Grüne Chemie in Österreich zu gestalten. Der Film soll einen wesentlichen Beitrag zur Bekanntmachung der Grünen Chemie in Österreich leisten und allen Mitgliedern der Plattform für die eigene (Öffentlichkeits-)Arbeit zur Verfügung gestellt werden.
  - Der Film sollte im ersten Halbjahr 2022 realisiert werden und bei der Konferenz am 22. und 23. September 2022 (vgl. AP 3.4.9.d) im Rahmen des Begleitprogramms gezeigt werden.
  - Aufgabe der Arbeitsgruppe ist die inhaltliche Vorbereitung und die fachliche Begleitung der Filmaufnahmen. Gegebenenfalls sollten auch konkrete Rollen im Film übernommen oder Fachbeiträge (z. B. in Form von Interviews oder der Vorbereitung von Schauexperimenten) erarbeitet werden.

## **Ziel 3: Stärkung der *Grünen Chemie* in den Bereichen**

### **Aufgabe 3.0 Anlaufstellen für die einzelnen Sektoren einrichten (Kommunikation und Koordinierung)**

Die von jedem Sektor genannte Anlaufstelle ist festzuhalten, auf der Website anzugeben und aktuell zu halten. Sie sind Ansprechpersonen für Anfragen von Dritten und kommunizieren an die Plattform. Ansprechpersonen gibt es für die Bereiche:

- AP 3.0.a Anlaufstelle (Ansprechperson) für Forschung
- AP 3.0.b Anlaufstelle (Ansprechperson) für Tertiären Bildungssektor
- AP 3.0.c Anlaufstelle (Ansprechperson) für Wirtschaft und Industrie
- AP 3.0.d Anlaufstelle (Ansprechperson) für Stakeholder
- AP 3.0.e Anlaufstelle (Ansprechperson) für Verwaltung
- AP 3.0.f Anlaufstelle (Ansprechperson) für Primären und Sekundären Bildungssektor
- AP 3.0.f Anlaufstelle (Ansprechperson) für Außeruniversitäre Forschung

## **Ziel 3.1: Österreich als tertiären Ausbildungsstandort für Grüne Chemie etablieren**

### **Aufgabe 3.1.1 Aufbau eines Masterlehrganges und Doktoratsstudiums Grüne Chemie in Wien**

- AP 3.1.1.a Erarbeitung – Konzept und Implementierung eines Masterlehrganges und eines Doktoratsstudiums Grüne Chemie in Wien
  - Die Arbeitsgruppe entwickelt die Grundzüge und die inhaltliche Ausgestaltung eines interuniversitären Masterlehrgangs sowie die Bewertung der zu absolvierenden Lehrveranstaltungen, Aufstellung der notwendigen Ressourcen und Koordinierung der Implementierung.
- AP 3.1.1.b Erarbeitung eines Positionspapiers
  - Die Arbeitsgruppe erstellt ein Positionspapier der Plattform, in dem die Notwendigkeit der Etablierung des Masterlehrganges und – im Hinblick auf die erforderlichen Lehr-Ressourcen – eines Doktorandenseminars in Wien dargelegt und die Grundzüge des geplanten Lehrgangs dargestellt werden. Die Erstellung erfolgt in enger Abstimmung mit der Arbeitsgruppe des AP 3.1.1.a.

### **Aufgabe 3.1.2 Grüne Chemie thematisch in der Lehre verankern**

- AP 3.1.2.a Erhebung der Ist-Standes von Lehrinhalten zu Themen der Grünen Chemie
  - Um einen Überblick über die universitäre Lehre zu Grüner Chemie in Österreich zu erhalten, sollen alle Institutionen des tertiären Bildungsbereichs, an denen Grüne Chemie unterrichtet wird, erfasst und die Studiengänge, Module bzw. Lehrveranstaltungen und deren Inhalte dokumentiert werden. Diese Dokumentation umfasst nicht ausschließlich die Grüne Chemie an sich, sondern auch die Grüne Chemie in den Bereichen „Nachhaltigkeit“, „Nachhaltige Material- und Produktentwicklung“, „Ressourcennutzung und Stoffkreisläufe“. Zusätzlich soll mit Expert:innen des sekundären Bildungsbereichs Kontakt aufgenommen werden und Austausch und Abstimmung zwischen den beiden Bildungssektoren zur Lehre über die Grüne Chemie erfolgen.
- AP 3.1.2.b Grüne Chemie in bestehenden Curricula stärken und in Vorlesungen integrieren
  - Aufbauend auf den Ergebnissen von AP 3.1.2.a. erstellt die Arbeitsgruppe thematische Vorschläge und konkrete inhaltliche Unterlagen für die Aufnahme der Grünen Chemie in bestehende, fachlich dafür geeignete Curricula und

(fächerübergreifende) Vorlesungen und bringt sie den betreffenden Institutionen näher. Der Fokus liegt auf der Erarbeitung zusätzlicher theoretischer und praktischer Inhalte zur Grünen Chemie und der Kommunikation mit Lehrinstituten verschiedener Bildungseinrichtungen.

### **Aufgabe 3.1.3 Kooperationen zwischen Universitäten und Fachhochschulen fördern**

- AP 3.1.3.a Vorschläge für die Zusammenarbeit zwischen Universitäten und Fachhochschulen ausarbeiten
  - Die Arbeitsgruppe stellt Kontakte zwischen interessierten Ansprechpersonen an Universitäten und Fachhochschulen her und initiiert eine Diskussion, aus der konkrete Vorschläge für eine Zusammenarbeit entwickelt werden. Die Ergebnisse dieses Gedankenaustausches werden der Plattform vorgestellt und sollten (im Rahmen neuer Arbeitspakete) in konkreten Aktivitäten oder Kooperationen im Bereich Grüne Chemie umgesetzt werden.

### **Ziel 3.2: Grüne Chemie verstärkt in die primäre und die sekundäre Bildungsstufe einbringen**

Die Implementierung von Themen der Grünen Chemie in den primären und sekundären Bildungssektor sollte dazu beitragen, dass Lehrende und Lernende durch das eigene Urteilen und Handeln zur Erhaltung der lebendigen Vielfalt auf dem Planeten Erde beitragen. Dementsprechend sollen Lerngelegenheiten für Lehrende und Lernende entwickelt und bereitgestellt werden, die auf der Basis von Fragestellungen, Methoden und Erkenntnissen aus der Grünen Chemie kritisches Denken, Reflexionsfähigkeit und verantwortliches Handeln jeder und jedes Einzelnen fördern.

### **Aufgabe 3.2.1 Konkrete Vorschläge zur Integration der Grünen Chemie in primärer und sekundärer Bildungsstufe**

- AP 3.2.1.a Positionspapier zur Verankerung der Grünen Chemie in den MINT-Fächern
  - Gemeinsam mit Expert:innen anderer MINT-Fächer entwirft die Arbeitsgruppe Strategien für die Verankerung von Themen der Grünen Chemie im naturwissenschaftlichen Unterricht. Um dies zu erreichen, sind längerfristig angelegte Fortbildungskonzepte notwendig, die den Aufbau von Professional Communities of Practice (Personen aus Schulpraxis, Lehrer:innenbildung, Grüner Chemie) anregen und begleiten. Durch den Aufbau solcher Professional

Communities of Practice soll gewährleistet werden, dass Fragestellungen, Inhalte und Methoden der Grünen Chemie kennengelernt und mit Blick auf schulische Bildung angewendet, gemeinsam reflektiert und weiterentwickelt werden. Auf diese Weise kann eine größere Nachhaltigkeit erreicht werden.

- AP 3.2.1.b Laborversuche für die Schule
  - Die Arbeitsgruppe sammelt und erstellt konkrete Vorschläge für Laborversuche zur Grünen Chemie für den Einsatz in österreichischen Grund- und höheren Schulen. Diese Vorschläge werden der Plattform präsentiert und im Einvernehmen mit der Plattform auf die dafür vorgesehene Website gestellt. Darüber hinaus wird die Arbeitsgruppe Vorschläge erarbeiten, in welchen Formaten diese Materialien in Österreich gegebenenfalls neu erstellt, verbreitet und an interessierte Schulen bzw. Lehrende herangetragen werden können.
- AP 3.2.1.c Unterrichtssequenzen und -materialien für die Schule
  - Die Arbeitsgruppe sammelt und arbeitet konkrete Vorschläge für Unterrichtssequenzen und -materialien zur Grünen Chemie für den Einsatz in österreichischen Grund- und höheren Schulen aus. Diese Vorschläge werden der Plattform präsentiert und im Einvernehmen mit der Plattform auf die dafür vorgesehene Website gestellt. Darüber hinaus wird die Arbeitsgruppe Vorschläge erarbeiten, in welchen Formaten diese Materialien in Österreich gegebenenfalls neu erstellt, verbreitet und an interessierte Schulen bzw. Lehrende herangetragen werden können. Unterrichtsmaterialien des VCÖ sollen für den Experimentalunterricht in Volksschulen („Volksschul-Koffer“) bereitgestellt werden.

### **Aufgabe 3.2.2 Fortbildungskonzepte für Lehrer:innen**

- AP 3.2.2.a Expert:innenwissen zur Grünen Chemie für Lehrer:innen
  - Für Lehrer:innen an österreichischen Grund- und höheren Schulen sollen Fragestellungen, Methoden und Erkenntnisse aus dem Themengebiet der Grünen Chemie durch Expert:innen aus erster Hand erfahrbar gemacht werden. Dies kann in Form von Vorträgen, Workshops, längerfristig angelegten Fortbildungsveranstaltungen und/oder individuellen Kooperationen umgesetzt werden. Dadurch kann die Motivation erhöht werden, entsprechende Unterrichtseinheiten in den eigenen Unterricht zu integrieren. Informationen über entsprechende Angebote werden der Plattform präsentiert und im Einvernehmen mit der Plattform über die dafür vorgesehene Website verfügbar gemacht.

### **Aufgabe 3.2.3 Grüne Chemie ins Wahlpflichtfach Chemie und in Vorwissenschaftliche Arbeiten einbringen**

- AP 3.2.3.a Konzept zur Integration von Themen der Grünen Chemie in das Wahlpflichtfach Chemie
  - Die Arbeitsgruppe erstellt ein Konzept mit Vorschlägen für die Aufnahme konkreter Themen und Fragestellungen, die der Grünen Chemie zuzuordnen sind und in das bestehende Wahlpflichtfach Chemie eingeordnet werden könnten.
- AP 3.2.3.b Themen für Vorwissenschaftliche Arbeiten oder Projektarbeiten aus der Grünen Chemie
  - Die Arbeitsgruppe erstellt einen Themen- bzw. Fragenpool für Vorwissenschaftliche Arbeiten und Projektarbeiten mit Grüner Chemie. Darüber hinaus werden Kontaktadressen zu Expert:innen, die fachliche Unterstützung bieten, aufgelistet. Themen- bzw. Fragenpool und Kontaktdaten werden der Plattform präsentiert und im Einvernehmen mit der Plattform über die dafür vorgesehene Website verfügbar gemacht.
- AP 3.2.3.c Prämierung Vorwissenschaftlicher Arbeiten zur Grünen Chemie
  - Die jährliche Prämierung bester Vorwissenschaftlicher Arbeiten durch den Verband der Chemielehrer:innen Österreichs soll um eine Würdigung der besten Arbeit aus dem Themengebiet der Grünen Chemie erweitert werden. ([hp.vcoe.or.at/web/index.php/veranstaltungen/praemierung.html](http://hp.vcoe.or.at/web/index.php/veranstaltungen/praemierung.html))

### **Aufgabe 3.2.4 Grüne Chemie in die Chemieolympiade einbringen**

- AP 3.2.4.a Aufgabenstellungen zur Grünen Chemie für Chemieolympiaden recherchieren und aufbereiten
  - Bereits erprobte Arbeitsanleitungen für Praxisaufgaben im Rahmen von Kursen, Landes- oder internationalen Wettbewerben sollen auf ihre Eignung für die Grüne Chemie untersucht, gegebenenfalls adaptiert, ergänzt und als relevant für die Grüne Chemie gekennzeichnet werden. Ähnlich sollten auch theoretische Aufgaben, in denen z. B. neue Synthesewege aus der Grünen Chemie aufgezeigt werden, recherchiert und durch entsprechende Hinweise an Lehrer:innen vermittelt werden. Die Ergebnisse sollten über das Bundeswettbewerbsteam an die Kolleg:innen, die Kurse leiten, weitergegeben werden. Dies geschieht insbesondere beim Seminar für Chemieolympiade-Kursleiter:innen (veranstaltet von der PH Steiermark).

## **Ziel 3.3: Forschung im Bereich der Grünen Chemie fördern**

### **Aufgabe 3.3.1 Grüne Chemie als Schwerpunkt in Forschungsprogramme (national und EU-weit) einbringen**

- AP 3.3.1.a Thematische Eingliederung der Grünen Chemie in nationale Forschungsprogramme oder -strategien
  - Ein Positionspapier soll erstellt werden, das die Bedeutung von Forschungsschwerpunkten zur Grünen Chemie im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele der Regierung aufzeigt. Darüber hinaus sind in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Kontaktpersonen (siehe AP 3.3.3.a) konkrete Vorschläge zu erarbeiten, wie diese Zielsetzung im Rahmen der aktuellen Förderungsinstrumente und -strategien eingebracht werden kann. Das Positionspapier ist in der Plattform vorzustellen und mit ihr abzustimmen.
- AP 3.3.1.b Thematische Eingliederung der Grünen Chemie in EU-Forschungsprogramme oder -strategien
  - Die Arbeitsgruppe erstellt ein Positionspapier, in dem die Bedeutung von Forschungsschwerpunkten zur Grünen Chemie im Hinblick auf die Nachhaltigkeitsziele des europäischen Grünen Deals aufgezeigt werden. Darüber hinaus sind in Zusammenarbeit mit den entsprechenden Kontaktpersonen konkrete Vorschläge zu erarbeiten, wie diese Zielsetzung im Rahmen der aktuellen Förderungsinstrumente und -strategien der EU eingebracht werden kann (als Beispiel kann die niederländische Initiative Safe Chemicals Innovation Agenda im Rahmen von Horizon 2020 dienen). Das Positionspapier sollte in englischer Sprache verfasst, in der Plattform vorgestellt und mit ihr abgestimmt werden.

### **Aufgabe 3.3.2 Forschungsschwerpunkte zur Grünen Chemie etablieren**

- AP 3.3.2.a Erarbeitung eines Positionspapiers zur Bedeutung der Grünen Chemie als Forschungsschwerpunkt in Österreich
  - Es soll ein Positionspapier erarbeitet werden, in dem (auch unter Hinweis auf vergleichbare internationale Beispiele) die Bedeutung der Verankerung der Grünen Chemie als Forschungsschwerpunkt in den österreichischen Universitäten, den Fachhochschulen und den außeruniversitären Forschungseinrichtungen aufgezeigt wird und angeregt wird, in den naturwissenschaftlich orientierten Hochschulen Professuren zu den Themen Grüne Chemie, nachhaltiges Produktdesign, alternative nachhaltige Materialien, Produktionsprozesse etc.

einzurichten. Das Positionspapier ist in der Plattform vorzustellen und mit ihr abzustimmen.

### **Aufgabe 3.3.3 Ansprechpersonen in verwandten Forschungsbereichen identifizieren**

- AP 3.3.3.a Erstellung einer Liste von österreichischen Wissenschaftler:innen der Grünen Chemie
  - Die Arbeitsgruppe erstellt eine Kontaktliste der in Österreich in Forschungsbereichen der Grünen Chemie oder nahe verwandten Forschungsbereichen, wie Biotechnologie, Green Toxicology etc., tätigen Wissenschaftler:innen an Universitäten, Fachhochschulen, außeruniversitären oder betrieblichen Forschungsstellen. Diese Liste soll Name, Adresse, Telefonnummer, E-Mail-Adresse und Links zu den betreffenden Personen und ihren Forschungsgebieten bzw. Institutionen umfassen. Diese Kontaktliste ist aktuell zu halten, auf der Homepage zu veröffentlichen und muss den Vorgaben der DSGVO entsprechen.

### **Aufgabe 3.3.4 Netzwerk für Masterarbeiten in der Industrie bilden**

- AP 3.3.4.a Börse für Themen für Masterarbeiten zur Grünen Chemie aus der Industrie einrichten
  - Es soll Kontakt mit einschlägigen Unternehmen und Forschungsinstituten aufgenommen werden, die im Bereich der Grünen Chemie oder ihr nahe verwandten Bereichen tätig sind. Diese Unternehmen und Institutionen sind über die Möglichkeit der Absolvierung von facheinschlägigen Masterarbeiten zu befragen. Die Ergebnisse sind zusammenfassend darzustellen und werden über die Plattform und über ein Portal auf der Website an Hochschulen und Fachhochschulen und ihre Studierenden vermittelt. Die abgeschlossenen Masterarbeiten sind ebenfalls auf der Website zu veröffentlichen.

## **Ziel 3.4: Grüne Chemie in der Wirtschaft ausbauen**

### **Aufgabe 3.4.1 Die österreichische Chemiewirtschaft auf dem Weg zur Klimaneutralität**

- AP 3.4.1.a Gesamtheitliche Darstellung der Erfolge der österreichischen Chemiewirtschaft auf dem Wege zur Klimaneutralität
  - Das österreichische Regierungsprogramm sowie der Grüne Deal der EU stellen die österreichische Chemiewirtschaft vor die Aufgabe der Dekarbonisierung. Aufgabe dieses Arbeitspaketes ist es, eine geeignete Form der Darstellung zu entwickeln, um die Bemühungen, Fortschritte und Erfolge der Chemiewirtschaft auf diesem Weg zu beschreiben. Auf der Plattform soll laufend gemäß diesem Format berichtet werden.

### **Aufgabe 3.4.2 Best-Practice-Beispiele zur Grünen Chemie aus der österreichischen Wirtschaftslandschaft**

- AP 3.4.2.a Sammlung und Aufzeichnung von Best-Practice-Beispielen zur Grünen Chemie aus der österreichischen Wirtschaftslandschaft
  - Über die Plattformmitglieder und externe Ansprechpersonen identifiziert die Arbeitsgruppe Best-Practice-Beispiele zur Grünen Chemie aus der österreichischen Wirtschaftslandschaft, stellt diese zusammenfassend dar und aktualisiert sie laufend. Die Ergebnisse werden von der Plattform angenommen und in einer mit der Plattform abgestimmten Form publiziert (auch auf der Website, siehe AP 1.3.d).

### **Aufgabe 3.4.3 Erarbeitung und Präsentation von Lösungsansätzen**

- AP 3.4.3.a Workshops und Seminare zur Erarbeitung und Präsentation von Lösungsansätzen organisieren
  - Die Vorbereitung und Organisation von Workshops und Seminaren für Unternehmen, bei denen konkrete Lösungsansätze zur Umsetzung der Grünen Chemie in der Wirtschaft präsentiert und diskutiert werden, ist Ziel dieses Arbeitspaketes. Dies wären beispielsweise „Green and Sustainable Chemistry Bootcamps“-Veranstaltungen mit John Warner.
- AP 3.4.3.b Koordination von gezielten Projekten der Plattform mit einzelnen Unternehmen

- Soweit sich dies aus AP 3.4.3.a ergibt, sind Kontakte zu interessierten Unternehmer:innen herzustellen. Vorschläge für eine konkrete Zusammenarbeit mit diesen Unternehmen zu Themen der Grünen Chemie in Projekten und Aktivitäten sind zu organisieren und in der Plattform vorzustellen. Die Ergebnisse werden zusammenfassend dargestellt und auf der Website präsentiert.

#### **Aufgabe 3.4.4 Ausbildung von Expert:innen, die Unternehmen im Übergang zur Grünen Chemie beraten**

- AP 3.4.4.a Organisation von Seminaren und Workshops zur Ausbildung von Expert:innen, die Unternehmen im Übergang zur Grünen Chemie beraten
  - In Kooperation mit den Mitgliedern der Plattform und externen Ansprechpersonen sind Seminare und Workshops zu organisieren, in denen geeignete Vortragende Expert:innen (Multiplikator:innen) ausbilden, die Unternehmen im Übergang zur Grünen Chemie beraten.

#### **Aufgabe 3.4.5 Verbindung zu relevanten (inter)nationalen Industrieplattformen**

- AP 3.4.5.a Verbindung zu relevanten (inter)nationalen Industrieplattformen herstellen
  - Die Arbeitsgruppe sucht sowohl im nationalen als auch im internationalen Umfeld nach ähnlichen Plattformen, stellt Kontakt her und berichtet in der Plattform über relevante Geschehnisse, um allfällige gemeinsame Aktivitäten diskutieren zu können.

#### **Aufgabe 3.4.6 Factsheets zu einzelnen grünen Produkten, Chemikalien, Ersatzstoffen**

- AP 3.4.6.a Erstellung von Factsheets zu einzelnen grünen Produkten, Chemikalien und Ersatzstoffen und Aufzeigen von Marktpotenzial
  - Aufgabe ist es, ein Format zu entwickeln, das für ein Factsheet dienen kann, das grüne Produkte, Chemikalien und Ersatzstoffe darstellt. Dabei sind sowohl die relevanten Eigenschaften des Produkts, der Chemikalie oder des Ersatzstoffes im Hinblick auf die Ziele der Grünen Chemie aufzuzeigen als auch mögliche Verwendungen und Marktpotenziale. Die Ergebnisse aus den Arbeitspaketen zu Ziel 4 sind zu beachten. Das Format ist in der Plattform zu präsentieren und mit ihr abzustimmen. Ausgearbeitete Factsheets sollen auf der Website veröffentlicht werden.

### **Aufgabe 3.4.7 Alternative Wirtschaftsformen und Geschäftsmodelle darstellen**

- AP 3.4.7.a Darstellung alternativer Wirtschaftsformen und Geschäftsmodelle
  - Die moderne Konsumgesellschaft unterliegt einer Vielzahl von Wertvorstellungen, unbewussten Zwängen und häufig unreflektierten Rahmenbedingungen, die den Nachhaltigkeitszielen widersprechen. Die Aufgabe ist es, hierzu Alternativen aufzuzeigen und deren Umsetzungspotenzial darzulegen. Als Beispiel können sowohl alternative Geschäftsmodelle, wie Chemical Leasing, oder sozialutopische Modelle (z. B. Sharing economy) genannt werden. Die einzelnen Modelle sind kurz zusammenzufassen und in einem Papier mit Referenzen zur wichtigsten Literatur darzustellen. Das Papier wird der Plattform regelmäßig präsentiert und dient ihr als Anregung für vertiefende Diskussionen. Auch eine Veröffentlichung auf der Website ist möglich.

### **Aufgabe 3.4.8 Steuernde und regulatorische Ansätze zur Implementierung der Grünen Chemie in der Wirtschaft**

- AP 3.4.8.a Finanzielle Anreize zur Umsetzung Grüner Chemie in der Wirtschaft schaffen
  - Die Arbeitsgruppe zeigt unter den in Österreich gegebenen Rahmenbedingungen Möglichkeiten auf, wie Unternehmen finanzielle Anreize (z. B. steuerliche Erleichterungen) nutzen können, um Ziele und Grundsätze der Grünen Chemie in ihre Unternehmensziele zu integrieren. Die Vorschläge sind in einem Papier zusammenzufassen und in der Plattform vorzustellen.
- AP 3.4.8.b Anknüpfungspunkte im Rahmen der Umweltförderung im Inland (UFI) schaffen
- Aus AP 3.4.2.a sind allgemeine Investitionsprojektkategorien abzuleiten –was in bestimmten Betrieben zu tun ist und welche Investitionen dazu erforderlich sind. Wenn diese Investitionen bekannt sind, sollte überlegt werden, welche Umwelteffekte damit ausgelöst werden können (Klimabelastung senken, gefährliche Abfälle reduzieren etc.). Mit diesen Effekten könnte ein Förderungsschwerpunkt in der UFI argumentiert werden.
- AP 3.4.8.c Maßnahmenvorschläge für die Integration der Grünen Chemie in die neue europäische Chemikalienstrategie erarbeiten
  - Die Europäische Kommission hat im Herbst 2020 im Rahmen des Grünen Deals die „Chemical Strategy for Sustainability“ vorgelegt, die eine große Chance darstellt, die Grundsätze der Grünen Chemie in die Europäische Chemiepolitik

einzubringen. Aufgabe ist es, ein strategisches Positionspapier auszuarbeiten, das nach Abstimmung in der Plattform im europäischen Diskussionsprozess als Grundlage dienen kann.

### **Aufgabe 3.4.9 Konferenz „A Green Chemical Deal“**

- AP 3.4.9 Vor- und Nachbereitung der Konferenz „A Green Chemical Deal“ am 22. und 23. September 2022 in Wien
  - Das BMK veranstaltet gemeinsam mit dem Umweltbundesamt und unmittelbar nach den Österreichischen Chemietagen 2022 der Gesellschaft Österreichischer Chemiker (GÖCH) eine internationale Konferenz mit dem Titel „A Green Chemical Deal“. Der Schwerpunkt liegt auf politischen, regulatorischen und innovativen Entwicklungen für den Chemiesektor im Rahmen des Grünen Deals und den sich daraus ergebenden konkreten Anforderungen an diesen Sektor. In der Konferenz werden die großen Ansprüche des Grünen Deals an die Chemikalienpolitik – sichere Chemikalien, nachhaltige Ressourcennutzung und Integration der Kreislaufwirtschaft – behandelt und die Transformation zur Grünen Chemie als Anliegen thematisiert.

## **Ziel 4: Entwicklung von Bewertungsmaßstäben (Metrik) für die Grüne Chemie**

### **Aufgabe 4.1 Definition und Abklärung des thematischen Umfangs der Grünen Chemie im Rahmen der Plattform**

- AP 4.1.a Definition und Abgrenzung des Begriffes der Grünen Chemie im Rahmen der Plattform erarbeiten
  - Es existiert keine einheitliche Definition der Grünen Chemie. Verschiedene Institutionen, wie OECD, UN, IUPAC etc., haben eigene Definitionen entwickelt, die insbesondere auch auf das Politikumfeld dieser Institutionen abgestellt sind. In der Wissenschaft werden häufig die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie, die von P. Anastas und J. Warner vorgeschlagen wurden, als Ausgangspunkte herangezogen. Industrieunternehmen greifen häufig auf die Nachhaltigkeitsziele der Vereinten Nationen zurück (SDGs), die jedoch keinen unmittelbaren Bezug auf die Chemiewirtschaft nehmen. Aufgabe ist es, gemeinsam mit der Plattform ein Positionspapier zu entwickeln, das den Begriff „Grüne Chemie“ in einer für die

Plattformmitglieder befriedigenden Form umschreibt und als Basis für die Diskussion innerhalb der Plattform sowie für die Außenkommunikation der Plattform als hinreichend klar akzeptiert wird. Dabei sollte einerseits so weit wie möglich an bestehende Definitionen angeknüpft werden, aber auch klare Abgrenzungen von bzw. Übereinstimmungen mit angrenzenden, thematisch überlappenden Politikfeldern getroffen werden. Eine wichtige Teilaufgabe besteht darin, die Schutzziele und die Nachhaltigkeitsziele, die die Plattform verfolgt, zu identifizieren und im Verhältnis zueinander zu bestimmen. Dies schließt auch die eindeutige Abgrenzung zu „Greenwashing“ mit ein sowie die Erarbeitung von Lösungsmöglichkeiten bei erkannten Konfliktpotenzialen mit anderen Themenfeldern.

- AP 4.1.b Erstellung einer Mindmap zum Zusammenhang Grüne Chemie und Green Toxicology
  - Die Arbeitsgruppe entwirft eine leicht lesbare hierarchische Mindmap zu den Zusammenhängen des Begriffs der Grünen Chemie mit den aktuellen Europäischen Policy-Initiativen inklusive Green Toxicology (i. e. auf allen Ebenen nachhaltiger toxikologischer In-vitro- und In-silico-Testmethodik). Diese leistet einen wichtigen Beitrag zu anderen Arbeitspaketen (z. B.: AP 3.3.1a/b, AP 3.3.3a, AP 3.4.6a., AP 3.4.7., AP 3.4.8.c, AP 4.1.a).

## **Aufgabe 4.2 Bestehende Bewertungssysteme zur Grünen Chemie recherchieren und auf ihr Potenzial analysieren**

- AP 4.2.a Studie über bestehende Bewertungssysteme und deren Einsatzpotenzial
  - Bereits bestehende Bewertungssysteme der nachhaltigen bzw. Grünen Chemie werden in diesem Arbeitspaket recherchiert und dargestellt. Ihr Einsatzpotenzial – insbesondere auch im Lichte des AP 4.1.a – ist zu bewerten. Als Beispiele für bestehende Ansätze seien der Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“ des deutschen Umweltbundesamtes (Ampelsystem mit den Bewertungsabstufungen rot, gelb, grün) und EP&L (Environment Profit and Loss) erwähnt. Das Papier ist eine Ausgangsbasis für AP 4.3.
- AP 4.2.b Erprobung des Leitfadens „Nachhaltige Chemikalien“ des deutschen Umweltbundesamtes in der betrieblichen Praxis
  - Der Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“ des deutschen Umweltbundesamtes (Ampelsystem mit den Bewertungsabstufungen rot, gelb, grün) soll unter realen Produktionsbedingungen in einem chemischen Unternehmen angewendet und die Erfahrungen dokumentiert werden. Voraussetzung ist die Bereitschaft des

Unternehmens, die Ergebnisse des Projekts mit der Plattform zu teilen (erforderlichenfalls unter entsprechenden Vertraulichkeitsvereinbarungen). Die Ergebnisse dieser Erprobung sollen für die Erstellung des Bewertungssystems genutzt werden.

### **Aufgabe 4.3 Erstellung und Erprobung eines Bewertungssystems zur *Grünen Chemie***

- AP 4.3.a Erarbeitung quantitativer Indikatoren zur Bewertung der in Arbeitspaket AP 4.1.a entwickelten Schutz- und Nachhaltigkeitsziele
  - Aufbauend auf dem Ergebnis des AP 4.1.a sind – so weit wie möglich – quantitative Indikatoren zu den darin ermittelten Schutz- und Nachhaltigkeitszielen zu entwickeln. Dabei sind insbesondere die Ergebnisse des AP 4.2 zu berücksichtigen. Das Ergebnis ist in der Plattform vorzustellen und mit ihr abzustimmen.
- AP 4.3.b Vorschlag für ein Bewertungssystem für „grün hergestellte Chemikalien“ ausarbeiten
  - Ausgehend von den in AP 4.3.a entwickelten Indikatoren soll eine Gesamtbewertung für „grün hergestellte Chemikalien“ ausgearbeitet werden, die eine Bewertung einer Chemikalie und somit einen Vergleich zweier Stoffe (unter Einschluss aller für die Grüne Chemie relevanten Faktoren) bezüglich ihrer „grünen“ Eigenschaften erlaubt.
- AP 4.3.c Erproben des entwickelten Bewertungssystems
  - Die Arbeitsgruppe wendet die in AP 4.3.b entwickelte Gesamtbewertung an realen Beispielen aus der angewandten Forschung oder betrieblichen Praxis an. Die Ergebnisse sollen dargestellt und in der Plattform diskutiert werden. Aus diesen Diskussionen sind Verbesserungsvorschläge für die Gesamtbewertung auszuarbeiten.
- AP 4.3.d Überarbeitung und Finalisierung des Bewertungssystems
  - Die in AP 4.3.b entwickelte Gesamtbewertung soll mit den Ergebnissen aus AP 4.3.c überarbeitet und verbessert werden. Danach ist eine nochmalige Erprobung an realen Beispielen sinnvoll und gegebenenfalls eine Wiederholung der Verbesserung und des Testens, bis eine befriedigende finale Version zur Verfügung steht. Über diese Zwischenschritte ist in der Plattform zu berichten und das finale Bewertungssystem ist der Plattform vorzustellen.
- AP 4.3.e Vorschläge für die Anwendung des Bewertungssystems im Rahmen der Europäischen Chemiestrategie für Nachhaltigkeit

- Ausgehend von der in AP 4.3.d entwickelten Gesamtbewertung werden Instrumente entwickelt, die Unternehmen motivieren, auf „grüne“ Herstellungsverfahren umzusteigen. In diesem Zusammenhang wäre sowohl an Zertifizierungssysteme oder eine Anwendung im Rahmen des Umweltzeichens wie auch an eine am Zulassungsverfahren unter REACH orientierte regulatorische Lösung zu denken. Die Vorschläge werden in der Plattform vorgestellt, diskutiert und mit ihr abgestimmt.

# Anhang II: Factsheets – Durchführung und Ergebnisse des Arbeitsprogramms

Im Folgenden werden einzelne Arbeitspakete des Arbeitsprogramms der Plattform *Grüne Chemie* Österreich präsentiert und deren Ergebnisse vorgestellt. Die Durchführung der Arbeitspakete ist dem hohen Engagement der Plattformmitglieder und der Teams, die sich zur Bearbeitung der einzelnen Arbeitspakete zusammengefunden haben, zu verdanken. Zum Zweck der Übersichtlichkeit sind nicht bearbeitete Arbeitspakete des Arbeitsprogramms nicht inkludiert.

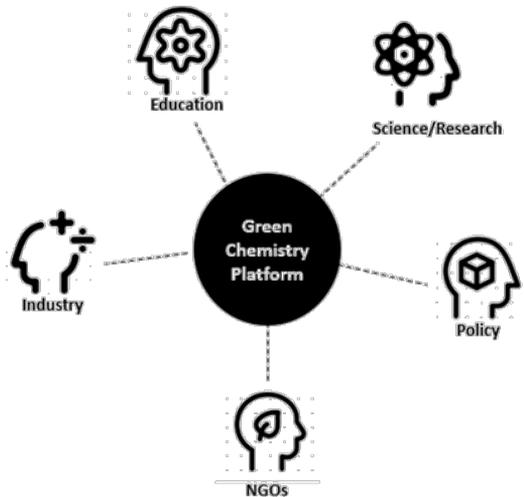
## **Ziel 1: Vernetzung innerhalb und zwischen Forschung, Lehre, Industrie, Stakeholdern und Verwaltung**

### **Aufgabe 1.1: Fachdialog *Grüne Chemie* etablieren und organisieren**

#### **AP 1.1.a Einrichtung Fachdialog *Grüne Chemie* als Teil des österreichischen Risikodialogs**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Der Fachdialog *Grüne Chemie* soll einen möglichst großen Kreis interessierter Expert:innen und Bürger:innen in das Thema und die entsprechenden Diskussionen einbeziehen und deren Ideen, Anliegen und Wünsche aufgreifen.
  - Die Treffen des Fachdialogs *Grüne Chemie*, welche in etwa halbjährlichen Abständen stattfinden, fanden im Rahmen des Risikodialogs bzw. des Dialogs für den Wandel statt.

Abbildung II-1: Austauschformat Fachdialog. Quelle: BMK



- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Der erste Fachdialog *Grüne Chemie* wurde 2019 durchgeführt, worauf im Zeitraum 2020 bis Ende 2022 fünf weitere Fachdialoge folgten.
  - Zur Finanzierung der Fachdialoge wurden im Zuge dieses Projektes Sponsoren für die Durchführung gesucht, was erfolglos blieb. Letztendlich wurden die Fachdialoge als Teil des österreichischen Risikodialogs bzw. des Dialogs für den Wandel eingerichtet.

#### AP 1.1.b Organisation weiterer Fachdialoge

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Die Durchführung des Arbeitspakets beinhaltet – nach Abhalten des ersten Fachdialogs 2019 – die Etablierung und weitere Organisation und Durchführung des Fachdialogs *Grüne Chemie*.
  - Dieser fand seit Beginn sechsmal unter der Beteiligung der interessierten Parteien und Mitgliedern der Plattform (Industrie/Unternehmen, Forschung, Konsument:innen, Stakeholder) statt. Den Rahmen dieser Fachdialoge bildeten Fachvorträge und Diskussionsrunden.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Zu den Fachdialogen wurden Beteiligte der interessierten Parteien Industrie und Unternehmen, Forschung, Konsument:innen sowie Stakeholder eingeladen, der Fachdialog *Grüne Chemie* wurde somit als regelmäßige Veranstaltung etabliert. Die Anzahl der Teilnehmer:innen betrug meist ca. 60 Personen, die Arbeiten dazu in den Jahren 2021 und 2022 waren organisatorischer und auch inhaltlicher Art.

- Der zweite Fachdialog – zu Beginn 2020 – stellte eine Fortsetzung des ersten Fachdialogs (2019) dar: In diesem stand die grundlegende Ausrichtung der Plattform im Fokus sowie eine Einführung zu den Grundlagen der Grünen Chemie. Die Präsentationen bezogen sich auf den Status der Grünen Chemie in Österreich in Forschung und Entwicklung, Industrie und Lehre. Die Meinungen der Beteiligten zu Hindernissen, zur zukünftigen Gestaltung der Plattform und zu Projekten wurden ausgelotet. Diskussionsrunden im World-Café-Format erarbeiteten die Grundlage für die zukünftigen Ziele und die kommende Gestaltung von Aktionen und Veranstaltungen zum Thema Grüne Chemie.
- Der dritte Fachdialog legte den Schwerpunkt auf die Erarbeitung der konkreten Ziele des Arbeitsprogramms Grüne Chemie, das in der Plattform laufend diskutiert und adaptiert wird. Zudem wurde dem Wunsch nach Institutionalisierung des Themas Grüne Chemie in Österreich nachgekommen, indem der Plan entworfen wurde, die Plattform *Grüne Chemie* einzurichten, als Gremium von Interessensvertreter:innen zur Erreichung der Ziele des Arbeitsprogramms.
- Auch die folgenden vier Fachdialoge gestalteten sich aus Fachvorträgen, Kurzberichten zur Bearbeitung des Arbeitsprogramms und Diskussionsrunden der Teilnehmer:innen.
- Diese Fachdialoge wurden jeweils einem bestimmten Teilaspekt der Grünen Chemie gewidmet, auf den sich die Fachvorträge fokussierten: Möglichkeiten zur Bewertung von Grüner und Nachhaltiger Chemie und Life Cycle Assessment (LCA), Entwicklungen in der Biotechnologie zur Synthese nachhaltiger Chemikalien und Digitalisierung als Tool zur Entwicklung Grüner Chemie. Im Rahmen dieser Themen umfassten die unterschiedlichen Vorträge sowohl theoretische Konzepte der verschiedenen Aspekte der Grünen Chemie als auch EU-weite Entwicklungen der Grünen Chemie, Forschungsschwerpunkte an den Universitäten und Umsetzungsbeispiele aus der Industrie.
- Im Rahmen der Fachdialoge wurden Umfragen, Wortwolken u. Ä. unter den Teilnehmer:innen durchgeführt. Diese ermöglichten es den Organisator:innen, auf Wunschthemen einzugehen und die Fachdialoge entsprechend dem Interesse der Teilnehmer:innen zu gestalten.

## **Aufgabe 1.2: Plattform *Grüne Chemie* etablieren und organisieren**

### **AP 1.2.a Nominierung in die Plattform *Grüne Chemie***

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Die Plattform *Grüne Chemie* wurde als Arbeitsgremium mit einem ausgewogenen Verhältnis von Mitgliedern aus allen Sektoren und Bereichen, die an der Grünen Chemie interessiert sind, etabliert. In diesem Gremium werden die Bearbeitung der Arbeitspakete und Projektideen, die im Fachdialog und in der Plattform entstehen, koordiniert.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Für die Einrichtung der Plattform *Grüne Chemie* wurden Mitglieder nominiert, die ein ausgewogenes Verhältnis aus allen Sektoren und Bereichen darstellen und an der Etablierung der Grünen Chemie in Österreich interessiert sind. Die derzeit (Stand Dezember 2022) ca. 60 nominierten Mitglieder decken verschiedene Bereiche ab, wie z. B. den sekundären und tertiären Bildungssektor, Universitäten und die außeruniversitäre Forschung, Unternehmen, Verwaltung, den Arbeitnehmer:innenschutz und NGOs. Für die Plattform wurde auch eine Mitgliederstruktur (Untergruppen) erarbeitet, die jeweils Verantwortung für Teilbereiche des Arbeitsprogramms der Plattform übernehmen.

### **AP 1.2.b Einrichtung der Plattform *Grüne Chemie***

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Mit der Plattform *Grüne Chemie* aus Vertreter:innen unterschiedlicher Interessensgruppen wurde eine entscheidungsfähige Expert:innengruppe eingerichtet, um Ziele und Projekte der Grünen Chemie in Österreich zu initiieren, zu unterstützen und voranzutreiben. Die Plattform soll u. a die Umsetzung des im Regierungsprogramm verankerten nationalen Arbeitsprogramms für Grüne Chemie koordinieren und maßgeblich bei dessen Durchführung beteiligt sein. Zusätzlich dient die Plattform als Beratungsgremium für die Bundesministerin, d. h. es wird zu unterschiedlichen Themenschwerpunkten Stellung bezogen und einschlägige Maßnahmenvorschläge werden für die Bundesregierung ausgearbeitet.
  - Diskussions- und Entscheidungsthemen können innerhalb der Plattform durch Arbeitsgruppen vorbereitet werden, zu welchen auch externe Expertise herangezogen werden kann.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Die Einrichtung einer Plattform Grüne Chemie wurde im Rahmen der Diskussionen beim ersten Fachdialog unterstützt, woraufhin die Plattform bei der konstituierenden Sitzung im Juni 2020 ins Leben gerufen wurde. Ihre Einrichtung beinhaltete zudem die Erstellung einer Geschäftsordnung, in der die Ziele und Arbeitsmodalitäten der Plattform festgelegt wurden. Weiters wurde eine Mitgliederstruktur (Untergruppen) erarbeitet und ein Konzeptpapier sowie ein Arbeitsprogramm für die Plattform entworfen.

### **AP 1.2.c Organisation weiterer Sitzungen der Plattform**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - In AP1.2.c wurden inhaltliche und organisatorische Arbeiten zu Treffen der Plattform *Grüne Chemie* durchgeführt, Schwerpunkte gesetzt, die Programme erarbeitet, Referent:innen für die Treffen ausgewählt und Protokolle und Berichte erstellt. Expert:innen des Umweltbundesamts nahmen an den Veranstaltungen teil und präsentierten relevante Ergebnisse. Plattformtreffen fanden viermal pro Jahr statt. Seit der konstituierenden Sitzung am 24. Juni 2020 wurden fünf weitere Plattformtreffen organisiert und größtenteils online durchgeführt. Teilnehmer:innen dieser Treffen waren nominierte Mitglieder der Plattform *Grüne Chemie* (PGC). Einige Mitglieder übernahmen Aufgaben des Arbeitsprogramms der PGC. Aufgaben wurden auch von Expert:innen des Umweltbundesamt übernommen und die Ergebnisse in den Plattformtreffen präsentiert.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - **Inhaltliche Vorbereitung:** Zur Durchführung der Plattformtreffen wurde in der Vorbereitung jedes Treffens eine Tagesordnung erstellt, deren Punkte sich aus der Nachbereitung der vorhergehenden Treffen ergaben sowie aus Themen, die sich nach dem jeweiligen Bedarf richteten. Das Arbeitsprogramm, das als zentrales Dokument für die Arbeit der Plattform gilt, wurde im Rahmen der Plattformtreffen vorgestellt und in den folgenden Treffen laufend bearbeitet. Für die Bearbeitung der einzelnen Aufgaben des Arbeitsprogramms wurden Teams gesucht und Sprecher:innen nominiert, die für die Umsetzung der Aufgaben verantwortlich sind und regelmäßig den Arbeitsfortschritt bei den Plattformtreffen kommunizierten.

- Aufgaben, wie z. B. die Erstellung einer Website und die Mitarbeit bei den Arbeiten zu Logo und Film, wurden von Expert:innen des Umweltbundesamts übernommen und die Ergebnisse in den Plattformtreffen präsentiert.
- Im Zuge der Plattformtreffen fand eine Vernetzung der Mitglieder statt, um eine aktive Mitgestaltung und Bearbeitung des Arbeitsprogramms zu fördern und Expert:innenteams für die Bearbeitung der Aufgaben zusammenzustellen.
- Inhaltliche Nachbereitung: Die Nachbereitung der Plattformtreffen beinhaltete stets die Anfertigung eines Protokolls, das Bereitstellen der Unterlagen am „clever workplace“ und eine Auswertung über den Stand der einzelnen Aufgaben sowie die Klärung eines möglichen Unterstützungsbedarfs der Mitglieder für die Bearbeitung der Aufgaben. Zudem wurden Plattformmitglieder über anstehende Veranstaltungen zu neuen Entwicklungen und Aktivitäten in der Grünen Chemie informiert.

### **Aufgabe 1.3: Einrichtung einer Website als Kommunikations- und Informationstool**

#### **AP 1.3.a Einrichtung der Website**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Die Website zur Grünen Chemie (Website anführen/Link) wurde mit folgenden Menüpunkten aufgebaut: Grüne Chemie, Aktivitäten, Bildung, Forschung, Wirtschaft, Veranstaltungen, Kontakt. Diese Bereiche wurden mit entsprechenden Inhalten versehen und laufend aktualisiert.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Zu den Menüpunkten wurden Unterpunkte definiert, die mit einem passenden Teaser und den entsprechenden Inhalten versehen wurden. Je nach Bedarf werden auf der Startseite aktuelle Themen mit kurzen Informationen präsentiert und zu Inhalten auf der Website verlinkt. Unter den unten angeführten Punkten finden sich weiterführende Informationen zu folgenden Schlagworten:
    - **Grüne Chemie:** Begriffserklärung und Definition gemäß Plattform *Grüne Chemie* (PGC); die zwölf Prinzipien der GC; die fünf Ziele der GC; Definitionen anderer Institutionen zur GC; Vorstellung von Institutionen und Universitäten weltweit, die sich dem Thema GC widmen; Literatur (wissenschaftliche Literatur, eingeteilt in Schwerpunktbereiche und „strategische“ Literatur, d. h. Literatur aus dem Policybereich);

- **Aktivitäten:** Vorstellung der PGC und der Plattformtreffen, der Fachdialoge, der Ziele der PGC und ihres Arbeitsprogramms; Unterthemen und Informationen zu den entsprechenden Veranstaltungen bzw. Veröffentlichungen: Newsletter, Fachdialoge, Plattform und Beschreibung der Ziele der PGC und des Arbeitsprogramms der PGC;
- **Bildung:** Verankerung der GC in allen drei Bildungssektoren sowie Weiter- und Fortbildung; primäre/sekundäre Ausbildung und unterschiedliche Initiativen, tertiäre Ausbildung sowie Ausbildungsangebote, Weiter- und Fortbildungsangebote mit Ansprechpersonen in den jeweiligen Bereichen;
- **Forschung:** Vorstellung unterschiedlichster Forschungsprojekte und deren Themen, wie z. B. zu CO<sub>2</sub> als Rohstoff, Grüne Synthesechemie etc. und Möglichkeiten zur Forschungsförderung;
- **Wirtschaft:** Vorstellung von Projekten zur GC, die von Unternehmen umgesetzt werden (z. B.: Carbon2Product).
- **Veranstaltungen:** Hinweise auf kommende und vergangene Veranstaltungen inkl. Links zu entsprechenden Websites, wenn möglich auch zum Nachhören bzw. Nachlesen;
- **Kontaktinformationen:** [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) und Informationen zum Datenschutz, Erstellung eines Impressums.

Nach Erstellung der Website selbst wurde diese bei einem Treffen der PGC den Mitgliedern vorgestellt und angenommen und wird seither stets aktuell gehalten.

### **AP 1.3.b Erstellung eines Veranstaltungskalenders für die Website und laufende Aktualisierung**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Die fortlaufende Betreuung und Aktualisierung des Veranstaltungskalenders auf der Website ist ein wichtiger Teilbereich des gegenständlichen Projekts. Aktivitäten innerhalb dieses Arbeitspakets umfassen v. a. das Ergänzen neuer Veranstaltungen und das Dokumentieren vergangener Veranstaltungen.
  - Informationen zu aktuellen Veranstaltungen sind verlinkt: [gruenechemieoesterreich.at/veranstaltungen](https://gruenechemieoesterreich.at/veranstaltungen)
  - Im September 2022 fand die von BMK und Umweltbundesamt organisierte internationale Konferenz „A Green Chemical Deal“ statt. Ein Rückblick mit Zusammenfassungen der einzelnen Präsentationen ist unter „Highlights“ zu

finden: [gruenechemieoesterreich.at/veranstaltungen/highlights/a-green-chemical-deal](https://gruenechemieoesterreich.at/veranstaltungen/highlights/a-green-chemical-deal)

- Informationen zu Fachdialogen und Plattformtreffen sind unter Aktivitäten angeführt: [gruenechemieoesterreich.at/aktivitaeten-oesterreich](https://gruenechemieoesterreich.at/aktivitaeten-oesterreich)
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Veranstaltungen von bereits bekannten Organisationen, nach Recherche oder nach Hinweisen von z. B. Plattformmitgliedern, wurden in diese Liste aufgenommen. Wenn Informationen zu Veranstaltungen bekannt wurden bzw. Veranstaltungen stattgefunden haben, erfolgte eine entsprechende Aktualisierung der Website.

### **AP 1.3.c Erstellung und laufende Aktualisierung einer Literaturliste für die Website**

- **Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:**
  - Die fortlaufende Betreuung und Aktualisierung der Literaturliste für die Website sind ein weiterer Teilbereich des gegenständlichen Projekts. Aktivitäten innerhalb dieses Arbeitspakets umfassen v. a. das Ergänzen relevanter Literatur mit Einordnung in strategische und wissenschaftliche Publikationen.
  - Ein Link zur Literaturliste wurde auf der Website bereitgestellt: [gruenechemieoesterreich.at/literatur](https://gruenechemieoesterreich.at/literatur)
  - Prinzipiell wird zwischen inhaltlich strategischen Dokumenten, wie z. B. solchen der Europäischen Kommission, und fachlich-wissenschaftlichen Publikationen unterschieden. Die Unterteilung der fachlich-wissenschaftlichen Literatur erfolgt zurzeit in den folgenden 13 Kategorien (Hinweise zu Literatur werden laufend gesammelt und regelmäßig auf der Website aktualisiert.):
    - Allgemeine Texte zur Grünen Chemie
    - Grüne Chemie im Schulunterricht
    - Metrik
    - Kreislaufwirtschaft
    - Bioökonomie
    - CO<sub>2</sub> als Rohstoff
    - Energiegewinnung und -speicherung
    - Grüne Polymere
    - Grüne Lösungsmittel
    - Grüne Reaktionen
    - Biotechnologie und Biokatalyse
    - Stoffeigenschaften

- Masterarbeiten und Dissertationen
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Um eine umfassende Literaturliste bereitzustellen, wurden laufend Referenzen zu Publikationen aus bekannten Journalen (u. a. Green Chemistry, ACS Sustainable Chemistry, Polymer Chemistry, ACS Catalysis, Sustain Chem Process) sowie von bekannten Expert:innen, die im Bereich der Grünen Chemie Forschung betreiben, auf der Website verlinkt.
  - Um die Website an den wachsenden Inhalt anzupassen, wurden laufend Adaptierungen vorgenommen, z. B. eine Unterteilung der Literatur in fachliche und strategische Literatur. Weiters wurde eine Umstellung der Präsentation der Kategorien in optisch übersichtlichere, ausklappbare Bereiche vorgenommen.

## **Aufgabe 1.5: Vermittlung möglicher Kooperationen zwischen den Sektoren in konkreten Projekten und Fragestellungen**

### **AP 1.5.a Vermittlung von interdisziplinären Fragestellungen an die Wissenschaft: Vorschlag für ein Kommunikationsformat entwickeln**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aufgabe dieses Arbeitspakets unter der Leitung von Andreas Windsperger ist es, einen konkreten Vorschlag für ein Format zu entwickeln, das eine Kommunikation zwischen Wirtschaft, Chemiepolitik und NGOs und der Wissenschaft über interdisziplinäre Fragestellungen der Grünen Chemie ermöglicht. Bei der Entwicklung des Vorschlages werden insbesondere ähnliche bereits bestehende Kommunikationsplattformen recherchiert und berücksichtigt. Dieser Vorschlag wird in der Plattform diskutiert und nach Annahme umgesetzt.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Die Sammlung vorhandener Plattformen, Foren, Vereinigungen wurde durchgeführt. Diese wurden charakterisiert nach:
    - verantwortliche Institution
    - Nationalität, regionaler Schwerpunkt
    - Themenschwerpunkt (Strategieentwicklung, Toxikologie etc.)
    - Typ/Formate der Plattform (Webinare, Kooperation, Cluster etc.)
    - Aufgaben und Interessenslagen (Bündelung, Initiativen etc.)
    - Kommunikationsformate (Workshops, Treffen, Veranstaltungen etc.)

## Ziel 2: Öffentlichkeitsarbeit über Grüne Chemie

### Aufgabe 2.1: Logo für die Plattform Grüne Chemie gestalten

#### AP 2.1.a Logo für die Plattform Grüne Chemie gestalten

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Als ersten Punkt betreffend verstärkte Öffentlichkeitsarbeit wurde vereinbart, einen Gestaltungsvorschlag für ein Logo für die Plattform zu entwickeln, dieses in der Plattform vorzustellen und in Abstimmung mit der Plattform zu finalisieren. Rücksicht musste dabei sowohl auf die technische Machbarkeit als auch auf die Rahmenbedingungen des BMK sowie der Umweltbundesamt GmbH genommen werden. Die Anforderungen an das Logo waren, dass es zu einem Wiedererkennungswert in verwendeten Papieren und Präsentationen beitragen sollte.

Abbildung II-3: Logo Grüne Chemie. Quelle: Umweltbundesamt



- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Bei den ersten Besprechungen wurde vereinbart, dass im Logo die Grundsätze der Grünen Chemie erkennbar sein sollten: energieeffizient, ressourcenschonend, gesundheits- und umweltverträglich. Erste Vorschläge wurden vom Projektteam selbst entworfen, weitere Entwürfe dann von der Präs. 2 des BMK entsprechend den Gestaltungsrichtlinien des Bundes. Aus diesen Entwürfen wählte das Projektteam einen aus und stellte diesen den Plattformmitgliedern vor.
  - Nach einer Diskussion entschloss sich die Plattform, einen externen Grafiker zu beauftragen. Dieser lieferte dann einen Entwurf, der den Wünschen fast aller

Plattformmitglieder entsprach und angenommen wurde. Eine Dokumentation über die erstellten Entwürfe ist auf Anfrage verfügbar.<sup>4</sup>

## **Aufgabe 2.2: Texte der Plattform für Presseaussendungen, die Website oder einschlägige andere Formate erstellen**

### **AP 2.2.a Texte der Plattform für Presseaussendungen, die Website oder einschlägige andere Formate erstellen und mit der Plattform abstimmen**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Die Plattform Grüne Chemie erteilte im AP 2.2.a den Mitgliedern dieses APs den Auftrag, Texte zu entwerfen, die in einschlägigen Formaten veröffentlicht werden sollen. Ziel dabei ist, der Grünen Chemie im Allgemeinen und auch der nationalen Initiative zur Grünen Chemie (Plattform und Fachdialoge) einen größeren Bekanntheitsgrad zu verschaffen.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - In Abstimmung mit dem Projektteam sowie der Pressestelle des Umweltbundesamtes wurde ein Text verfasst, der in der Ausgabe 30/2020 des Absolvent:innen-Magazins „Absolvent\*innenEcho“ der Hochschule für Agrar- und Umweltpädagogik Wien veröffentlicht wurde. Den Beitrag erhalten Sie auf Anfrage<sup>5</sup>.
  - Es wurde mit Vertreter:innen der Öffentlichkeitsarbeit der GÖCH sowie der EULE Wien (Klima- und Umweltbildungsprogramm der Stadt Wien) Kontakt aufgenommen mit dem Ziel, auf deren Plattformen Beiträge zur Grünen Chemie zu veröffentlichen. Weitere Veröffentlichungen entsprechender Beiträge in einschlägigen Formaten werden angestrebt.

## **Aufgabe 2.4: Newsletter erstellen**

### **AP 2.4.a Format für einen Newsletter der Plattform gestalten**

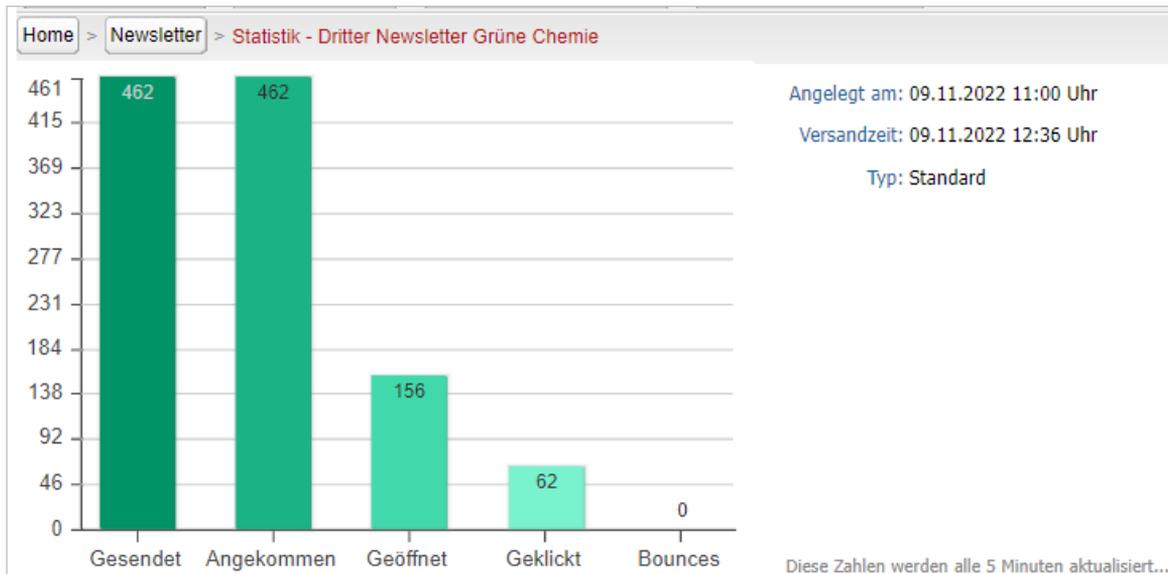
- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
- 

<sup>4</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

<sup>5</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

- Die Arbeitsgruppe hat sich darauf verständigt, ein Format für einen „Newsletter Grüne Chemie“ zu entwerfen, der als wichtigstes Informationsmedium über die Arbeiten der Plattform Grüne Chemie informieren soll. Dieses Format soll mehrere Themenblöcke enthalten, welche jeweils mit Inhalten bestückt werden soll. Die Themenblöcke, auf welche sich die Arbeitsgruppe verständigt hat, tragen die Titel „Aktuelles“, „Neues zu Fachdialog und Plattform“, „Im Fokus“ sowie „Veranstaltungen“. Das fertige Format wurde bei der fünften Sitzung der PGC am 27.01.2021 vorgestellt.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Es wurde vereinbart, den Newsletter einmal pro Quartal zu versenden. Im Folgenden werden die Themenblöcke und deren geplante Inhalte kurz vorgestellt:
    - **Themenblock 1 „Aktuelles“:** Dieser Themenblock bietet den Mitgliedern der PGC (und anderen) Platz, um Projekte, Kollaborationen und Innovationen in Österreich betreffend die Grüne Chemie vorzustellen. Auch Start-ups sollen sich hier vorstellen können. Hier ist die aktive Mitarbeit der Mitglieder der PGC vorgesehen (Ideen für und Beiträge selbst).
    - **Themenblock 2 „Neues zu Fachdialog und Plattform“:** Dieser Themenblock wird in erster Linie vom Projektteam GC befüllt. Dazu sind Informationen rund um die Fachdialoge und die Plattform vorgesehen. Konkret werden so Nachlesen und Ankündigungen von Fachdialogen sowie von abgeschlossenen Arbeitspaketen des Arbeitsprogramms Grüne Chemie präsentiert.
    - **Themenblock 3 „Im Fokus“:** Darin werden Schwerpunktthemen in ausführlicherer Form behandelt. Diese Schwerpunktthemen werden in den Redaktionssitzungen festgelegt. Hier ist ebenso die aktive Mitarbeit der Mitglieder der PGC vorgesehen.
    - **Themenblock 4 „Veranstaltungen“:** In diesem Themenblock werden GC-relevante Veranstaltungen angekündigt und Kurzberichte von besuchten Veranstaltungen zur Verfügung gestellt.
  - Zum Versand des Newsletters sowie zur Erstellung des Newsletter-Formates wurde auf interne Mitarbeiter:innen des Umweltbundesamts sowie ein hausinternes Tool zurückgegriffen.

Abbildung II-4: Zugriffsraten Newsletter, Quelle Umweltbundesamt



- Der Anteil an geöffneten Newsletter von ungefähr einem Drittel liegt schätzungsweise im Durchschnitt, wodurch der Newsletter als erfolgreiches Format zur Informationsweitergabe eingeschätzt wird.
- Ein Überblick über das Format bzw. den Aufbau des Newsletters kann auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden<sup>6</sup>.

#### AP 2.4.b Redaktion des Newsletters

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Zum einen werden Beiträge für die Newsletter von den Mitgliedern der Plattform erstellt und redaktionell in den Newsletter eingepflegt. Das Redaktionsteam kann aber auch eigene Beiträge auf Basis der Diskussionen in der Plattform erstellen oder Fremdbeiträge aufnehmen, soweit diese in den Themenbereich passen. Die inhaltliche Orientierung des Newsletters wird laufend von der Plattform beobachtet und gegebenenfalls für künftige Newsletter angepasst. Das Redaktionsteam setzt sich aus der stellvertretenden Leiterin der Fakultät für Chemie, zuständig für Kommunikation und Presse, einer Mitarbeiterin der Öffentlichkeitsarbeit beim Fachverband der Chemischen Industrie und zwei Mitgliedern des Projektteams Grüne Chemie zusammen.

---

<sup>6</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Bei einer initialen Redaktionssitzung wurde abgesteckt, welches Mitglied des Redaktionsteams welche inhaltlichen Bereiche abdecken wird. Es wurde vereinbart, zur leichten Kommunikation sowie zur Koordination und Planung der Inhalte der Newsletter ein für alle verfügbares und bearbeitbares Dokument zu erstellen. Darin wurden die Ideen und Vorstellungen für Beiträge bereits den vier im Newsletter verfügbaren Themenblöcken „Aktuelles“, „Neues zu Fachdialog und Plattform“, „Im Fokus“ und „Veranstaltungen“ zugeordnet. Etwa sechs bis acht Wochen vor dem Versand der Newsletter wurde von Stephan Leitner jeweils eine Redaktionssitzung einberufen. Bei diesen Treffen wurden die gesammelten Ideen für die Beiträge besprochen und die weitere Vorgehensweise vereinbart. Ein zeitlicher Rahmen für die Erledigung der anstehenden Arbeiten (Verfassen von Beiträgen, Kontaktaufnahme mit entsprechenden Expert:innen) sorgte für die rechtzeitige Erledigung. Jedes der Mitglieder des Redaktionsteams führte infolge seiner Aufgaben eigenständig durch und sendete die selbst oder von Expert:innen verfassten Beiträge bis zum vereinbarten Termin an das Projektteam Grüne Chemie. Die Beiträge wurden in einem ersten Schritt kontrolliert und gegebenenfalls kleineren redaktionellen Anpassungen unterzogen, bevor sie an das Pressteam des Umweltbundesamtes gesendet wurde. Nach Korrektur und Freigabe durch das Pressteam des UBA wurde der Newsletter im entsprechenden Tool erstellt und mithilfe eines kundigen Kollegen versandt.
    - Zusätzlich wurden die Newsletter in den Profilen der sozialen Medien des Umweltbundesamtes beworben.
    - Aufgrund weitgehend übereinstimmender Kontakte wurden die Beitragsthemen mit dem Redaktionsteam des Labornewsletters des Umweltbundesamtes abgesprochen, um Überschneidungen zu vermeiden.
    - Bisher wurden drei Newsletter sowie ein Sondernewsletter zur großen Konferenz „A Green Chemical Deal“ versandt.
    - Von Mitgliedern der PGC wurden leider keine Beiträge geliefert.

## **Aufgabe 2.6: Erarbeitung von Repräsentationsmaterial**

### **AP 2.6.a Erarbeitung eines Folders Grüne Chemie in Österreich**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:

- Um interessierten Lai:innen die Ziele und Aufgaben der Plattform Grüne Chemie in allgemein verständlicher Form zu vermitteln, wurde vereinbart, einen Folder zu entwerfen und nach Abstimmung mit den Mitgliedern der Plattform fertigzustellen. Das Ziel bei der Erstellung des Repräsentationsmaterials war auch, die Grüne Chemie selbst zu beschreiben und infolge den Folder allen Mitgliedern der Plattform als leicht weiterzugebendes und elektronisch versendbares Medium zur Verfügung zu stellen. Damit sollte nicht nur die Grüne Chemie einer breiteren Öffentlichkeit zugänglich gemacht werden, sondern auch die Aktivitäten der Plattform Grüne Chemie. Der Folder wurde in deutscher und englischer Sprache erstellt.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Für die Erstellung des Folders zeigte sich das Projektteam der Grünen Chemie hauptverantwortlich. Miteinbezogen wurde auch die WKO, um die Abstimmung und Kommentierung innerhalb der Wirtschaftskammer bzw. des Fachverbandes der Chemischen Industrie Österreichs (FCIO) zu koordinieren. Das Projektteam des BMK und des Umweltbundesamts erstellte zuerst ein Konzept, welches Vorschläge für Texte, Bilder und Darstellungen enthielt. Es wurde dabei versucht, die Grüne Chemie sowie die Grundsätze der Grünen Chemie kurz und doch prägnant zu vermitteln. Auch die Ziele des Arbeitsprogramms sowie die Fachdialoge und die Plattform mussten darin vorgestellt werden. Dieser Entwurf wurde nach mehreren internen Schleifen inkl. Rückmeldung der FCIO an die ministerielle Abteilung für Öffentlichkeitsarbeit übergeben, welche in weiterer Folge einen Infofolder im Bundeslayout erstellte. Der Folder ist auf Deutsch und auf Englisch auf Anfrage erhältlich<sup>7</sup>.

## **Aufgabe 2.8. Koordinierung des fachlichen Inputs eines Dokumentationsfilms über Grüne Chemie in Österreich**

### **AP 2.8.a Koordinierung des fachlichen Inputs zu einem Dokumentationsfilm über Grüne Chemie in Österreich**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:

---

<sup>7</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

- Im Rahmen der Plattform Grüne Chemie wurde die Medienabteilung der Universität für Bodenkultur Wien (BOKU) zur Gestaltung des Dokumentationsfilmes beauftragt, der für alle Mitglieder der Plattform für die Öffentlichkeitsarbeit zur Verfügung steht. Die Arbeitsgruppe hat die Medienabteilung der BOKU fachlich und inhaltlich unterstützt sowie konkrete Rollen (Interviews, Statements, Fachbeiträge etc.) im Film übernommen. Der Film wurde in einer Lang- und Kurzfassung in den Sprachen Deutsch und Englisch erstellt und auf der Website [gruenechemieoesterreich.at](http://gruenechemieoesterreich.at) verlinkt.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - In der Arbeitsgruppe wurden Aufbau und Inhalt des Films (Drehbuch) gestaltet. Im Anschluss daran haben die Regisseure der BOKU mit den Dreharbeiten begonnen. Die Filmstruktur besteht aus drei Teilen – dem Opener, Big Picture und Schluss:
    - Der Opener besteht aus einem „Honest Commercial“, in dem abwechselnd idyllische und negative Bilder bei dem Einsatz von Chemikalien gezeigt werden. Dazu wurde ein passender Text konzipiert, der von einer weiblichen Computerstimme gesprochen wird.
    - Im Big Picture werden die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie anhand eines Statements von Thomas Jakl erläutert. Außerdem wurde der Begriff „Greenwashing“ mit einem Interview von Klemens Lobnig erklärt. Weiters wurden positive Beispiele des Einsatzes von Chemie in den Bereichen Textilien, Holz, Landwirtschaft und Medizin durch Unternehmens- oder Forschungsprojekte in Österreich aufgezeigt.
    - Im Schlussteil wurde eine hohe Aufmerksamkeit auf die Bildung gelegt, wobei Projekte wie die „Spotting-Science-Stationen“ und der Masterlehrgang „Green Chemistry“ besonders vorgestellt wurden. Im Interview von Susanne Stark wurde die Scan4Chem-App präsentiert. Darüber hinaus wurde die Plattform Grüne Chemie vorgestellt.
  - Mit folgenden Personen wurden Interviews oder Statements durchgeführt: Peter Ertl, Karin Fleck, Hubert Hettegger, Markus Hochegger, Thomas Jakl, Klemens Lobnig, Marko Mihovilovic, Thomas Rosenau, Susanne Stark, Kathrin Weiland.
  - Folgende Unternehmen oder Projekte sind im Film zu finden: Lenzing AG, Vienna Textile Lab GmbH, Uni Wien (Institut für Materialchemie), Münzer Bioindustrie GmbH, BOKU Wien (Institut für Chemie nachwachsender Rohstoffe), Universität Graz (EIC Transition Projekt PureSurf), TU Wien (Institut für Angewandte Synthesechemie), Jongerius ecoduna GmbH, Innophore GmbH, GEOMAR Helmholtz-Zentrum für Ozeanforschung Kiel, AgroBiogel GmbH.

## Ziel 3: Österreich als tertiären Ausbildungsstandort für Grüne Chemie etablieren

### Aufgabe 3.1.1: Aufbau eines Masterlehrganges und Doktoratsstudiums Grüne Chemie in Wien

#### AP 3.1.1.a Erarbeitung – Konzept und Implementierung eines Masterlehrganges und eines Doktoratsstudiums Grüne Chemie in Wien

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Dieses Arbeitspaket umfasst die Entwicklung der Grundzüge und der inhaltlichen Ausgestaltung eines interuniversitären Masterlehrganges sowie der Bewertung der zu absolvierenden Lehrveranstaltungen, Aufstellung der notwendigen Ressourcen und Koordinierung der Implementierung. Im April 2021 wurde seitens der Rektorate von TU Wien, Uni Wien und BOKU eine trilaterale AG eingerichtet, um einen Studienplan für ein gemeinsames englischsprachiges MSc-Studium der drei Universitäten auszuarbeiten.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Eine konsolidierte Fassung dieses Studienplans wurde im Dezember 2021 an die zuständigen Vizerektorate für Lehre übermittelt und in die beschlussfassenden Gremien eingebracht. Per März 2022 wurden alle studienrechtlichen Schritte zur Etablierung eines Studienganges mit Eintrittsverfahren und Zugangsbeschränkung auf maximal 50 Teilnehmer:innen pro Jahrgang erfolgreich abgeschlossen. Flankierend wurde im Februar 2021 ein Kooperationsabkommen zwischen den drei Universitäten unter dem Lead der TU Wien verabschiedet und die Rekrutierung eines Pilotjahrganges eingeleitet. Im Studienjahr 2022/23 gab es trotz einer sehr kurzen Bewerbungsphase (März bis Mai 2021) 32 Anmeldungen und 19 Zulassungen. Für das Studienjahr 2023/24 und damit den ersten vollwertigen Jahrgang wurden diverse Optimierungen im Ablauf des Bewerbungsverfahrens implementiert, ebenso wurden verstärkt Werbemaßnahmen in Social Media geschaltet. Dies führte zu 78 Bewerbungen und vorläufig 42 Zulassungen. Somit kann das trilaterale MSc-Programm Green Chemistry an TU Wien, Uni Wien und BOKU als erfolgreich etabliert erachtet werden.

### **AP 3.1.1.b Erarbeitung eines Positionspapiers**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Im Rahmen des Arbeitsprogramms Grüne Chemie wurde im AP 3.1.1.b die Erarbeitung eines Positionspapiers zu der vorgesehenen Einrichtung eines interdisziplinären Master- und PhD-Studiums „Green Chemistry“ am Standort Wien vorgesehen. Darin sollte die Notwendigkeit der Etablierung eines Masterlehrganges und – im Hinblick auf die erforderlichen Lehr-Ressourcen – eines Doktorandenseminars in Wien zur Grünen Chemie dargelegt und die Grundzüge des geplanten Lehrgangs dargestellt werden. Die Erstellung sollte in enger Abstimmung mit der Arbeitsgruppe des AP 3.1.1.a erfolgen.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Der Entwurf wurde im Frühjahr 2021 vom Projektteam gemeinsam mit den Initiator:innen des geplanten Studienlehrganges ausgearbeitet. In der Plattform GC am 13. Oktober 2021 wurde es präsentiert. Die Annahme erfolgte im schriftlichen Verfahren.
  - Das Positionspapier diente erfolgreich zur Etablierung des trilateralen MSc Programms sowie zur Ausarbeitung eines FFG-Calls für ein Kooperationsprojekt der Bildungsinitiative Grüne Chemie zur Zusammenarbeit von Industriepartnern und Universitäten im Rahmen von anwendungsorientierten Doktoratsprojekten (derzeit offen bis September 2023). Das Positionspapier wird auf Anfrage zur Verfügung gestellt.<sup>8</sup>

### **Aufgabe 3.1.2: Grüne Chemie thematisch in der Lehre verankern**

#### **AP 3.1.2.a Erhebung des Ist-Standes von Lehrinhalten zu Themen der Grünen Chemie**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Um einen Überblick über die universitäre Lehre zu Grüner Chemie in Österreich zu erhalten, sollen alle Institutionen des tertiären Bildungsbereichs, an denen Grüne Chemie unterrichtet wird, erfasst und die Studiengänge, Module bzw. Lehrveranstaltungen und deren Inhalte dokumentiert werden. Diese Dokumentation umfasst nicht ausschließlich die Grüne Chemie an sich, sondern

---

<sup>8</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

- auch die Grüne Chemie in den Bereichen „Nachhaltigkeit“, „Nachhaltige Material- und Produktentwicklung“, „Ressourcennutzung und Stoffkreisläufe“.
- Zusätzlich soll mit Expert:innen des sekundären Bildungsbereichs Kontakt aufgenommen werden und Austausch und Abstimmung zwischen den beiden Bildungssektoren zur Lehre über die Grüne Chemie erfolgen. Die an österreichischen Universitäten angebotenen Curricula, deren Ausbildungsinhalte einen mehr oder weniger starken Bezug zu Grüner Chemie bzw. Nachhaltigkeit (im allgemeineren Sinn) aufweisen, sind vielfältig und auch sehr verschieden. Um die im Mandat angesprochene Übersicht zu erhalten, hat sich eine Gruppe von Studiengangsleiter:innen bzw. Studienprogrammleiter:innen gebildet.
  - Durchgeführte Maßnahmen:
    - Eine erste Liste von an den Universitäten Wien, Graz, Salzburg und an der TU Graz angebotenen Lehrveranstaltungen und deren Zusammensetzung konnte angelegt werden. Zusammensetzung und Diversität der Lehrveranstaltungsbezeichnungen legen nahe, dass der Kontext „Grüne Chemie“ und „Nachhaltigkeit“ einer weiteren Konkretisierung bedarf.
    - Beispiele bereits bestehender Studiengänge:
      - Seit Wintersemester 2022 wird in Wien das interuniversitäre Masterstudium Green Chemistry angeboten (Uni Wien, TU Wien, BOKU).
      - Seit 2017 wird an der TU Graz das Masterstudium Biorefinery Engineering angeboten.
    - Die Liste an Lehrveranstaltungen und Modulen ist zunächst unvollständig und muss um die noch nicht angefragten Universitäten – konkret über Anfrage an die jeweiligen im Bereich Chemie tätigen Studiengangsverantwortlichen – erweitert werden. Nach der Vervollständigung dieser ersten Bestandsaufnahme soll eine Liste an Studiengängen vorliegen und Lehrveranstaltungen entsprechend den chemischen Aspekten der Thematiken Nachhaltigkeit, Nachhaltige Material- und Produktentwicklung, Ressourcennutzung und Stoffkreisläufe eingegrenzt werden.

### **AP 3.1.2.b Grüne Chemie in bestehenden Curricula stärken und in Vorlesungen integrieren**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Die Aufgabe dieses Arbeitspakets besteht darin, aufbauend auf den Ergebnissen von AP 3.1.2.a. thematische Vorschläge und konkrete inhaltliche Unterlagen für die Aufnahme der Grünen Chemie in bestehende fachlich dafür geeignete Curricula und (fächerübergreifende) Vorlesungen auszuarbeiten und den

betreffenden Institutionen näherzubringen. Der Fokus liegt auf der Erarbeitung zusätzlicher theoretischer und praktischer Inhalte zur Grünen Chemie und der Kommunikation mit Lehrinstituten verschiedener Bildungseinrichtungen. Auf Initiative des Präsidiums der Österreichischen Chemischen Gesellschaft (GÖCH) wurde eine Lehrveranstaltung zum Europäischen Chemikalienrecht entwickelt, um Grundlagenwissen zu schaffen, um später notwendige Maßnahmen zur Anwendung und Umsetzung der Grünen Chemie in die Lehre aufnehmen zu können. Die Lehrveranstaltung zum Europäischen Chemikalienrecht wurde bereits erfolgreich an der TU Wien etabliert: Nach Klärung der administrativen Hürden konnte die Vorlesung im österreichischen Hochschulraum als interuniversitäre und gegenseitig anrechenbare Lehrveranstaltung angeboten werden. Aktuell sind TU Wien, TU Graz und Uni Salzburg (PLUS) beteiligt, weitere Universitäten zeigen Interesse. Das Themengebiet „Europäisches Chemikalienrecht“ wurde als zweistündige Vorlesung (3 ECTS) an der TU Wien eingerichtet. Diese Lehrveranstaltung wird für Studierende der Uni Salzburg und TU Graz im Stream übertragen.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Hybride Vorlesung (um Teilnahme aus anderen Bundesländern zu ermöglichen): 163.203 Europäisches Chemikalienrecht, 2022S, VO, 2.0 h, 3.0 ECTS; (<https://tiss.tuwien.ac.at/course/courseDetails.xhtml?dswid=9034&dsrid=712&courseNr=163203&semester=2023S>)
  - Lernergebnisse zu dieser Lehrveranstaltung: Nach positiver Absolvierung der Lehrveranstaltung sind Studierende in der Lage, Grundlagen des Chemikalienrechts zu verwenden. Sie haben dabei Kenntnis zu folgenden Teilbereichen erworben:
    - REACH, CLP (Classification, Labelling and Packaging) und Sicherheitsdatenblätter
    - Grundlagen des Arbeitnehmer:innenschutzes mit Fokus auf Umgang mit Chemikalien sowie Transport und Lagerung
    - Verantwortlichkeiten im Chemikalienrecht
    - Spezialgebiete des Chemikalienrechts (Einführung)
    - Weiterführender Rechtsmaterien wie z. B. Umweltrecht, Anlagenrecht, Abfallrecht etc.
    - Chemikalienrecht im Kontext Grüner Deal, Nachhaltigkeit und Strategien dazu
    - Studierende können die erworbenen Kenntnisse für die praktische Arbeit nutzen und Zusammenhänge sowie konkrete Anwendungsfälle zur

- Rechtsmaterie herstellen und das eigene Handeln im Umgang mit Chemikalien verbessern.
- Inhalt der Lehrveranstaltung: Die in geblockten Einheiten abgehaltene Vorlesung setzt sich folgendermaßen zusammen:
    - Kontext Naturwissenschaften und Überblick
    - REACH: Registrierung, Evaluierung und Autorisierung von Chemikalien
    - CLP: Einstufung, Kennzeichnung und Verpackung von Chemikalien
    - Arbeitnehmer:innenschutz
    - Chemikalienrecht: Verankerung in Österreich
    - Sicherheitsdatenblatt
    - Informationen zu den Eigenschaften und der sicheren Verwendung: Was ist wo zu finden?
    - Spezialgebiete und Regelungen im europäischen Stoffrecht
    - Schnittstelle Chemikalienrecht und Umweltrecht: weiterführende Rechtsmaterie
    - Grüner Deal – Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit: Was bringt die Zukunft?
  - Die Lehrveranstaltung wurde von Studierenden der TU Wien, der TU Graz und der Paris Lodron Universität Salzburg (PLUS) besucht und von Hörer:innen aller drei Universitäten bereits im Rahmen eines ersten Prüfungstermins erfolgreich abgeschlossen. Weitere Prüfungstermine folgen. Die Lehrveranstaltung wird an den Studiengängen der TU Wien und PLUS als Pflichtlehrveranstaltung angerechnet und kann an der TU~Graz im Wahlfachkatalog gewählt werden. Die Fortführung in kommenden Studienjahren ist geplant und soll auch Studierenden anderer Studiengänge zugänglich gemacht werden.
  - +Die Fortsetzung der Lehrveranstaltung Chemikalienrecht in den folgenden Studienjahren ist sowohl seitens der Vortragenden als auch der Universitäten erwünscht und vorgesehen.
  - Die Vorlesung soll in adaptierter Form auch Personen außerhalb der Universitäten zugänglich gemacht werden. Zielgruppe sind Personen, die diese Themen als Weiterbildungsmaßnahme in der Erwerbstätigkeit vertiefen wollen. Dazu werden aktuell (Stand Jänner 2024) konkrete Planungen zu Ablauf, zeitlichem und örtlichem Rahmen und Kosten mit den beteiligten Akteuren über die Österreichische Chemische Gesellschaft (GÖCH) vorgenommen. Ziel wäre es, eine Pilotierung im Sommer 2024 umzusetzen.

## Ziel 3.2: Grüne Chemie in die primäre und sekundäre Bildungsstufe verstärkt einbringen

### Aufgabe 3.2.1: Konkrete Vorschläge zur Integration der Grünen Chemie in primärer und sekundärer Bildungsstufe

#### AP 3.2.1.a Positionspapier zur Verankerung der Grünen Chemie in den MINT-Fächern

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aufgabe ist es, gemeinsam mit Expert:innen anderer MINT-Fächer Strategien für die Verankerung von Themen der Grünen Chemie im naturwissenschaftlichen Unterricht zu entwerfen. Um dies zu erreichen, sind längerfristig angelegte Fortbildungskonzepte notwendig, die den Aufbau von Professional Communities of Practice (Personen aus Schulpraxis, Lehrer:innenbildung, Grüner Chemie) anregen und begleiten. Durch den Aufbau solcher Professional Communities of Practice soll gewährleistet werden, dass Fragestellungen, Inhalte und Methoden der Grünen Chemie kennengelernt und mit Blick auf schulische Bildung angewendet, gemeinsam reflektiert und weiterentwickelt werden. Auf diese Weise kann eine größere Nachhaltigkeit erreicht werden. Ziel war es, ein Positionspapier zur Bedeutung der Implementation von Aspekten der Grünen und nachhaltigen Chemie in den schulischen Unterricht von der Primarstufe bis zur Matura zu erstellen. Im Positionspapier werden die Bedeutung, die Herausforderungen sowie notwendige Maßnahmen zur Umsetzung herausgearbeitet.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Ein ausführliches Positionspapier wurde entworfen, in der Gruppe abgestimmt und am 21.04.2023 an die Plattform übermittelt. Das Positionspapier definiert zunächst die Herausforderungen für das Lehren und Lernen von Aspekten der Grünen und Nachhaltigen Chemie in der Schule. Es folgt ein Plädoyer für das adressatengerechte Lehren und Lernen Grüner und Nachhaltiger Chemie in allen Schulstufen. Im Anschluss wird direkter Bezug auf die aktuellen und neuen Lehrpläne für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Primarstufe und dem Chemieunterricht in den weiterführenden Schulen genommen.
- Quintessenz:
  - Die Lehrpläne für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht und den Chemieunterricht in der Sekundarstufe I und II bieten vielfältige

Anknüpfungspunkte, um mit den Lernenden Aspekte der Grünen und Nachhaltigen Chemie zu bearbeiten. Mit Blick auf die globalen Herausforderungen, mit denen die Menschheit umgehen muss, ist es kein Luxus, sich im Unterricht mit Grüner und Nachhaltiger Chemie zu beschäftigen. Vielmehr ist es essenziell, damit alle Schulabgänger:innen das Rüstzeug erwerben können, um zukünftig als Bürger:innen informiert und verantwortungsvoll handeln zu können. Klar ist auch, dass Lehrer:innen das nicht alleine leisten können – sie brauchen gut aufbereitete Materialien, Fortbildungsprogramme und Unterstützung durch Expert:innen.

- Das vollständige Positionspapier kann auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden<sup>9</sup>.
- Was bisher nur im ganz kleinen Maßstab geleistet werden konnte, ist der angestrebte Aufbau der im Mandat beschriebenen Professional Communities of Practice. Hierzu bräuchte es klare Rahmenbedingungen insbesondere für beteiligte Lehrpersonen aus den Schulen, um Freiräume zu schaffen, in denen die wichtige co-konstruktive Entwicklung von Materialien und Fortbildungskonzepten erfolgen kann. Auch ist ein Bewusstseinswandel in den Kreisen von Industrie und Wissenschaft erforderlich, um die nicht unerheblichen zeitlichen Investitionen in die Arbeit von Professional Communities of Practice als Investition in die Zukunft und als Public Outreach zu begreifen.

### **Ziel 3.3: Forschung im Bereich der Grünen Chemie fördern**

#### **Aufgabe 3.3.3: Ansprechpersonen in verwandten Forschungsbereichen identifizieren**

##### **AP 3.3.3.a Erstellung einer Liste von österreichischen Wissenschaftler:innen der Grünen Chemie**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aufgabe ist es, eine Kontaktliste der in Österreich in Forschungsbereichen der Grünen Chemie oder nahe verwandten Forschungsbereichen, wie Biotechnologie, Green Toxicology etc., tätigen Wissenschaftler:innen an Universitäten,

---

<sup>9</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

Fachhochschulen, außeruniversitären oder betrieblichen Forschungsstellen zu erstellen. Diese Liste soll Name, Adresse, Telefonnummer, E-Mail-Adresse und Links zu den betreffenden Personen und ihren Forschungsgebieten bzw. Institutionen umfassen. Diese Kontaktliste ist aktuell zu halten, auf der Website zu veröffentlichen und sie muss den Vorgaben der DSGVO entsprechen.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Die Vorgangsweise wurde in der Arbeitsgruppe entwickelt, mit dem Umweltbundesamt abgestimmt und in einem Plattformtreffen am 27. Jänner 2022 vorgestellt und kann auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden<sup>10</sup>.
    - Am Plattformtreffen vom 15. Juni 2022 wurde der alternative Vorschlag eingebracht, diese Liste über eine LinkedIn-Gruppe zu realisieren. Die weitere Prüfung dieses Vorschlags hat jedoch ergeben, dass die Namenslisten von LinkedIn-Gruppen nur für die entsprechenden Gruppenmitglieder einsehbar sind und die Gruppe nur für registrierte LinkedIn-Nutzer:innen sichtbar ist. Daher ist das Ziel dieses Arbeitspakets mittels einer LinkedIn-Gruppe nicht erreichbar.
    - Seitens des Umweltbundesamts wurde im Jahr 2022 eine neue Version eines Registrierungstools beschafft und implementiert. Diese neue Version ist seit dem vierten Quartal 2022 im Umweltbundesamt verfügbar und könnte prinzipiell zur Erfassung und Verwaltung von personenbezogenen Einträgen verwendet werden.
  - Ein Tool, das – in Analogie zur Website von [Bioeconomy Austria](#) – direkt auf der Website von [Grüne Chemie in Österreich](#) implementiert werden könnte, bietet eine weitere alternative Lösung zur Erfassung, Verwaltung und Kommunikation von personenbezogenen Informationen und Daten zu österreichischen Wissenschaftler:innen der Grünen Chemie.

---

<sup>10</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

## Ziel 3.4: Grüne Chemie in der Wirtschaft ausbauen

### Aufgabe 3.4.4: Ausbildung von Expert:innen, die Unternehmen im Übergang zur Grünen Chemie beraten

#### AP 3.4.4.a Organisation von Seminaren und Workshops zur Ausbildung von Expert:innen, die Unternehmen im Übergang zur Grünen Chemie beraten

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aufgabe ist es, in Kooperation mit den Mitgliedern der Plattform und externen Ansprechpersonen Seminare und Workshops zu organisieren, in denen geeignete Vortragende Expert:innen (Multiplikator:innen) ausbilden, die Unternehmen im Übergang zur Grünen Chemie beraten. Der Lehrgang „Green Chemistry Change Manager“ (GCCM) ist ein Projekt, welches dazu beitragen soll, die Grüne Chemie zu einem Kernbaustein einer modernen Volkswirtschaft zu machen. Im Vordergrund des vierzehntägigen Lehrgangs stehen aber nicht theoretische Ansätze und akademische Debatten; vielmehr ist es das Ziel, zu verstehen, wie man Grüne Chemie in einem Unternehmen praktisch nutzen kann, um wirtschaftlich erfolgreicher zu sein. Es geht dabei nicht um einen plötzlichen Systembruch, sondern um einen fließenden, aber zügigen Übergang zu stetig mehr Nachhaltigkeit.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Im Jahr 2022 fand erstmals der durch BMK, BMAW und WKO geförderte Lehrgang „Green Chemistry Change Manager“ (GCCM) statt. Die Teilnehmenden lernen bestehende Produktionsprozesse bewusst und aktiv zu hinterfragen. Was immer schon so gemacht wurde, kann verändert werden, wenn man es besser machen kann. Das ist nur eines der Leitmotive des Lehrgangs. Es wurde gezeigt und diskutiert, wie man als Unternehmen die grüne Transformation schaffen und davon profitieren kann. Dabei ist wichtig, dass man bereits in der beruflichen Ausbildung mit dieser Bewusstseinsbildung beginnt. Um dem gerecht zu werden, wird der nächste Lehrgang die Zusammenarbeit mit dem universitären wie auch produzierenden Bereich noch stärker suchen. Der Starttermin für den nächsten GCCM ist der 15. Juli 2024. Erneut treffen sich Expert:innen zu intensiven Diskussionen über die Zukunft der Chemikalienpolitik, aber auch über ihre konkreten Geschäftsmodelle. Die Unterstützung des BMK und BMAW erlaubt die Fortführung dieses EU-weit einzigartigen Projektes. Damit verschafft sich

Österreich willkommene Expertise, um seine Position als Green-Tech-Standort weiter auszubauen. Mehr dazu findet sich unter folgendem Link: Green Chemistry Change Manager ([green-chemistry.academy](https://green-chemistry.academy)).

### **Aufgabe 3.4.7: Alternative Wirtschaftsformen und Geschäftsmodelle darstellen**

#### **AP 3.4.7.a Darstellung alternativer Wirtschaftsformen und Geschäftsmodelle**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Geschäftsmodelle der Grünen Chemie konzentrieren sich auf den Ersatz von Substanzen und Prozessen, die traditionell umweltschädlich sind. Durch die Einführung nachhaltigerer und umweltfreundlicherer Chemikalien und den Übergang zu umweltfreundlicheren Produktionsmethoden tragen alternative Modelle dazu bei, den ökologischen Fußabdruck der chemischen Industrie zu verringern. Dies kann die Entwicklung und Förderung von Ersatzstoffen für schädliche Chemikalien und die Einführung effizienterer und umweltfreundlicherer Herstellungsprozesse umfassen. Der Fokus liegt auf der Förderung nachhaltiger Alternativen und der Minimierung der Umweltauswirkungen chemischer Produkte und Prozesse.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Im Rahmen dieses Arbeitspaketes wurde eine Übersicht von Unternehmen insbesondere aus der Textilbranche zusammengestellt und deren Unternehmensmodell sowie deren Ansatz vorgestellt, ihre Produktionsprozesse und die resultierenden Produkte grüner und nachhaltiger zu gestalten. Diese Ansätze umfassen unterschiedliche Stadien der Produktion, von der Wahl der Rohstoffe über den Produktionsprozess bis zum Lebensende des Produkts und einem möglichen Recycling.
  - Diese Unternehmen und deren Ansätze sind in einem Dokument beschrieben, das auf Anfrage zur Verfügung gestellt werden kann<sup>11</sup>.

---

<sup>11</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

## **Aufgabe 3.4.9: Konferenz „A Green Chemical Deal“**

### **AP 3.4.9.d+e Vor- und Nachbereitung der Konferenz „A Green Chemical Deal“ am 22. und 23. September 2022 in Wien**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Das BMK veranstaltet gemeinsam mit dem Umweltbundesamt und unmittelbar nach den Österreichischen Chemietagen 2022 der Gesellschaft Österreichischer Chemiker (GÖCH) eine internationale Konferenz mit dem Titel „A Green Chemical Deal“. Der Schwerpunkt liegt auf politischen, regulatorischen und innovativen Entwicklungen für den Chemiesektor im Rahmen des Grünen Deals und den sich daraus ergebenden konkreten Anforderungen an diesen Sektor. In der Konferenz werden die großen Ansprüche des Grünen Deals an die Chemikalienpolitik – sichere Chemikalien, nachhaltige Ressourcennutzung und Integration der Kreislaufwirtschaft – behandelt und die Transformation zur Grünen Chemie als Anliegen thematisiert.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Im Vorfeld der Konferenz wurden sowohl zu inhaltlichen (Titel der Veranstaltung, Themenschwerpunkte der einzelnen Halbtage, Programmerstellung, Auflistung möglicher Vortragender, Auswahl der Vortragenden, Gespräche mit Vortragenden, Auswahl der Moderator:innen und Diskussionsleiter:innen für Podiumsdiskussionen, Festlegung der Themen der Podiumsdiskussionen) als auch organisatorischen Themen (Versenden von Save-the-Dates, Einladung und Anmeldeinformation und Remindern; Organisation der technischen Einrichtungen (u. a. Streaming), Catering für Pausen und Mittagessen) Details diskutiert und beschlossen. Die detaillierte Programmgestaltung, die Auswahl von Vortragenden, der inhaltliche Input durch österreichische Expert:innen und die wichtigen strategischen Zielsetzungen etc. wurden vom Projektteam Grüne Chemie und Martin Kraft (Competence Center CHASE) und Wolfgang Kroutil (Universität Graz) durchgeführt.
  - Die Konferenz fand am 22. und 23. September 2022 an der TU Wien statt. Resumé zu den Schlagwörtern Sicherheit, Zirkularität und Nachhaltigkeit: In der Diskussion um Sicherheit wurde festgestellt, dass es möglicherweise notwendig sein könnte, die aktuelle Definition des Risikos für Mensch und Umwelt durch die Verwendung eines Stoffes zu erweitern, um Risiken im Zusammenhang mit der mangelnden Kreislaufwirtschaft und/oder Nachhaltigkeit der Chemikalie einzubeziehen. Es bestand ein breiter Konsens darüber, dass die Umsetzung der

Konzepte „sicher und nachhaltig durch Design“ und „Zirkularität“ für Chemikalien einen kohärenten Ansatz erfordert. Da es dabei um unterschiedliche Bereiche, wie die Chemikalienpolitik, die nachhaltige Produktpolitik sowie die Abfall- und Kreislaufpolitik, geht, besteht dringender Bedarf an Austausch und intensivierten Diskussionen. Die Vertreter:innen von Unternehmen und Branchenverbänden zeigten ein klares Bekenntnis zu dieser Transformation. Es wurde aufgezeigt, dass die Schaffung eines Rechtsrahmens, der eine klare Grundlage für die Bewertung von Sicherheit, Zirkularität und Nachhaltigkeit bietet, Unternehmen bei der Entscheidungsfindung hinsichtlich ihrer zukünftigen Strategien und Investitionen unterstützt. Außerdem bestehe das Ziel der chemischen Produktion nicht darin, neue Stoffe bereitzustellen, sondern Chemikalien, die spezifische Dienstleistungsanforderungen erfüllen. Daher sollten Chemikalien gemäß den Grundsätzen von Sicherheit, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit in ihrer Funktion innerhalb von Prozessen in Betracht gezogen werden, einschließlich der Option für nichtchemische Alternativen. Die Teilnehmer:innen waren sich einig, dass Datenverfügbarkeit und -transparenz für die geplante Transformation des Chemiesektors von größter Bedeutung sind, und verpflichteten sich klar zu einer offenen und uneingeschränkten Diskussion.

## **Ziel 4: Entwicklung von Bewertungsmaßstäben (Metrik) für die Grüne Chemie**

### **Aufgabe 4.1: Definition und Abklärung des thematischen Umfangs der Grünen Chemie im Rahmen der Plattform**

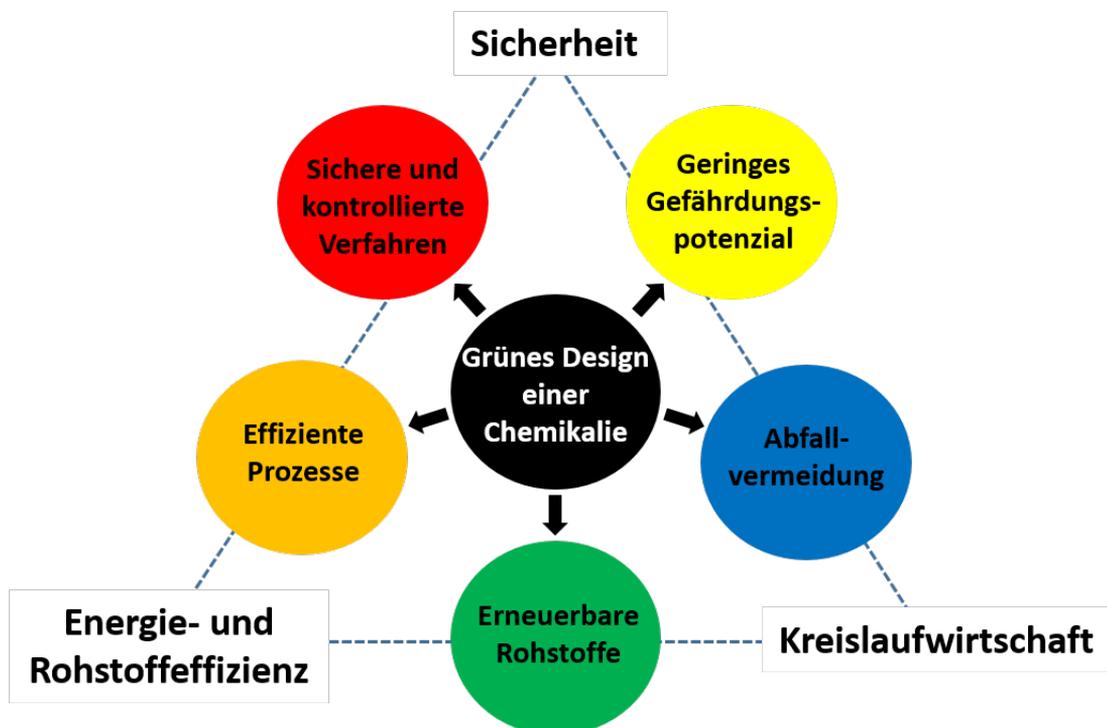
#### **AP 4.1.a Definition und Abgrenzung des Begriffes der Grünen Chemie im Rahmen der Plattform erarbeiten**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Da es keine einheitlich anerkannte Definition der Grünen Chemie in der EU gibt, war es eine vorrangige Aufgabe für die weitere Entwicklung der Grünen Chemie, eine Beschreibung des Begriffes „Grüne Chemie“ zu entwickeln, an der sich die Plattform orientieren kann. Aufgabe war es also, gemeinsam mit der Plattform ein Positionspapier zu entwickeln, das den Begriff „Grüne Chemie“ in einer für die Plattformmitglieder befriedigenden Form umschreibt und als Basis für die

Diskussion innerhalb der Plattform sowie für die Außenkommunikation der Plattform als hinreichend klar akzeptiert wird. Dabei sollte einerseits so weit wie möglich an bestehende Definitionen angeknüpft werden, aber auch klare Abgrenzungen von bzw. Übereinstimmungen mit angrenzenden, thematisch überlappenden Politikfeldern getroffen werden. Eine wichtige Teilaufgabe besteht darin, die Schutzziele und die Nachhaltigkeitsziele, die die Plattform verfolgt, zu identifizieren und im Verhältnis zueinander zu bestimmen. Dies schließt auch die eindeutige Abgrenzung zu „Greenwashing“ mit ein sowie die Erarbeitung von Lösungsmöglichkeiten bei erkannten Konfliktpotenzialen mit anderen Themenfeldern.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Als Ausgangspunkt wurden die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie, die von P. Anastas und J. Warner in ihrem Buch „Green Chemistry: Theory and Practice“ (Oxford, 1998) vorgeschlagen wurden, gewählt. Aus der Analyse dieses Kriterienkatalogs wurden schließlich fünf grundlegende Begriffe abgeleitet und als Kristallisationskern für die weitere Arbeit herangezogen:

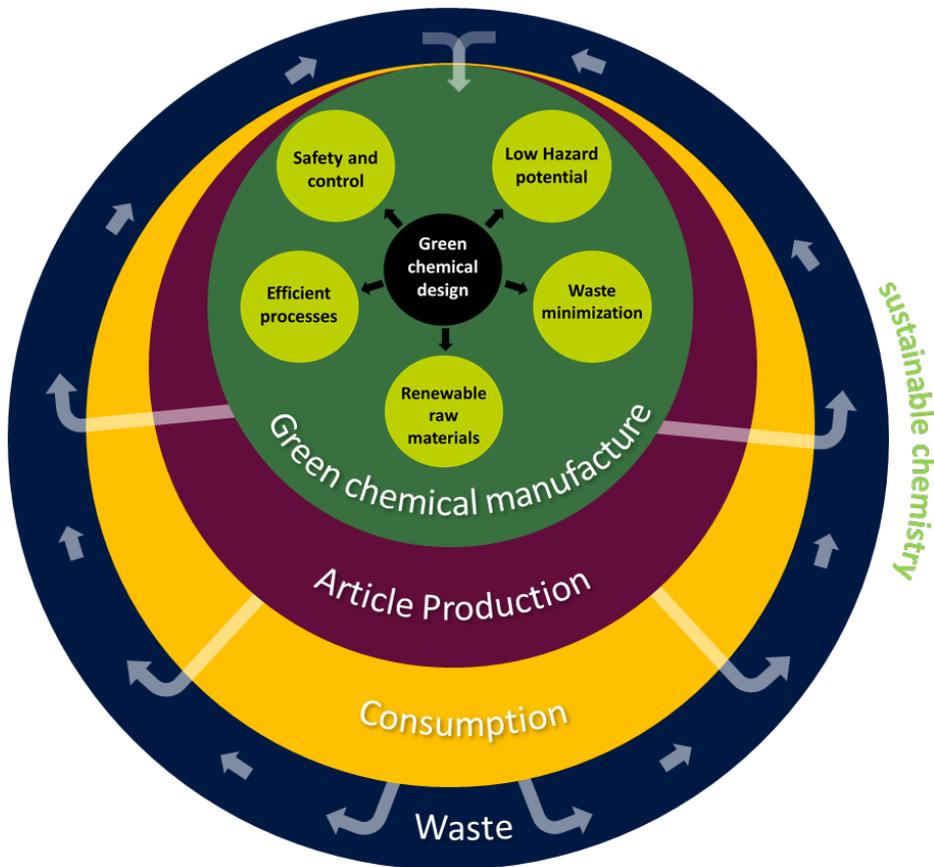
Abbildung II-5: Fünf Kriterien für Grünes Chemikaliendesign. Quelle: Plattform Grüne Chemie, eigene Darstellung



- Davon ausgehend wurde folgende Definition der Grünen Chemie abgeleitet, die bewusst sehr umfassend formuliert ist, gleichzeitig aber konkrete Elemente enthält, die in einem späteren Schritt z. B. auch für die Definition von Bewertungskriterien herangezogen werden können.
- Die PGC versteht unter dem Begriff der Grünen Chemie einen ganzheitlichen Ansatz, in dem das Konzept der Nachhaltigkeit in das chemische Denken integriert und bei allen Akteuren der Chemiewirtschaft als grundlegender Standard etabliert werden soll. Dabei sollte der gesamte Prozess vom Design und der Entwicklung eines neuen Stoffes über die Herstellung bzw. Produktion, die Verarbeitung und die Verwendung bis zur Wiederverwendung bzw. Entsorgung betrachtet werden. Im Einklang mit den Zielen des Grünen Deals der Europäischen Union – Sicherheit, Nachhaltigkeit und Zirkularität – soll die Grüne Chemie maßgeblich dazu beitragen, dass:
  - die Toxizität von Chemikalien laufend verringert wird
  - die Prozesse der Herstellung von Chemikalien – von der Gewinnung der Rohstoffe bis zur Vermarktung von Stoffen und Gemischen – nachhaltig, klimaneutral und ressourcenschonend erfolgen
  - der Einsatz von Chemikalien in der Konsumgüterproduktion von den Grundsätzen der Sicherheit und Nachhaltigkeit getragen wird und
  - die Abfälle, die im gesamten Lebenszyklus einer Chemikalie entstehen, soweit sie nicht vermeidbar sind, wieder in den stofflichen Kreislauf zurückgeführt werden.
- Die PGC versteht die Grüne Chemie somit nicht als neues Fachgebiet der Chemiewissenschaft, sondern vielmehr als ein in alle Bereiche der Gesellschaft – von der Erziehung und Ausbildung über die Forschung bis zum wirtschaftlichen Alltag und zur beruflichen Praxis – reichendes Bewusstsein, dass Gesundheits- und Umweltverträglichkeit, energieeffiziente und ressourcenschonende Herstellung und eine weitgehende Zirkularität selbstverständliche Grundsätze unserer Gesellschaft im Umgang mit Chemikalien sind. Aus Sicht der PGC stellen die von John Warner und Paul Anastas aufgestellten zwölf Prinzipien der Grünen Chemie eine sehr nützliche, konkrete und anspruchsvolle Anleitung auf dem Weg zur Erreichung dieses künftigen Zustandes dar.“
- In zwei weiteren Sitzungen wurden die verwendeten Begriffe teilweise erweitert oder präzisiert und auch die Einbettung der Grünen Chemie im Sinne des Prinzips „Safe and Sustainable by Design“ besprochen, wie in der folgenden Abbildung zum Ausdruck kommt.

Abbildung II-6: Grüne Chemie im Sinne des „Safe and Sustainable by Design“-Konzepts.

Quelle: BMK



- Die PGC legte bei der Sitzung der Plattform Grüne Chemie am 13. Oktober 2021 sowohl die Definition als auch ein erklärendes Hintergrundpapier vor. Beides wurde Ende des Jahres von der Plattform angenommen und kann auf der Website der Grünen Chemie in Österreich eingesehen werden:  
[gruenechemieoesterreich.at/fileadmin/inhalte/greenchem/pdf/22-06definition\\_der\\_gruenen\\_chemie\\_ua.pdf](https://gruenechemieoesterreich.at/fileadmin/inhalte/greenchem/pdf/22-06definition_der_gruenen_chemie_ua.pdf).

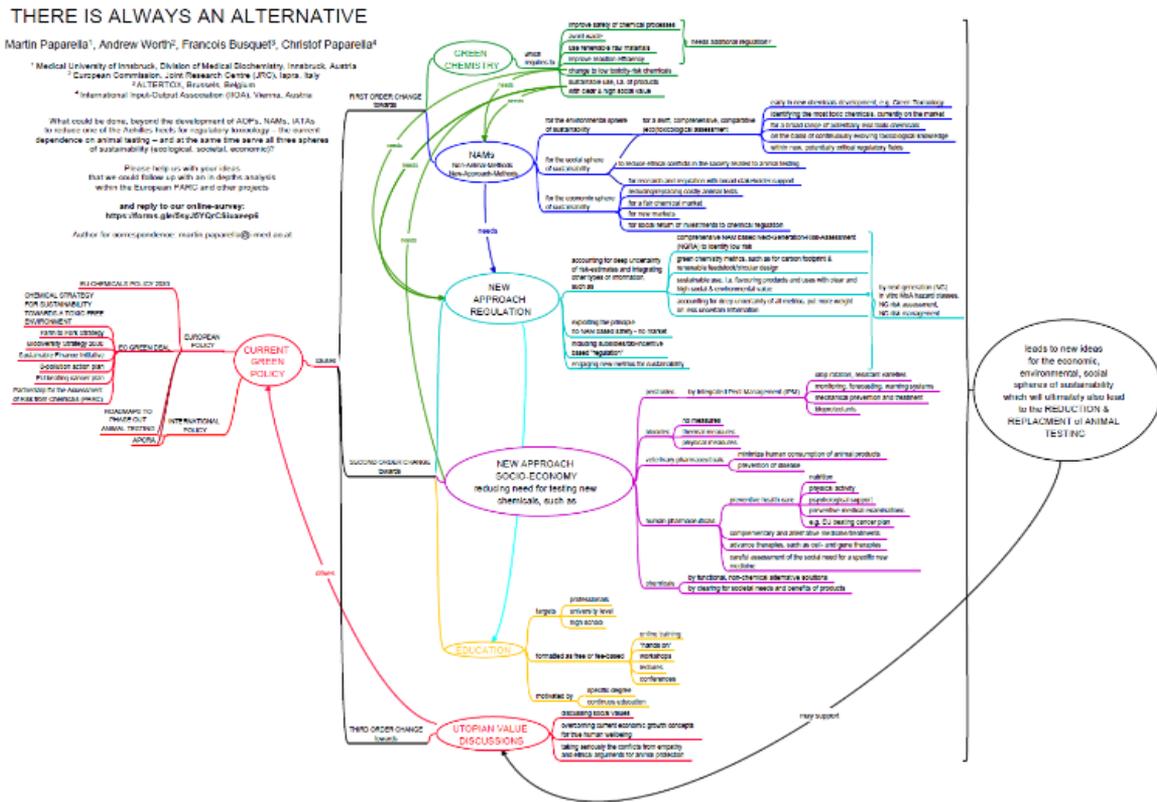
#### AP 4.1.b Erstellung einer Mindmap zum Zusammenhang Grüner Chemie und Green Toxicology

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aufgabe war, einen Entwurf für eine leicht lesbare hierarchische Mindmap zu den Zusammenhängen des Begriffs der Grünen Chemie mit den aktuellen europäischen Policy-Initiativen, inklusive Green Toxicology (i. e. auf allen Ebenen nachhaltige toxikologische In-vitro- und In-silico-Testmethodik) zu erstellen. Diese

Übersicht kann einen wichtigen Beitrag zu anderen Arbeitspaketen leisten (z. B. AP 3.3.1a/b, 3.3.3a, AP 3.4.6a., AP 3.4.8., AP 3.4.9.c, AP 4.1.a).

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Eine Mindmap, die die Zusammenhänge des Begriffs der Grünen Chemie mit den aktuellen europäischen Policy-Initiativen, inklusive Green Toxicology darstellt, wurde erarbeitet und als Poster am virtuellen 11th World Congress on Alternatives and Animal Use in the Life Sciences im August 2021 ([wc11maastricht.org/](http://wc11maastricht.org/)) vorgestellt:

Abbildung II-7: Mindmap Grüne Chemie - Green Toxicology. Quelle: Paparella et al., 2021.



- Über den Link am Poster wurden auch Fragen zu den Inhalten des Posters an die Teilnehmer:innen des Kongresses gerichtet.
- Die Mindmap mit dem Titel „THERE IS ALWAYS AN ALTERNATIVE“ sowie die Ergebnisse der Umfrage können angefragt werden<sup>12</sup>.

<sup>12</sup> Anfragen können an [greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at](mailto:greenchemistry-austria@umweltbundesamt.at) gerichtet werden.

## **Aufgabe 4.2: Bestehende Bewertungssysteme zur Grünen Chemie recherchieren und auf ihr Potenzial analysieren**

### **AP 4.2.a Studie über bestehende Bewertungssysteme und deren Einsatzpotenzial**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aufgabe ist es, bereits bestehende Bewertungssysteme der nachhaltigen bzw. Grünen Chemie zu recherchieren, kurz darzustellen und bezüglich ihres Einsatzpotenzials – insbesondere auch im Lichte des AP 4.1.a – zu bewerten. Als Beispiele für bestehende Ansätze seien der Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“ des deutschen Umweltbundesamtes (Ampelsystem mit den Bewertungsabstufungen rot, gelb, grün) und EP&L (Environment Profit and Loss) erwähnt. Das Papier ist eine Ausgangsbasis für AP 4.3. Um einen Überblick über aktuell eingesetzte Bewertungsmethoden und-tools in der Grünen und Nachhaltigen Chemie in Österreich zu erhalten, wurde eine Online-Umfrage durchgeführt. Ziel war es zu eruieren, welche Art von Bewertungsinstrumenten zu welchem Zweck verwendet werden und welche Bereiche sie abdecken. Falls unter den befragten österreichischen Unternehmen derzeit noch kein Bewertungstool verwendet wird, soll die Umfrage dazu dienen, festzustellen, ob Interesse und Bedarf an Bewertungstools besteht, welche Endpunkte bzw. Indikatoren und Anwendungsbereiche in der Bewertung abgedeckt werden sollten. Parallel wurde ein Arbeitskreis zu diesem Arbeitspaket gegründet, mit dem Ziel sich über Bewertungsmethoden auszutauschen, diese zu sammeln und nach unterschiedlichen Kriterien zu gruppieren.
- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Im Rahmen der Online-Umfrage wurden neun Fragen ausgearbeitet, um die aktuelle Situation in Österreich bezüglich der Bewertungsinstrumente in Grüner und Nachhaltiger Chemie systematisch zu eruieren. Die Teilnehmer:innen hatten die Möglichkeit, einen bereitgestellten Umfragelink direkt auszufüllen oder ihre Antworten über einen Fragebogen per E-Mail zu übermitteln. Der Link zur Umfrage wurde am 8. März 2021 per E-Mail von Seiten des Verbands der Chemischen Industrie in Österreich (FCIO) und der Wirtschaftskammer Österreichs (WKO) versendet. Die Umfrage endete nach zwölf Tagen am 19. März 2021. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammenfassen: Von insgesamt 83 Umfrageteilnehmer:innen (Rücklaufquote ca. 20 %) nutzen derzeit 41 % eine Bewertungsmethode (z. B.: REACH, PEF, LCA, CMRT, EcoVadis sowie Normen, wie ISO 14001, ISO 14040, ISO 31000 etc.), während 45,8 % noch kein

Bewertungstool verwenden (13,2 % der Teilnehmenden haben die Frage nicht beantwortet). Wird die Gruppe der Teilnehmer:innen betrachtet, die noch keine Methode bzw. kein Tool anwenden, so wären 76,3 % an einem Instrument zur Nachhaltigkeitsbewertung von Chemikalien interessiert. Lediglich 23,7 % der Teilnehmer:innen bekundeten derzeit kein Interesse. Die Gründe waren unterschiedlich, wie z. B. unzureichende Priorität im Unternehmen, kein Bedarf für eine Bewertungsmethode oder ein Tool, bestimmte Anforderungen an Rohstoffe bestehen bereits. Die genannten Wünsche und Anforderungen an ein Bewertungstool sind in erster Linie, dass es einfach und transparent in der Anwendung und Bedienung, nachvollziehbar und kompatibel zu diversen Zertifizierungen sein soll. Außerdem soll es weit verbreitet sein und durch eine ganzheitliche Betrachtung der Nachhaltigkeit von Chemikalien möglichst quantifizierbar und kostengünstig sein. Ab dem 23.10.2020 wurden im Rahmen des AP4.2a-Arbeitskreises ein- bis zweimal pro Monat einstündige, virtuelle anberaumt, um die Fortschritte der Recherche zu den Bewertungstools abzustimmen. Es wurden dabei 15 Tools in einer Exceltabelle zusammengetragen und nach Verwendungsart (Substanzen, Formulierungen, Produkte, allgemeine Verwendung, spezifische Verwendung), Bewertungsart (qualitatives oder quantitatives Assessment, Gewichtung, notwendige Inputdaten) sowie Outputkategorien (physikalisch-chemisch, humane Gesundheit, Umwelt, Energiebilanz, LCIA-Impaktkategorien, Rezyklierbarkeit) eingeteilt. Zusätzlich wurde eine Studie erstellt, die eine Übersicht über die Indikatoren von gängigen Bewertungsmethoden und -tools enthält sowie die Umfrageergebnisse detailliert beschreibt. Die Studie zu den bestehenden Bewertungssystemen bildet die Grundlage für AP 4.3 – die Erarbeitung (semi)quantitativer Indikatoren zur Bewertung der Schutz- und Nachhaltigkeitsziele der Grünen Chemie.

#### **AP 4.2.b Erprobung des Leitfadens „Nachhaltige Chemikalien“ des deutschen Umweltbundesamtes in der betrieblichen Praxis**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Der Leitfaden „Nachhaltige Chemikalien“ des deutschen Umweltbundesamtes (Ampelsystem mit den Bewertungsabstufungen rot, gelb, grün) soll unter realen Produktionsbedingungen in einem chemischen Unternehmen angewendet und die Erfahrungen dokumentiert werden. Voraussetzung ist die Bereitschaft des Unternehmens, die Ergebnisse des Projekts mit der Plattform zu teilen (erforderlichenfalls unter entsprechenden Vertraulichkeitsvereinbarungen). Die

Ergebnisse dieser Erprobung sollen für die Erstellung des Bewertungssystems genutzt werden.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Das Bewertungssystem zur Erstellung eines Profils nach einem Ampelsystem und die zur Verfügung gestellte Software „Subselect“ wurden getestet. Die Systeme an sich wurden für gut, benutzerfreundlich und anwendbar befunden. Folgende Kritikpunkte bzw. Anregungen zur verbesserten Anwendbarkeit wurden vorgeschlagen: Integration von Daten (v. a. zu häufig verwendeten, eingestuften Stoffen), Integration von Zertifikaten (Umweltzeichen etc.); schwere Durchführbarkeit bei großer Anzahl von Ausgangsstoffen, Zwischenprodukten und Endprodukten, v. a. in großen Betrieben ist eine Verschneidung mit modernen Labormanagement-Systemen empfohlen.

### **Aufgabe 4.3: Erstellung und Erprobung eines Bewertungssystems zur Grünen Chemie**

- Allgemeine Informationen zum Arbeitspaket:
  - Aktuell wird im Rahmen der europäischen Chemikalienstrategie diskutiert, welche Kriterien bzw. Indikatoren zur Durchsetzung eines Konzeptes zur Bewertung von (grünen) Chemikalien im Chemikalienmanagement geeignet sind. Aus diesem Grund wurde die Aufgabe 4.3 (Erstellung eines Bewertungssystems zur Grünen Chemie) in das Arbeitsprogramm der Plattform Grüne Chemie (PGC) aufgenommen. Während der Arbeiten zeichnete sich die Entwicklung ab, dass ein von der Europäischen Kommission unterstütztes sowie vom JRC erarbeitetes und entwickeltes Bewertungssystem, „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD), zunehmend mehr an Bedeutung und Relevanz gewinnen wird. Im Rahmen der Begleitung der Bearbeitung von Aufgaben und Arbeitspaketen der PGC sollten aus vorliegenden Datenquellen Parameter über Eigenschaften, Herkunft, Verarbeitungswege etc. ausgewählter Stoffe zusammengestellt und wesentlichen Wirkungsbereichen zugeordnet werden. Grundlage für dieses Bewertungsschema ist ein Fünfsäulenmodell, welches aus den folgenden Säulen besteht: geringes Gefährdungspotenzial, sichere und kontrollierte Verfahren, effiziente Prozesse, Abfallvermeidung und erneuerbare Rohstoffe.

- Durchgeführte Maßnahmen:
  - Im Rahmen der Arbeitsgruppe wurde eine Reihe von Parametern und Indikatoren diskutiert und den jeweiligen Säulen zugeordnet. Eine Übersicht der ausgewählten Indikatoren zu den einzelnen Säulen ist nachfolgend angegeben:
    - Geringes Gefährdungspotenzial: 16 Impaktkategorien des Environmental Footprints, CLP-Einstufung des Produkts hinsichtlich physikalischer, Gesundheits- und Umweltgefahren
    - Sichere und kontrollierte Verfahren: CLP-Einstufung aller involvierten Chemikalien bei der Herstellung des Produkts hinsichtlich Gesundheitsgefährdung, physikalischer Gefährdung und Umweltgefährdung, Evaluierung des Prozesses nach Reaktionsbedingungen sowie potenzieller Gefahren bei Freisetzung oder Exposition von Stoffen
    - Effiziente Prozesse: Atomökonomie, erneuerbarer Energieanteil, Energieverbrauch
    - Abfallvermeidung: E-Faktor, Gesamtmasse an Abfall, Anteil an gefährlichen Abfällen, Wasserverbrauch, zur Kläranlage geführter Abwasseranteil
    - Erneuerbare Stoffe: Nicht erneuerbarer Massenanteil, Massenanteil an kritischen Rohstoffen, Biomassennutzungsfaktor (BUF).
  - Das Ergebnis der Arbeiten soll Beiträge zur Erstellung von Nachhaltigkeits- und Sicherheitsprofilen für Stoffe liefern, die die positiven und negativen Eigenschaften und auch etwaigen Handlungsbedarf bei den einzelnen Stoffen zeigen. Bei der Auswahl der Indikatoren wird u. a. die Verfügbarkeit der Rohdaten, die Verständlichkeit, die Anschaulichkeit, die Quantifizierbarkeit und die Bezugnahme auf bestehende gesetzliche Bewertungen (SVHC, CLP) berücksichtigt. Die Art der Bewertung, in diesem Fall für alle Parameter in fünf Bewertungsstufen, dient der Gleichbehandlung der Indikatoren und erleichtert auch die Darstellbarkeit, z. B. in Form von Spinnendiagrammen.

# Anhang III: Für die Nachhaltige und Grüne Chemie relevante Themenfelder der europäischen Politik

Die folgenden vierzehn Themenfelder leiten sich aus dem europäischen Grünen Deal (KOM(2019) 640 endgültig) ab und sind relevant für die künftige Ausgestaltung der europäischen Chemikalienpolitik. Für Innovationen in diesen Bereichen ist die Grüne Chemie eine unverzichtbare Voraussetzung. Manche Bereiche, wie etwa die „Safe and Sustainable by Design“- (SSbD-)Bewertung und die Ökodesign-Verordnung, werden sich umgekehrt maßgeblich auf die Umsetzung der Grünen Chemie in Europa auswirken.

- 8. Umweltaktionsprogramm
- Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit
- Ökodesign-Verordnung
- Kreislaufwirtschaftsplan
- Änderung der Abfallrahmenrichtlinie
- Allianz für zirkuläre Kunststoffe
- Strategieplan für das Forschungsprogramm Horizon Europe
- Bewertungsrahmen für SSbD
- Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“
- Aktionsplan Bioökonomie
- Neue Industriestrategie
- Strategischer Rahmen für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz
- Biodiversitätsstrategie
- Strategien für ein nachhaltiges Finanzwesen

In Tabelle 1 und im Folgenden werden diese Themenfelder kurz beschrieben und charakterisiert.

## 8. Umweltaktionsprogramm

### Beschluss des Europäischen Parlaments und des Rates vom 6. April 2022 über ein allgemeines Umweltaktionsprogramm der Union für die Zeit bis 2030

Das 8. Umweltaktionsprogramm umfasst den Zeitraum 2022 bis 2030 und definiert die in diesem Zeitraum geplanten Initiativen vor dem Hintergrund einer Langzeitvision. Entsprechend dieses Programms soll bis 2050 eine sichere Existenz für alle EU-Bürger:innen innerhalb der planetaren Grenzen („global planetary boundaries“) geschaffen werden. Das Aktionsprogramm orientiert sich an den „Sustainable Development Goals“ der UN bis 2030. Zu den daraus abgeleiteten sechs prioritären Zielen gehören (i) die Erreichung der Klimaneutralität bis 2050, (ii) die resiliente Anpassung an bereits erfolgende Klimaveränderungen mit besonderer Rücksicht auf die am stärksten betroffenen Bevölkerungsgruppen, (iii) Fortschritte in der Etablierung eines regenerativen Wachstumsmodells, in dem die Kreislaufwirtschaft eine zentrale Rolle einnimmt, (iv) Schutzmaßnahmen für die Umweltmedien im Sinne der Vision eines Null-Schadstoff-Ziels (v) Erhalt bzw. Wiederherstellung hoher Biodiversität und (vi) generell die Reduktion der Umweltbelastung, die durch unser hohes Konsumniveau hervorgerufen wird. Das 8. Umweltaktionsprogramm ist somit engmaschig mit den anderen hier genannten Themenfeldern verbunden.

## Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit

### Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit – Für eine schadstofffreie Umwelt, Kommissionsmitteilung vom 14.10.2020

Nachdem die Kommission im Jahr 2019 ihre Mitteilung zum Grünen Deal veröffentlicht hatte, hat sie bereits im Oktober 2020 die Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit verabschiedet. Als wichtiger Teil des Null-Schadstoff-Ziels will diese Strategie Menschen und Umwelt vor schädlichen Chemikalien schützen und Innovationen vorantreiben, indem die Verwendung sichererer und nachhaltigerer Chemikalien gefördert wird. Das neue, in diesem Papier vorgestellte Konzept „Safe and Sustainable by Design“ (SSbD) ist ein Kernelement der Chemikalienstrategie, das verschiedene Maßnahmen, wie die Erhöhung der Sicherheit oder der Nachhaltigkeit von Chemikalien, zum Ziel hat. Die Europäische Chemikalienagentur ECHA wird wie bisher eine zentrale Funktion bei der Umsetzung, d. h. für die Aufnahme solcher Konzepte oder Initiativen in die Regulatorik, spielen. Die Aufgaben der ECHA und einiger anderer Agenturen werden neu geregelt, sodass die

Bewertung von Chemikalien – in Zukunft auch die Bewertung der Nachhaltigkeit – einheitlich, effizient und koordiniert nach dem „one substance one assessment“- (OSOA-)Prinzip ablaufen soll<sup>13</sup>. Außerdem soll die ECHA die bestehende Chemikaliendatenbank umfassend ausbauen, sodass alle chemikalienbezogenen Daten und Informationen im EU-Bereich zentral abrufbar sind. Maßnahmensseitig ist vor allem eine Revision der Chemikalienverordnung REACH vorgesehen, durch die (i) das generelle Verbot von besonders besorgniserregenden Chemikalien (SVHC-Stoffe) für Konsument:innen und professionelle Verwender:innen ausgeweitet, (ii) eine umfassende Beschränkung von Polyfluoralkylverbindungen (PFAS) eingeführt und (iii) die Effizienz der bestehenden Instrumente und Möglichkeiten für das Chemikalienmanagement verbessert werden sollen.

## Ökodesign-Verordnung

**Verordnung zur Schaffung eines Rahmens für die Festlegung von Ökodesign-Anforderungen für nachhaltige Produkte und zur Aufhebung der Richtlinie 2009/125/EG (Ökodesign-Verordnung, Ecodesign for Sustainable Products Regulation (ESPR)),  
Kommissionsvorschlag vom 30.3.2022**

Die schon seit langem vorbereitete Ökodesign-Verordnung wurde 2022 von der Europäischen Kommission offiziell vorgeschlagen und wird die bisher geltende Ökodesign-Richtlinie ablösen. Die Verordnung wurde jüngst in den Verhandlungen zwischen EU-Parlament und Rat beschlossen und wird in absehbarer Zeit veröffentlicht werden. Sie stellt den umfassenden rechtlichen Rahmen dar, der dazu dienen soll, für einzelne Produkte und/oder Produktkategorien umfangreiche Informationsanforderungen zur Nachhaltigkeit betreffend den gesamten Lebenszyklus zu bestimmen und zu definieren. Die entsprechenden Informationen sind dann von den Produktherstellern in einen elektronischen Produktpass aufzunehmen, der allen Akteuren der Wertschöpfungskette und auch allen Konsument:innen zur Verfügung stehen soll. Zusätzlich zu den oben erwähnten Informationsanforderungen kann die Europäische Kommission auch noch konkrete Leistungsanforderungen betreffend die Nachhaltigkeit für Produkte und Produktkategorien in Form delegierter Rechtsakte anfordern. Die Ökodesign-Verordnung zielt zwar auf Produkte – also Fertigwaren – ab, wird aber aus zwei Gründen

---

<sup>13</sup> Ein entsprechender Kommissionsvorschlag ist Ende 2023 erschienen.

voraussichtlich auch massive Auswirkungen auf die Nachhaltigkeit chemischer Stoffe und Gemische haben: Erstens sind Stoffe und Gemische im Sinne der Ökodesign-Verordnung ebenfalls Produkte, sodass die Europäische Kommission die Möglichkeit hat, auch für diese Informations- und Leistungsanforderungen betreffend die Nachhaltigkeit vorzuschreiben. Zweitens wird, da die überwiegende Zahl von Konsumprodukten aus Chemikalien besteht, auch auf diese Weise deren Nachhaltigkeitsprofil in jenes der Produkte selbst eingehen. Daher wird auch die Nachhaltigkeit von Chemikalien – im Sinne der gesamten Lebenszyklusbetrachtung – ein integraler Teil der spezifischen Produktanforderungen sein. Ein wichtiger Teilaspekt in diesem Zusammenhang sind die „besorgniserregenden Stoffe“ („substances of concern“, SoC), die in der Ökodesign-Verordnung erstmals formal definiert werden. Es ist zu erwarten, dass in der künftigen Ausgestaltung von Nachhaltigkeitsanforderungen über die Ökodesign-Verordnung auch konkrete Vorgaben bzgl. der Verwendung von SoC in den Produkten bzw. Produktkategorien enthalten sein werden. Neben der REACH-Verordnung wird daher auch die Ökodesign-Verordnung ein wichtiger Impulsgeber für die Substitution gefährlicher Stoffe in Produkten werden – und somit auch ein wichtiger Faktor zur Unterstützung und zur Beschleunigung der Umsetzung der Grünen Chemie.

## **Kreislaufwirtschaftsaktionsplan**

### **Ein neuer Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft – Für ein saubereres und wettbewerbsfähigeres Europa, Kommissionsmitteilung vom 11.3.2020**

Einer kürzlich durchgeführten Eurobarometer-Umfrage zufolge gehört die zunehmende Abfallmenge zu den drei wichtigsten Umweltbedenken der Bürger:innen. Die Befragten waren der Ansicht, dass die wirksamste Methode zur Bewältigung von Umweltproblemen darin besteht, unsere Verbrauchs- und Produktionsmuster zu ändern. Im neuen Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft stellt die Europäische Kommission entsprechende Initiativen vor, die den gesamten Lebenszyklus von Produkten betreffen und die die europäische Wirtschaft modernisieren und transformieren sowie gleichzeitig die Umwelt schützen sollen. Der Plan verfolgt das ehrgeizige Ziel, in der EU nachhaltige Produkte herzustellen, die über eine längere Lebensdauer verfügen und dadurch den Bürger:innen die Möglichkeit geben, entsprechend einer Kreislaufwirtschaft zu handeln. Im Hinblick auf die Ressourcenintensität stehen Lebensmittel und Textilien an erster bzw. vierter Stelle und verursachen somit erhebliche negative externe Umwelteffekte. Im Aktionsplan für die

Kreislaufwirtschaft werden daher u. a. Maßnahmen gefordert, um die ökologische Nachhaltigkeit des Textil- und des Lebensmittelsektors sicherzustellen.

## Änderung der Abfallrahmenrichtlinie

### Richtlinie zur Änderung der Richtlinie 2008/98/EG über Abfälle, Kommissionsvorschlag vom 5.7.2023

Die Abfallrahmenrichtlinie gewährleistet den Schutz der öffentlichen Gesundheit und der Umwelt, indem sie eine ordnungsgemäße Abfallbewirtschaftung normiert. Dabei spielt die Anwendung der EU-Abfallhierarchie, die Abfallvermeidung und Wiederverwendung gegenüber Verwertung und Beseitigung von Abfällen fördert, eine zentrale Rolle. Mit der nun vorliegenden Kommissionsinitiative sind insbesondere folgende Maßnahmen zur Verbesserung der Abfallbewirtschaftung im Sinne der Nachhaltigkeit vorgesehen: einerseits die Verringerung des allgemeinen Abfallaufkommens – unter anderem auch durch Wiederverwendung von Produkten oder Komponenten – und andererseits die Verringerung der Mengen gemischter Abfälle. Durch Verbesserung der getrennten Sammlung soll es zur verstärkten Vorbereitung für eine Wiederverwendung oder zum Recycling kommen. Wie auch im Aktionsplan für die Kreislaufwirtschaft fokussiert der Vorschlag zur Änderung der Abfallrahmenrichtlinie stark auf die ressourcenintensiven Sektoren der Textilien- und Lebensmittelherstellung.

## Allianz für zirkuläre Kunststoffe

### Circular Plastics Alliance, CPA

Mit der Gründung der Circular Plastics Alliance (CPA) richtet sich die Europäische Kommission an alle öffentlichen und privaten Akteure aus europäischen Kunststoff-Wertschöpfungsketten, die bereit sind, aktiv zur Umsetzung der Allianzerklärung beizutragen. Diese Akteure (Liste siehe [ec.europa.eu/docsroom/documents/55774](https://ec.europa.eu/docsroom/documents/55774)) verpflichten sich durch Unterzeichnung der Erklärung („Declaration of the Circular Plastics Alliance“) zur gemeinsamen Vision der Allianz und tragen zu ihrer operativen Arbeit bei. Die CPA setzt sich auch dafür ein, den EU-Markt für recycelte Kunststoffe anzukurbeln. Sie ergreift Maßnahmen, um dieses Ziel zu erreichen, und veröffentlicht ihre Ergebnisse auf der Webseite der Circular Plastics Alliance.

# Strategieplan für das Forschungsprogramm Horizon Europe

## Horizon Europe strategic plan 2025–2027

In ihrem zweiten strategischen Forschungsplan, der einen Dreijahreszeitraum ab 2025 umfasst, legt die Europäische Kommission dar, wie sie im Rahmen ihrer Forschungs- und Innovationsstrategie die Umsetzung des Grünen Deals unterstützen und fördern möchte. Der Rahmenplan legt den Fokus auf drei strategische Schwerpunktthemen: „green transition“, „digital transition“ und „A more resilient, competitive, inclusive and democratic Europe“. 35 % des gesamten Budgets für Horizon Europe sollen den Themen Klimawandel und Digitalisierung zufließen, 10 % des für 2025–2027 vorgesehenen Budgets sollen biodiversitätsbezogenen Themen zukommen. Der Plan enthält neun neue kofinanzierte EU-Partnerschaften, wovon insbesondere folgende einen unmittelbaren Bezug zu Chemikalien aufweisen: „Innovative Materials for EU“, „Raw Materials for the Green and Digital Transition“, „Solar Photovoltaics“ und „Textiles of the Future“. Eine absolute Novität ist die Schaffung eines „New European Bauhaus“ (NEB), in dem Bürger:innen, Gemeinden, Expert:innen, Unternehmen, Universitäten und Verwaltungen zusammengebracht werden, um gemeinsam nachhaltige Lebenskonzepte zu entwickeln. Innerhalb dieses generellen Rahmens werden jeweils kurzfristigere Arbeitsprogramme erstellt, in denen konkretere thematische Projekte formuliert und mit einem entsprechenden Förderbudget ausgestattet werden. Das detaillierte Arbeitsprogramm 2025 wird derzeit erarbeitet.

## Bewertungsrahmen für SSbD

### Empfehlung der Kommission zur Schaffung eines europäischen Bewertungsrahmens für „inhärent sichere und nachhaltige“ Chemikalien und Materialien, vom 8.12.2022

In der Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit kündigte die Kommission an, dass sie Kriterien für „inhärent sichere und nachhaltige“ Chemikalien und Werkstoffe entwickeln wird. In allen Sektoren, insbesondere aber in den Bereichen Textilien, Lebensmittelkontaktmaterialien, Informations- und Kommunikationstechnologien, Baustoffe, Mobilität, Energiespeicherung (Batterien) und erneuerbaren Energiequellen sollen bedenkliche Stoffe weitestgehend substituiert werden. Mit der Empfehlung vom 8. Dezember 2022 legte die Kommission einen derartigen Bewertungsrahmen für „inhärent sichere und nachhaltige“ Chemikalien und Materialien („Safe and Sustainable by Design“, SSbD) vor

und rief die Mitgliedstaaten, die Industrie – einschließlich KMUs – sowie Hochschulen und Forschungs- und Technologieorganisationen (RTO) auf, diesen Rahmen in ihren einschlägigen Grundsatzpapieren oder Strategiedokumenten zu übernehmen. Sie alle sollen über die durchgeführten Fortschritte bei der Implementierung des SSbD-Konzeptes berichten.

## **Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“**

### **Auf dem Weg zu einem gesunden Planeten für alle: EU-Aktionsplan „Schadstofffreiheit von Luft, Wasser und Boden“, Kommissionsmitteilung vom 12.5.2021**

Die Umweltverschmutzung in der EU ist jedes Jahr die Ursache für einen von acht Todesfällen und bildet damit die wichtigste Ursache für umweltbedingte geistige und körperliche Erkrankungen, besonders unter Kindern, Menschen mit Vorerkrankungen und älteren Personen. Sie ist zudem eine Hauptursache für den Biodiversitätsverlust. Indem die Umweltverschmutzung natürliche Ökosysteme schädigt, trägt sie indirekt auch zum Klimawandel bei. Die Kommission definiert in der Mitteilung eine Reihe konkreter Ziele, die bis 2030 erreicht werden sollen. Darunter finden sich beispielsweise folgende: die Verbesserung der Luftqualität zur Verringerung der vorzeitigen luftverschmutzungsbedingten Todesfälle um 55 %, die Reduktion von Kunststoffabfällen im Meer um 50 %, die Freisetzung von Mikroplastik um 30 % und die Verbesserung der u. a. durch Agrochemikalien beeinträchtigten Bodenqualität um 50 %. Neben den spezifischen Maßnahmen dieses Aktionsplans wird insbesondere auf die Innovationen in der Chemikalienpolitik durch die Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit und auf Verschärfungen der Industrieemissionsrichtlinie gesetzt. Ein eigens entworfener Plan eines „monitoring and outlook framework“ soll den Fortschritt des Aktionsplans verfolgen und die erreichten Verbesserungen quantitativ abbilden, wobei insbesondere auch der Europäischen Umweltagentur eine Schlüsselrolle zukommt.

## **Aktionsplan Bioökonomie**

### **Bioeconomy – The European way to use our natural resources, Action plan 2018**

Die Strategie für Bioökonomie soll den Übergang zu einer nachhaltigen Nutzung biologischer Rohstoffe – einschließlich der Nahrungsmittel – beschleunigen, indem fünf konkrete Ziele verfolgt werden: (1) die Sicherstellung ausreichender Nahrungsmittel und

Nährstoffe, (2) die nachhaltige Bewirtschaftung biologischer Ressourcen, (3) die Reduktion der Abhängigkeit von nichterneuerbaren und nichtnachhaltigen Rohstoffen, (4) die Anpassung an den Klimawandel und (5) die Stärkung der europäischen Wettbewerbsfähigkeit und Schaffung neuer Arbeitsplätze. Grünen Deal und insbesondere die in den Bereichen Industrie, Kreislaufwirtschaft und Saubere Energien geplanten Innovationen. Die Umsetzung der Strategie erfolgt in Form von Aktionsplänen. Die Verwendung von biogenen Rohstoffen zur Herstellung von Chemikalien ist neben dem Abfallrecycling und dem „Carbon Capture and Utilization“, d. h. der Nutzung von Kohlenstoffverbindungen aus Emissionen, meist in Form von Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) oder Kohlenmonoxid (CO), die dritte wichtige Option des Chemiesektors, um aus der aktuellen Abhängigkeit von fossilen Ressourcen auszusteigen und auf nachhaltige Ressourcen umzurüsten. Daher ist die Bioökonomiestrategie eine wichtige, unterstützende Maßnahme im Rahmen der Grünen Chemie.

## **Neue Industriestrategie**

### **Aktualisierung der Neuen Industriestrategie für Europa 2020: Aufbau eines stärkeren Binnenmarktes für einen Aufschwung Europas, Kommissionsmitteilung vom 5.5.2021**

Mit dieser Strategie will die Europäische Kommission die internationale Führungsrolle der EU-Industrie erreichen bzw. absichern und setzt dabei Prioritäten in drei Bereichen: Erhalt der globalen Wettbewerbsfähigkeit, Erreichung der Klimaneutralität und Gestaltung der digitalen Zukunft Europas. Dazu werden unterschiedliche Maßnahmen vorgeschlagen, wie etwa ein „Intellectual Property Action Plan“, Schaffung fairer Wettbewerbsregeln, Dekarbonisierungsmaßnahmen mit Fokus auf die energieintensivsten Zweige, Stärkung der bestehenden „carbon leakage tools“, Maßnahmenplan für kritische Rohstoffe und Medikamente und Schaffung einer „Clean Hydrogen Alliance“, um die Defossilisierung der Industrie zu unterstützen.

## **Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz**

### **Strategischer Rahmen der EU für Gesundheit und Sicherheit am Arbeitsplatz 2021 bis 2027 – Arbeitsschutz in einer sich wandelnden Arbeitswelt, Kommissionsmitteilung vom 28.6.2021**

Diese Initiative stützt sich auf das vorhergehende EU-Programm für den Zeitraum 2014–2020 und möchte die hohen Gesundheits- und Sicherheitsstandards für Arbeitnehmer:innen in der EU aufrechterhalten bzw. verbessern. Sie verfolgt drei wichtige Ziele, mit denen sie vor allem auf neue Krisen – nach den Erfahrungen durch die Covid-Pandemie – und andere zukünftige Bedrohungen vorbereitet sein möchte: (1) Antizipation und Bewältigung des Wandels in der neuen Arbeitswelt, der durch den grünen, den digitalen und den demografischen Übergang hervorgerufen wird, (2) Verbesserung der Prävention von Arbeitsunfällen und arbeitsbedingten Erkrankungen und (3) Stärkung der Vorsorge für etwaige künftige Gesundheitskrisen. Die technischen Innovationen, die der Grüne Deal anstoßen soll – insbesondere auch der Schwerpunkt auf digitale Technologien – wird eine Reihe neuer Herausforderungen mit sich bringen, auf die der strategische Rahmen adäquate Antworten geben bzw. die Entwicklung entsprechender Maßnahmen vorbereiten will. Chemische Arbeitsstoffe sind heute bereits ein Kernthema des europäischen Arbeitnehmer:innenschutzes. Die Chemikalienpolitik und im Besonderen die Substitution problematischer Stoffe – somit auch die Grüne Chemie – werden durch diesen Rahmen neue, konkrete Impulse erhalten. Strengere Arbeitsplatzgrenzwerte für Asbest, Blei, Diisocyanate und Kobalt wurden bzw. werden in der Richtlinie über Karzinogene und Mutagene als unmittelbare Folge dieses strategischen Rahmens ausgearbeitet.

## **Biodiversitätsstrategie**

### **EU-Biodiversitätsstrategie für 2030 – Mehr Raum für die Natur in unserem Leben, Kommissionsmitteilung vom 20.5.2020**

Mit der Biodiversitätsstrategie legt die Kommission einen umfassenden und ehrgeizigen Plan vor, der langfristig die Natur schützen und die schon erfolgte Zerstörung von Ökosystemen rückgängig machen soll. Die EU will auch federführend bei den internationalen Verhandlungen über den globalen Biodiversitätsrahmen nach 2020 mitwirken. Als vorrangige Ziele sollen Klimawandelauswirkungen, Waldbrände, Gefahren für die Ernährungssicherheit und der Ausbruch von Krankheiten bekämpft werden. Zu den geplanten Maßnahmen gehört auch die Schaffung eines Plans zur Wiederherstellung der Natur mit quantitativen Zielvorgaben, etwa der Verringerung des Risikos und Einsatzes chemischer Pestizide um 50 %. Konkret angesprochen sind gefährliche Chemikalien vor allem im Kontext des Null-Schadstoff-Aktionsplan für Luft, Wasser und Boden.

## Strategien für ein nachhaltiges Finanzwesen

**Richtlinie (EU) 2022/2464 vom 14. Dezember 2022 zur Änderung europäischer Regelungen hinsichtlich der Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen**

**Verordnung (EU) 2020/852 vom 18. Juni 2020 über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen („Taxonomie-Verordnung“)**

Abschließend sollen hier die Bemühungen der Europäischen Kommission erwähnt werden, Nachhaltigkeit in die europäischen Finanzinstrumente zu bringen. Beispielhaft seien hier angeführt: die Richtlinie zur Nachhaltigkeitsberichterstattung von Unternehmen und die Verordnung über die Einrichtung eines Rahmens zur Erleichterung nachhaltiger Investitionen („Taxonomie-Verordnung“). In der Taxonomie-Verordnung werden vier Bedingungen festgelegt, die eine Wirtschaftstätigkeit erfüllen muss, um als ökologisch nachhaltig zu gelten. Außerdem werden sechs Umweltziele festgelegt, unter anderem der Übergang zu einer Kreislaufwirtschaft sowie die Vermeidung und Verminderung der Umweltverschmutzung. Ein unmittelbarer Bezug zur Chemiepolitik ergibt sich daraus, dass relevante Nachhaltigkeitsleistungen auf die bereits erwähnten „Substances of concern“ (SoC) Bezug nehmen.

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Übergeordnete Ziele des Arbeitsprogramms <i>Grüne Chemie</i> . .....	11
Abbildung 2: Projektteam <i>Grüne Chemie</i> Umweltbundesamt – v.l.: Erich Neuwirth, Stephanie Moser-Castan, Barbara Wetzer (Projektleiterin), Stephan Leitner. ....	14
Abbildung 3: Projektteam <i>Grüne Chemie</i> BMK – v.l.: Güllü Düzgün, Susanne Rose, Martin Wimmer, Samira Galler. ....	15
Abbildung 4: Die zwölf Prinzipien der Grünen Chemie von John Warner und Paul Anastas. ....	20
Abbildung 5: Fünf Kriterien eines Grünen Chemikaliendesigns basierend auf den zwölf Prinzipien der Grünen Chemie. ....	22
Abbildung 6: Schematische Darstellung der Kreislaufwirtschaft. ....	31
Abbildung 7: Grüne Chemie in der Kreislaufwirtschaftsstrategie.....	32
Abbildung 8: Zusammenwirken nachhaltiger Lösungsansätze, Konzepte und Innovationen für Klima-, Umwelt- und Naturschutz. ....	33
Abbildung 9: Meilensteine der Grünen Chemie in Österreich.....	36
Abbildung 10: Abfolge der Fachdialoge und Plattformtreffen zur Grünen Chemie (GC), 2019–2023.....	38
Abbildung 11: Schematische Darstellung des ReOil-Prozesses.....	42
Abbildung 12: Das Lösungsmittel NNMO im Lyocellprozess. ....	43
Abbildung 13: Ausschnitt aus einem Ligninmolekül. Quelle: Karol Głąb, Lizenz: CC BY-SA 3.0, via Wikimedia Commons.....	45
Abbildung 14: Schema des Vanillin-Moleküls. ....	47
Abbildung 15: Bioreaktor-Pilotanlage (150 Liter), Seestadt, Wien.....	48
Abbildung 16: Schematische Darstellung eines Mauvein-Moleküls.....	49
Abbildung 17: Schematische Darstellung eines Benthocyanin-A-Moleküls. ....	50

## Literaturverzeichnis

**Anastas, P. T., J. C. Warner, 2000:** Green Chemistry: Theory and Practice. Oxford university press.

**Bell, L., J. Gitlitz, J. Congdon, A. N. Rollison und M. Valliant, 2023.** Chemical recycling: a dangerous deception. Beyond Plastics and International Pollutants Elimination Network (IPEN), [ipen.org/sites/default/files/documents/ipen\\_bp\\_chemical\\_recycling\\_report\\_11\\_16\\_23-compressed.pdf](https://ipen.org/sites/default/files/documents/ipen_bp_chemical_recycling_report_11_16_23-compressed.pdf).

**Betts, R. und R. Keeling, 2021.** Atmospheric carbon dioxide at record high levels despite reduced emissions in 2020. Met Office. [metoffice.gov.uk/research/news/2021/record-co2-levels-despite-lower-emissions-in-2020](https://www.metoffice.gov.uk/research/news/2021/record-co2-levels-despite-lower-emissions-in-2020), Zugriff: 03.06.2024.

**BMK – Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie, 2022.** Fact Sheet – Bioökonomie. <https://www.bmk.gv.at/dam/jcr:c9110126-a9a3-488e-a438-cc56078f6614/Fact-Sheet-Biooekonomie-2022.pdf>.

**Bundeskanzleramt Österreich, 2020.** Aus Verantwortung für Österreich. Regierungsprogramm 2020–2024. Wien. [dievolkspartei.at/Download/Regierungsprogramm\\_2020.pdf](https://www.dievolkspartei.at/Download/Regierungsprogramm_2020.pdf).

**EPA – United States Environmental Protection Agency, 2024.** Green Chemistry. [epa.gov/greenchemistry](https://www.epa.gov/greenchemistry), Zugriff: 03.06.2024.

**Europäische Kommission, 2019.** Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Der europäische Grüne Deal. COM (2019) 640 final, Brüssel. [eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:b828d165-1c22-11ea-8c1f-01aa75ed71a1.0021.02/DOC_1&format=PDF).

**Europäische Kommission, 2020.** Mitteilung der Kommission an das Europäische Parlament, den Europäischen Rat, den Rat, den Europäischen Wirtschafts- und Sozialausschuss und den Ausschuss der Regionen – Chemikalienstrategie für Nachhaltigkeit – Für eine schadstofffreie Umwelt. COM (2020) 667 final, Brüssel. [eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f815479a-0f01-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0002.02/DOC\\_1&format=PDF](https://eur-lex.europa.eu/resource.html?uri=cellar:f815479a-0f01-11eb-bc07-01aa75ed71a1.0002.02/DOC_1&format=PDF).

**Fried, R., I. Oprea, K. Fleck und F. Rudroff, 2022.** Biogenic colourants in the textile industry – a promising and sustainable alternative to synthetic dyes. *Green Chem.* 24, 13, DOI: [10.1039/d1gc02968a](https://doi.org/10.1039/d1gc02968a).

**Gabrielli, P., L. Rosa, M. Gazzani, R. Meys, A. Bardow, M. Mazzotti und G. Sansavini, 2023.** Net-zero emissions chemical industry in a world of limited resources. *One Earth.* 6,6. 682-704. DOI: [10.1016/j.oneear.2023.05.006](https://doi.org/10.1016/j.oneear.2023.05.006).

**IUPAC – International Union of Pure and Applied Chemistry, 2024.** Green Chemistry. [iupac.cnr.it/who-we-are/green-chemistry](https://iupac.cnr.it/who-we-are/green-chemistry), Zugriff: 03.06.2024.

**OTS, 2020.** Ist in Zukunft genug Holz für alle(s) da? Austropapier – Vereinigung der Österreichischen Papierindustrie. [ots.at/presseaussendung/OTS\\_20201204\\_OTSO132/ist-in-zukunft-genug-holz-fuer-alles-da](https://ots.at/presseaussendung/OTS_20201204_OTSO132/ist-in-zukunft-genug-holz-fuer-alles-da), Zugriff: 03.06.2024.

**Paparella, M., A. Worth, F. Busquet und c. Paparella, 2021.** There is always an alternative. A thought-starter to stimulate and organize discussion of science policy needs for a sustainable regulation of chemicals. *ALTEX Proceedings*, 9(1).

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

**Rockström, J., W. Steffen, K. Noone, W. Steffen, K. Noone, Å. Persson, F. S. Chapin III, E. F. Lambin, T. M. Lenton, M. Scheffer, C. Folke, H. J. Schellnhuber, B. Nykvist, C. A. de Wit, T. Hughes, S. van der Leeuw, H. Rodhe, S. Sörlin, P. K. Snyder, R. Costanza, U. Svedin, M. Falkenmark, L. Karlberg, R. W. Corell, V. J. Fabry, J. Hansen, B. Walker, D. Liverman, K. Richardson, P. Crutzen & Jonathan A. 2009.** A safe operating space for humanity. *Nature*, 461, 472–475. DOI: [10.1038/461472a](https://doi.org/10.1038/461472a).

**Sheldon, R., 2024.** The E Factor. [sheldon.nl/EFactor.aspx](https://sheldon.nl/EFactor.aspx), Zugriff: 03.06.2024.

**Stoifl, B., A. Bernhard, B. Karigl, C. Lampert, M. Neubauer und P. Thaler, 2017.** Kunststoffabfälle in Österreich – Aufkommen und Behandlung – Materialien zum Bundes-

**Abfallwirtschaftsplan 2017**, REPORTS REP-0650, Umweltbundesamt GmbH, Wien.  
[umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0650.pdf](https://umweltbundesamt.at/fileadmin/site/publikationen/rep0650.pdf)

**UBA – Umweltbundesamt, 2024.** Nachhaltige Chemie. [umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-management/nachhaltige-chemie#nachhaltigkeit-im-umgang-mit-chemikalien](https://umweltbundesamt.de/themen/chemikalien/chemikalien-management/nachhaltige-chemie#nachhaltigkeit-im-umgang-mit-chemikalien), Zugriff: 03.06.2024.



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

Radetzkystraße 2, 1030 Wien

+43 (0) 800 21 53 59

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

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