



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

## Die Industrie auf dem Weg zur Klimaneutralität

Fokus: Kreislaufwirtschaft

Die Dekarbonisierung der Industrie spielt eine wichtige Rolle, um Klimaneutralität zu erreichen. Ziel ist die Reduktion von klimaschädlichen Emissionen und ein sparsamer, effizienter Einsatz von Energie und Ressourcen. Neue Technologien und Lösungen für eine saubere und wettbewerbsfähige Produktion werden aktuell in Österreich erforscht und demonstriert. Ein richtungsweisendes Konzept zur nachhaltigen Transformation der Industrie ist die Kreislaufwirtschaft.



# Zero-Emission

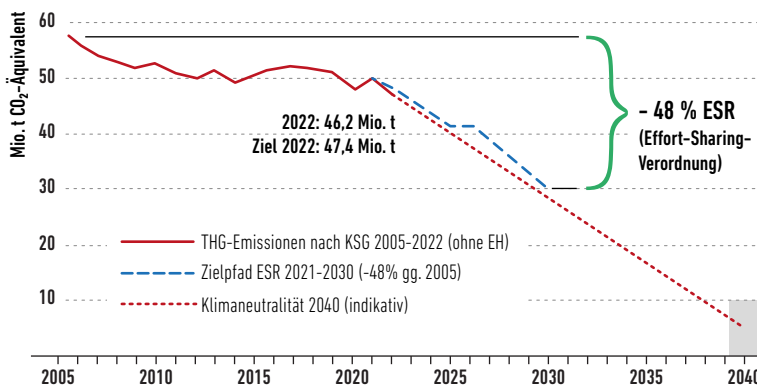
## Konzepte und Maßnahmen für die klimaneutrale Industrie

Um das nationale Ziel „Klimaneutralität bis 2040“ umsetzen zu können, braucht es umfassende Transformationsprozesse in Wirtschaft und Gesellschaft. Die österreichische Industrie wird auf dem Weg dorthin eine zentrale Rolle spielen, denn die industrielle Produktion hat gemeinsam mit dem Energiesektor den größten Anteil an den klimaschädlichen Treibhausgasemissionen. Die THG-Emissionen dieser beiden Sektoren beliefen sich 2022 auf 32,6 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub>-Äquivalent, was einem Anteil von rund 45 % an den Gesamtemissionen (72,84 MT CO<sub>2</sub>-Äquivalent) in Österreich entspricht.<sup>1</sup>

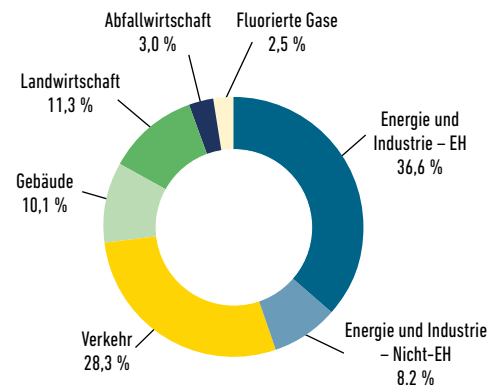
Die Industrie hat auch den größten Energieverbrauch zu verzeichnen. Innerhalb der Bilanzgrenze aller Anlagen und Prozesse der österreichischen Industriestandorte werden jährlich 110 TWh Energie benötigt. Dies macht rund 27 % des Bruttoinlandsverbrauchs aus.<sup>2</sup> Andererseits ist die Industrie ein wichtiger Motor

für nachhaltiges Wachstum, Arbeitsplätze, Innovation und Lebensqualität in Österreich. Der „produzierende Bereich“ umfasst (lt. Statistik Austria) die Sachgütererzeugung, den Bergbau, die Energie- und Wasserversorgung sowie die Bauwirtschaft und trägt mit einem Anteil von rund 29 % am Bruttoinlandsprodukt (BIP) wesentlich zur österreichischen Wirtschaftsleistung bei. Fast eine Million Menschen sind hier in über 67.000 Unternehmen beschäftigt.<sup>3</sup>

Die Transformation hin zu einer sauberen, ressourcenschonenden und zugleich wettbewerbsfähigen Produktion ist eine der größten Herausforderungen auf dem Weg zur Klimaneutralität. Forschung und Technologieentwicklung spielen dabei eine zentrale Rolle. Wichtige Ansatzpunkte für den Transformationsprozess der Industrie sind die Themen Ressourcen, Energie, CO<sub>2</sub> sowie Kreislaufwirtschaft.



Treibhausgasemissionen nach Klimaschutzgesetz 2005-2022 (ohne Emissionshandel) & Zielpfad, Quelle: Umweltbundesamt



Sektorale Anteile 2022, Quelle: Umweltbundesamt

## DEN TRANSFORMATIONSPROZESS GESTALTEN

In den letzten Jahren wurden große Fortschritte bei der Entwicklung und Demonstration von innovativen Technologien und Konzepten zur Dekarbonisierung der Industrie gemacht. Nun geht es darum, diese in die industriellen Prozesse zu integrieren, um nachhaltig hochwertige und wettbewerbsfähige Produkte erzeugen zu können.

Bereits 2020 wurde vom Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) in Zusammenarbeit mit der Industriellenvereinigung der **Dialogprozess „Klimaneutrale Industrie Österreich“** gestartet. Im Austausch mit den größten österreichischen Industrieunternehmen wurden in einem partizipativen Prozess Wege für die Transformation der Industrie diskutiert und Strategien ausgearbeitet. [www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/gruene-industriepolitik/klimafitte\\_industrie.html](http://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/gruene-industriepolitik/klimafitte_industrie.html)

Die aktuelle **Studie transform.industry**, die im Auftrag des Klima- und Energiefonds vom Austrian Institute of Technology (AIT) durchgeführt wurde<sup>4</sup>, beschäftigt sich mit der Frage, wie der Prozess zur Dekarbonisierung der Industrie bestmöglich ablaufen kann. In vier Szenarien, angewandt auf 13 Industriesektoren, wurden mögliche Entwicklungspfade untersucht, die auf unterschiedlichen Maßnahmen und Technologien zur Dekarbonisierung aufbauen.

Im Szenario „Erneuerbare Gase“ wird die nachhaltige Transformation der Industrie durch die Umstellung von fossilen auf erneuerbare Energieträger erreicht. Im Szenario „Innovation“ werden in hohem Ausmaß Best-available und Breakthrough-Technologien umgesetzt, während das Szenario „Sektorkopplung“ darauf abzielt, Energieträger so effizient wie möglich zu nutzen, indem z. B. Abwärme aus industriellen Prozessen in anderen Sektoren zum Einsatz kommt. Das Szenario „Kreislaufwirtschaft“ setzt u. a. auf eine gesteigerte Materialeffizienz und hohe Recyclingquoten, wodurch die energieintensive Grundstoffherstellung reduziert wird.

In allen Szenarien wird deutlich, dass der Ausbau von erneuerbarer Energie in den nächsten Jahren höchste Priorität haben muss. Um die Dekarbonisierung der Industrie voranzutreiben, braucht es außerdem Planungssicherheit für die Unternehmen, schnellere Genehmigungsverfahren und eine laufende technologische Weiterentwicklung. Die Analysen zeigen, dass alle vier Szenarien einen positiven Effekt auf das Wirtschaftswachstum

haben. Laut der Berechnungen wird durch die Transformation ein zusätzliches BIP-Wachstum in der Höhe von rund acht bis zehn Milliarden Euro generiert. Auf Basis der Ergebnisse wurden strategische Forschungs-, Technologie- und Innovationsfahrpläne sowie entsprechende Handlungsempfehlungen ausgearbeitet.

[www.klimafonds.gv.at/mediathek/studienpraesentation-transform-industry](http://www.klimafonds.gv.at/mediathek/studienpraesentation-transform-industry)

Podcast der Österreichischen Energieagentur zur Studie:

[petajoule.podigee.io/62-transformindustry](https://petajoule.podigee.io/62-transformindustry)

## FOKUS KREISLAUFWIRTSCHAFT

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft ist ein wesentlicher Lösungsansatz für Energie- und Ressourceneinsparungen sowie die Vermeidung von klimaschädlichen Emissionen in der industriellen Produktion. Wichtige Impulse für die Erforschung und Umsetzung dieses Konzepts liefert der Beschluss der Kreislaufwirtschaftsstrategie 2022 sowie der FTI-Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft des BMK, der 2021 verankert wurde und seit 2024 auch explizit die Produktionstechnologien adressiert (siehe Seite 4-5). In dieser Ausgabe stellen wir einige österreichische FTI-Projekte vor, die innovative Lösungen für die Transformation der Industrie mit Fokus auf die Umstellung zur Kreislaufwirtschaft entwickeln und demonstrieren.

## NATIONALE FÖRDERUNGEN

Mit der Klima- und Transformationsoffensive des Bundes werden heimische Industriebetriebe dabei unterstützt, ihre Produktionsprozesse klimaneutral zu gestalten. Das stärkt einerseits die Wertschöpfung in Österreich und führt andererseits zu mehr Unabhängigkeit von fossilen Energieimporten. Bis 2030 stehen Förderungen von insgesamt rund 5,7 Milliarden Euro zur Verfügung, davon 320 Millionen Euro für die FTI-Initiative „Transformation der Industrie“. Diese Initiative wird vom Klima- & Energiefonds implementiert und unterstützt die Entwicklung und Demonstration von innovativen Technologien, die zu Klimaschutz und Nachhaltigkeit beitragen und die Wettbewerbsfähigkeit der österreichischen Wirtschaft steigern.

[www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/klimaschutz/ufi/industrie.html](http://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/klimaschutz/ufi/industrie.html)

[www.klimafonds.gv.at/call/fti-transformation-der-industrie-2024/](http://www.klimafonds.gv.at/call/fti-transformation-der-industrie-2024/)

<sup>1</sup> Quelle: [klimadashboard.at/emissionen](http://klimadashboard.at/emissionen), Gesamtemissionen Österreich 2022: 72,84 MT CO<sub>2</sub> eq, Anteil Industrie: 34,44 % basierend auf [CRF-Datensatz](#) des Umweltbundesamt (Datenstand inkl. 2022, Open Data)

<sup>2</sup> Quelle: Studie „Klimaneutralität Österreich bis 2040 - Beitrag der Industrie“ (AIT, EVT, Energieinstitut JKU Linz, Austrian Energy Agency)

<sup>3</sup> Quelle: IV, [www.iv.at/Unsere-Industrie/Unsere-Industrie/Das-Industrieland-sterreich/Das-Industrieland-Oesterreich.de.html](http://www.iv.at/Unsere-Industrie/Unsere-Industrie/Das-Industrieland-sterreich/Das-Industrieland-Oesterreich.de.html)

<sup>4</sup> **PROJEKTPARTNER:** Österreichische Energieagentur, Montanuniversität Leoben, Energieinstitut an der Johannes Kepler Universität Linz

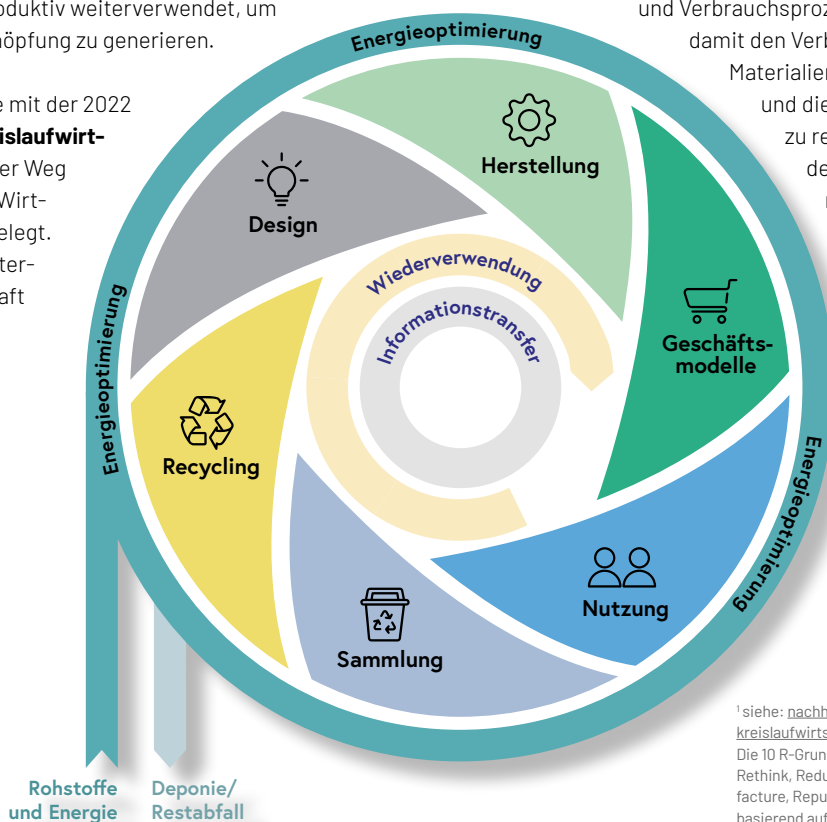
# Auf dem Weg zur Kreislaufwirtschaft

## Ziele und Aktivitäten

Die Ressourcen der Erde werden von Jahr zu Jahr knapper. Neben der wachsenden Weltbevölkerung ist unsere lineare Wirtschaftsweise, bei der viele wertvolle Materialien und Rohstoffe als Abfälle entsorgt werden, ein Grund dafür. Das Konzept der Kreislaufwirtschaft setzt darauf, Ressourcen und Materialien entlang des gesamten Lebenszyklus zu betrachten. Alle Ressourcen verbleiben hier weitgehend im Wirtschaftskreislauf und werden produktiv weiterverwendet, um nachhaltig Wertschöpfung zu generieren.

In Österreich wurde mit der 2022 beschlossenen **Kreislaufwirtschaftsstrategie** der Weg zu einer zirkulären Wirtschaftsweise festgelegt. Vision ist es, die österreichische Wirtschaft

und Gesellschaft bis 2050 in eine klimaneutrale, nachhaltige Kreislaufwirtschaft umzugestalten. Die Strategie basiert auf den zehn Grundsätzen der Kreislaufwirtschaft<sup>1</sup>. Diese zielen darauf ab, den Ressourcenverbrauch zu verringern, Umweltverschmutzung und Abfälle zu vermeiden sowie die Wertschöpfung und Ressourceneffizienz zu erhöhen. Bei der Transformation geht es darum, Ressourcenströme in Herstellungs-, Vertriebs- und Verbrauchsprozessen zu schließen und damit den Verbrauch an Rohstoffen und Materialien, das Abfallaufkommen und die Umweltbelastung massiv zu reduzieren. Für den Wandel der Industrie hin zur klimaneutralen Produktion ist das Konzept der zirkulären Wirtschaftsweise richtungweisend.



<sup>1</sup> siehe: [nachhaltigwirtschaften.at/de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie.php](https://nachhaltigwirtschaften.at/de/themen/kreislaufwirtschaft/kreislaufwirtschaftsstrategie.php)  
Die 10 R-Grundsätze der Kreislaufwirtschaft: Refuse, Rethink, Reduce, Reuse, Repair, Refurbish, Remanufacture, Repurpose, Recycle, Recover, Quelle: BMK basierend auf Potting et al. (2017)

### BROSCHÜRE – KREISLAUFWIRTSCHAFT UND PRODUKTIONSTECHNOLOGIEN

Die Broschüre bietet einen Einblick in die bisherigen, sehr vielfältigen nationalen Förderaktivitäten zum Thema Kreislaufwirtschaft. Es werden Kompetenzzentren und innovative Förderprojekte aus unterschiedlichen FTI-Initiativen vorgestellt, die auf eine nachhaltige Produktion und den Umstieg zur Kreislaufwirtschaft abzielen. Zusätzlich bietet diese Publikation auch einen Ausblick, wie innovative Vorhaben weiter vorangetrieben werden, um zur Ressourcenwende beizutragen.



## ZIELE DER KREISLAUFWIRTSCHAFTSTRATEGIE

- > Reduktion des Ressourcenverbrauchs: bis 2030 soll der inländische Materialverbrauch (DMC) maximal 14 Tonnen pro Kopf im Jahr betragen, 2018 lag dieser bei 19 Tonnen pro Kopf im Jahr. Der Material-Fußabdruck (MF) soll bis 2050 bei maximal 7 Tonnen pro Kopf im Jahr liegen, dieser lag 2017 bei 33 Tonnen pro Kopf im Jahr.
- > Steigerung der Ressourcenproduktivität um 50 % bis 2030
- > Steigerung der Zirkularitätsrate auf 18 % bis 2030
- > Reduzierung des Konsums privater Haushalte um 10 % bis 2030

Für sieben Transformationsschwerpunkte – Bauwirtschaft und bauliche Infrastruktur, Mobilität, Kunststoffe und Verpackungen, Textilwirtschaft, Elektro- und Elektronikgeräte, Informations- & Kommunikationstechnologien (IKT), Biomasse, Abfälle und Sekundärressourcen – wurden in Zusammenarbeit mit zahlreichen Akteur:innen mehr als 600 konkrete Maßnahmen und Aktivitäten erarbeitet.

[www.bmk.gv.at/themen/klima\\_umwelt/abfall/Kreislaufwirtschaft/strategie.html](http://www.bmk.gv.at/themen/klima_umwelt/abfall/Kreislaufwirtschaft/strategie.html)



2021 wurde der FTI-Schwerpunkt Kreislaufwirtschaft im BMK verankert und 2024 um die Produktionstechnologien erweitert, um die Erforschung von innovativen Technologien und Lösungen für die Ressourcenwende zu forcieren und insbesondere die österreichische Produktionslandschaft auf eine zirkuläre Wirtschaftsweise umzustellen. Entlang gemeinsamer Ziele in Forschung, Technologie und Innovation werden hier Maßnahmen umgesetzt, die in verschiedenen nationalen Förderinitiativen verankert sind und zur Mission „Österreich auf dem Weg zu einer nachhaltigen und zirkulären Gesellschaft“ beitragen.

[www.fti-ressourcenwende.at/de](http://www.fti-ressourcenwende.at/de)

[fti-ressourcenwende.at/de/newsletter](http://fti-ressourcenwende.at/de/newsletter)

## DIGITECH4CE

### Digitale Schlüsseltechnologien für die kreislaufbasierte Produktion

In der Studie DigiTech4CE<sup>1</sup> wurden digitale Schlüsseltechnologien für die Kreislaufwirtschaft in der diskreten industriellen Produktion analysiert. Ausgangspunkt der Untersuchungen waren die Fragen: Wer sind die an der Kreislaufwirtschaft teilnehmenden Akteur:innen? Was ist der Mehrwert für Produzierende und was sind wettbewerbliche Nachteile einer kreislaufbasierten Produktion? Welche regulatorischen Rahmenbedingungen braucht es? Welche Rolle spielt die Digitalisierung bei dieser Transformation und was sind die Schlüsseltechnologien? Digitalisierung ist ein wichtiges Werkzeug für die Kreislaufwirtschaft, denn im Idealfall werden nicht nur die Materialströme, sondern auch die Informationsströme im Kreis geführt.

Digitale Technologien ermöglichen den Datenaustausch, fördern Transparenz und Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Akteur:innen und unterstützen u. a. die Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen sowie Produkt- und Prozessinnovationen. Digitale Anwendungen braucht es z. B. für Kontroll- und Standortverfolgungsdienste, die Verfolgung von Nutzungszyklen und Leistungsdaten, die vorausschauende Wartung, die Vorhersage

von Ausfällen sowie für ein optimiertes Ersatzteilmanagement. In einem Technologiekatalog werden in der Studie 15 digitale Schlüsseltechnologien über Technologieprofile beschrieben und klassifiziert. Dazu gehören u. a. Industrial IoT, Artificial Intelligence, Distributed Ledger Technology oder Cyber Security. Diese Technologien werden verschiedenen Informationskategorien, Akteur:innen und zirkulären Strategien zugeordnet.

Angepasst an die Bedarfe der österreichischen Industrie werden in der Studie Handlungsfelder aufgezeigt und Handlungsempfehlungen für eine kreislaufbasierte Produktion in Österreich abgeleitet.

[nachhaltigwirtschaften.at/de/projekte/kreislaufwirtschaft/digitech4ce-digitale-schlüsseltechnologien.php](http://nachhaltigwirtschaften.at/de/projekte/kreislaufwirtschaft/digitech4ce-digitale-schlüsseltechnologien.php)

<sup>1</sup> **PROJEKTPARTNER:** BRIMATECH Services GmbH (Projektleitung), Linz Center of Mechatronics GmbH

Die Studie wurde als F&E-Dienstleistung im Rahmen der FTI-Initiative Kreislaufwirtschaft und Produktionstechnologien durchgeführt.



Recycling von Kaffeekapseln, Fotos: Secon GmbH

## CO<sub>2</sub>-NEUTRALES ABFALLRECYCLING

### mit Abwärme aus Industrieanlagen

Die Aufbereitung von Sekundärrohstoffen aus Abfällen ist in der Regel ein aufwendiger, energie- und kostenintensiver Prozess. Das oberösterreichische Greentech Startup Secon hat aktuell ein innovatives Verfahren entwickelt, um CO<sub>2</sub>-neutral und nahezu ohne Qualitätsverluste hochwertige Rohstoffe aus Abfall zu gewinnen. Dabei wird Abwärme aus bestehenden Industrieanlagen genutzt. Das patentierte Verfahren beruht auf einem thermochemischen Prozess, bei dem organische Verunreinigungen des Inputmaterials durch Verbrennung oder Pyrolyse abgeschieden werden. So werden gereinigte, wiederverwertbare mineralische oder metallische Rohstoffe zurückgewonnen. Um die für den Prozess notwendigen hohen Temperaturen zu erzielen, sollen zukünftig heiße Abgase eines vorgelagerten industriellen Prozesses – beispielsweise eines Zementwerkes – eingesetzt werden. Das macht das neue Verfahren besonders energieeffizient und CO<sub>2</sub>-neutral.

#### TESTBETRIEB MIT WISSENSCHAFTLICHER BEGLEITUNG

Ende 2023 wurde der erste „Small-scale-Demonstrator“ von Secon im Technikum Pettenbach in Oberösterreich installiert. Im Rahmen des NEFI Projekts "TCP-to-Industry" wird das Verfahren im Testbetrieb erprobt und von der Montanuniversität Leoben wissenschaftlich begleitet. In der Testanlage werden unter anderem Kaffeekapseln recycled, um Aluminium und Bio-Dünger rückzugewinnen. Auch andere Inputmaterialien können hier im industriellen Maßstab untersucht werden, denn die neue Technologie ermöglicht es, viele verschiedene Materialien (von Verbundwerkstoffen über Kunststoffe bis hin zu Klärschlamm oder Aludosen etc.) in ein und demselben Aggregat zu reinigen und wieder aufzubereiten.

Im Rahmen des Projekts wird das Verfahren selbst sowie die Kombination mit einem Industriebetrieb, d. h. die Versorgung mit Abwärme aus einer vorgelagerten Produktion, untersucht. Weiters soll analysiert werden, ob das im Recyclingverfahren anfallende Pyrolysegas anschließend im industriellen Produktionsprozess eingesetzt werden kann, um hier Primärenergie einzusparen.

#### GROSSANLAGE BEI ZEMENTWERK ALS ZIEL

Auf Basis der Erfahrungen aus dem Testbetrieb wird das Projektteam ein Integrationskonzept für einen „Large-scale-Demonstrator“ entwickeln. Geplant ist es, als Folgeprojekt eine Großanlage bei einem Zementwerk zu realisieren.

Begleitend dazu werden wirtschaftliche Aspekte des Konzepts analysiert. Das innovative Secon-Verfahren bietet für die Betreiber von Industrieanlagen auch einen ökonomischen Nutzen: Es spart Kosten, verbraucht so gut wie keine zusätzliche Energie und bietet die Möglichkeit für eine weitere Diversifikation und Absicherung bestehender Industriestandorte. Die neue Technologie hat hohes Potenzial für eine breite Umsetzung, da Abfälle überall anfallen und Abwärme aus vielen industriellen Prozessen bisher noch ungenutzt bleibt.

#### SCHWERPUNKTE DES TCP-TO-INDUSTRY PROJEKTS

- > Charakterisierung der Input- und Output-Wertstofffraktion
- > Konzept für die Integration des Small-Scale-Demonstrators (SSD) in eine Industrieanlage
- > Betrieb des SSDs in einer Industrieanlage und Messungen
- > Auswertung und Verbesserung der Energiemodelle
- > Einbindung von industrieller Abwärme
- > Integrationskonzept für den großtechnischen Demonstrator (KPC-Projekt)
- > Quantifizierung der Multiplikatoreffekte sowie techno-ökonomische Untersuchungen
- > Analyse des gesamtwirtschaftlichen Effekts in Österreich

[www.nefi.at/de/projekt/tcp\\_to\\_industry](http://www.nefi.at/de/projekt/tcp_to_industry)

<sup>1</sup> **PROJEKTPARTNER:** Montanuniversität Leoben / Lehrstuhl für Energieverbundtechnik (Projektleitung), ÖÖ Energiesparverband, Secon GmbH, WSA – waste service GmbH

Das Projekt ist Teil der NEFI-Modellregion („new energy for industry“), die die Dekarbonisierung von Industriebetrieben durch Innovation und Technologieentwicklung fördert. [www.nefi.at](http://www.nefi.at)

# Internationale Zusammenarbeit für die Dekarbonisierung der Industrie

Auch auf internationaler Ebene ist Österreich aktiv, um die Transformation der Industrie durch Forschung und Technologieentwicklung zu forcieren. Im Rahmen der globalen Initiative Mission Innovation leitet Österreich gemeinsam mit Australien seit 2022 die **Mission „Net-Zero Industries“**. Ziel ist es, Investitionen zu mobilisieren, um die Entwicklung von Schlüsseltechnologien für die vollständige Dekarbonisierung der Industrie voranzutreiben. Die Net-Zero Industries Mission (NZI) soll sicherstellen, dass bis 2030 eine zuverlässige, kostengünstige und emissionsfreie Produktion in Hochtemperaturprozessen der Stahl-, Zement- und chemischen Industrie ermöglicht wird. In diesem Zeitraum wollen die teilnehmenden Länder Lösungen mit Technologiereifegrad TRL 6 oder höher entwickeln und demonstrieren. Die klimaneutralen Produktionsweisen sollen skalierbar und bis 2050 mit etablierten Technologien wettbewerbsfähig sein.

[mission-innovation.net/missions/net-zero-industries-mission](https://mission-innovation.net/missions/net-zero-industries-mission)

Im Rahmen der Aktivitäten der Internationalen Energieagentur nimmt Österreich u. a. an dem Technologieprogramm „**Industrielle Energietechnologien und Systeme (IETS)**“ teil und leitet das Projekt „**Dekarbonisierung industrieller Systeme in einer Kreislaufwirtschaft (Task 21)**“. Energie- und CO<sub>2</sub>-Einsparungen durch Kreislaufwirtschaft, insbesondere direkt durch Zirkularität im Bereich des Kohlenstoffs sowie die Ressourcen- und Energieeffizienz durch Industrielle Symbiose<sup>1</sup>, sind zwei wesentliche Lösungsansätze zur Dekarbonisierung der Industrie.

Der **Subtask „Circular Carbon“** beschäftigt sich z. B. damit, wie „Carbon Capture and Utilization (CCU)“, d. h. die Abscheidung und anschließende Nutzung von CO<sub>2</sub> in einer Lebenszyklusanalyse abgebildet werden kann und wie CCU-Technologien in unterschiedlichen Industrien effektiv und effizient etabliert werden können. In Österreich wird dazu u. a. eine Umfrage zur Wahrnehmung von CCU durch Industriebetriebe durchgeführt. Der **Subtask „Industrielle Symbiose“** grenzt den Begriff wissenschaftlich-theoretisch ab, um für die Etablierung Best Practice-Beispiele zu identifizieren und passende Business-Modelle abzuleiten. Subtask-überschneidend werden auf Basis österreichischer und internationaler Projekte neue Kooperationen durch neue Wertschöpfungsketten identifiziert und verglichen.

[nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets](https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets)  
[nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets/iea-iets-task-21.php](https://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets/iea-iets-task-21.php)

<sup>1</sup> Industrielle Symbiose ist ein Konzept der Kreislaufwirtschaft und bezeichnet den wirtschaftlichen Zusammenschluss benachbarter Unternehmen, um Ressourcen effizienter zu nutzen. Das kann z. B. den Austausch von Material, Energie, Wasser und Abfallstoffen bzw. Nebenprodukten umfassen, sowie die gemeinsame Nutzung von Infrastrukturen, Dienstleistungen und sozialen Einrichtungen, um Wettbewerbsvorteile zu generieren.

<sup>2</sup> [www.nefi.at](http://www.nefi.at), [www.wiva.at](http://www.wiva.at)

<sup>3</sup> [project-cactus.at](http://project-cactus.at)

” **Der Begriff Dekarbonisierung meint eigentlich, dass kein CO<sub>2</sub> in die Atmosphäre entlassen wird. ‚Karbon‘ bleibt aber ein zentrales Thema: Es gibt Industrien, welche kohlenstoffbasierte Produkte herstellen, und andere, bei denen trotz Erneuerbarer Energien rein technologisch weiterhin Kohlenstoff als Reststoff anfallen wird. Auf internationaler Ebene diskutieren wir die Methoden, inwieweit CCU als klimaneutral gelten kann. Ebenso diskutieren wir die durch Industrielle Symbiose ermöglichte Verbindung von unvermeidbaren Kohlenstoffquellen und der Kohlenstoffnutzung. Hier liefern die österreichischen Projekte der Vorzeigeregionen NEFI und WIVA P&G<sup>2</sup> sowie das Projekt CACTUS<sup>3</sup> wertvolle Inputs.“**

SIMON MOSER,  
ENERGIEINSTITUT AN DER JKU LINZ



Foto: Energieinstitut an der JKU Linz



## Carbon-Cycle Economy Demonstration

### Leitprojekt für einen geschlossenen Kohlenstoffkreislauf

Strategien zur Dekarbonisierung der Industrie zielen darauf ab, die Entstehung von CO<sub>2</sub> zukünftig so weit wie möglich zu vermeiden. In vielen Industriezweigen, so z. B. in der Stahlerzeugung, ist Kohlenstoff heute aber noch ein technologisch unverzichtbarer Bestandteil des Produktionsprozesses. Deshalb wird nach innovativen Lösungen zur Abscheidung und nachhaltigen Verwertung des in diesen Prozessen anfallenden klimaschädlichen Gases gesucht.

Im Leitprojekt Carbon-Cycle Economy Demonstration (C-CED), das von der RAG Austria AG gemeinsam mit Industrie- und Forschungspartnern<sup>1</sup> durchgeführt wird, werden erstmals verschiedene CO<sub>2</sub>-Abscheide- sowie -Verwertungstechnologien und deren Zusammenwirken erforscht. Ziel ist es, einen nachhaltigen geschlossenen Kohlenstoffkreislauf zu etablieren. CO<sub>2</sub> wird dazu im Pilotmaßstab aus unterschiedlichen Quellen, z. B. aus den Abgasströmen der voestalpine-Stahlproduktion, abgetrennt und in der Folge zu wertvollem Methan umgewandelt. Die technisch-wissenschaftlichen Untersuchungen werden durch techno-ökonomische Analysen ergänzt.

#### SCHWERPUNKTE DES C-CED-PROJEKTS

Forschung und/oder Demonstration von CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus realen Gasen

- > Aminwäscher zur CO<sub>2</sub>-Abtrennung aus Abgasen der Stahlindustrie
- > CO<sub>2</sub>-Abtrennung durch Membrantrennverfahren
- > Nutzung von im Biogas enthaltenem CO<sub>2</sub>
- > Entwicklung eines neuen Direct Air Capture (DAC)-Verfahrens

CO<sub>2</sub>-Verwertung durch Methanisierung

- > bioelektrochemische Verfahren
- > Flexibilisierung der Geo-Methanisierung aus dem „Underground Sun Conversion“-Projekt der RAG

#### CO<sub>2</sub> NACHHALTIG VERWERTEN

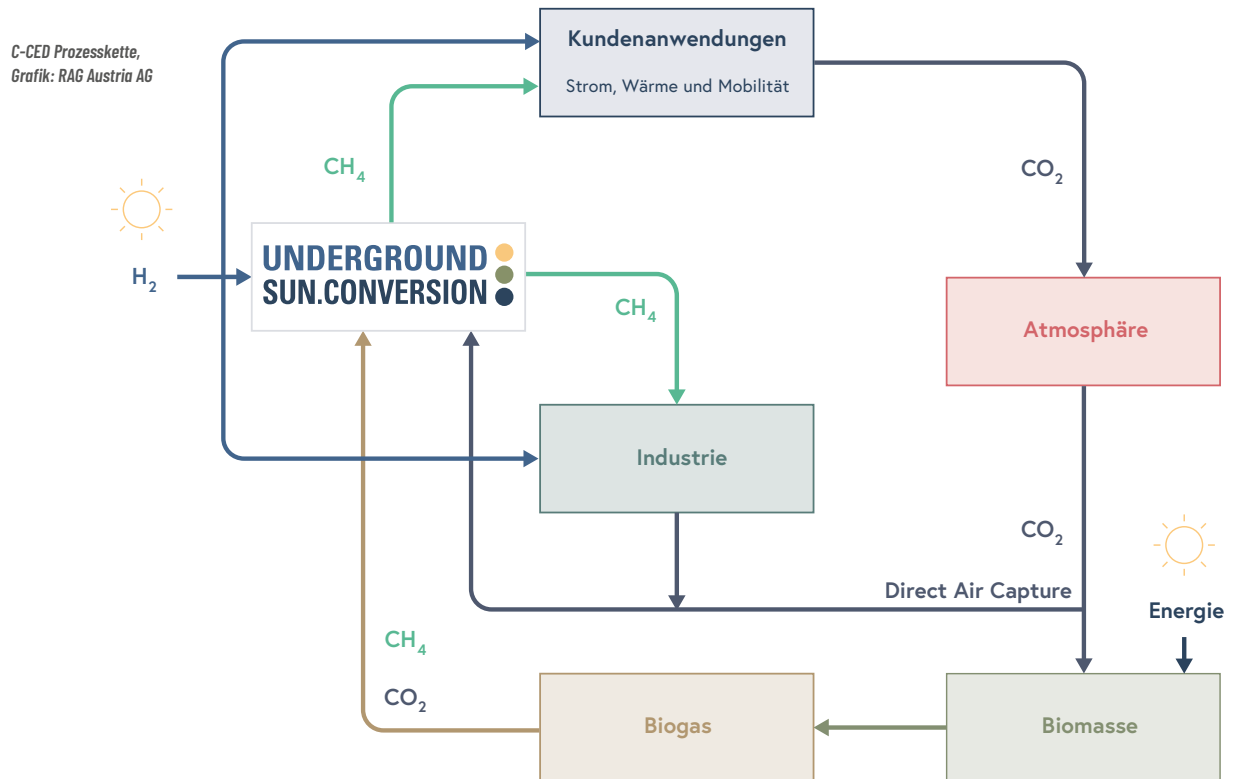
Das Konzept sieht vor, das abgeschiedene CO<sub>2</sub> in konzentriertem und verdichtetem Zustand gemeinsam mit grünem Wasserstoff in natürliche Untergrundspeicher zu pumpen, deren ursprünglicher Inhalt, Erdgas, ausgefördert ist. In einer Tiefe von ca. 1.000 Metern verbinden dort beheimatete Mikroorganismen in einem biologischen Prozess die beiden Gase zu erneuerbarem Methan, dem Hauptbestandteil von Erdgas. Das nachhaltig erzeugte Methan kann in der Folge gefördert und in der Industrie bzw. zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Dabei entsteht wieder CO<sub>2</sub>, und der Kreislauf beginnt von neuem.

Die von der RAG Austria AG entwickelte Technologie zur Einbringung und Speicherung von grünem Wasserstoff in unterirdischen Speichern sowie das Konzept der Methanisierung im Untergrund wurde in Vorgängerprojekten bereits erprobt. (vgl. Artikel in den eia-Ausgaben 4/2023, 5/2021 sowie 4/2017). Ziel ist es nun, eine geschlossene Kohlenstoffkreislaufwirtschaft zu etablieren. Das C-CED-Projekt knüpft dabei an die Untersuchungen des USC-FlexStore-Projekts der RAG an.<sup>2</sup> Die Einbeziehung von saisonalen großvolumigen Speichern trägt dazu bei, die in einem erneuerbaren Energiesystem notwendige Flexibilität zu schaffen.



Underground Sun Conversion, Foto: RAG/Karin Lohberger Photography





### voestalpine-AMINWÄSCHER ZUR CO<sub>2</sub>-ABSCHIEDUNG

Eine CO<sub>2</sub>-Quelle im Projekt C-CED sind Abgase aus dem Stahlwerk der voestalpine in Linz. In der ersten Jahreshälfte 2023 wurde an diesem Standort eine Pilotanlage zur CO<sub>2</sub>-Abscheidung in Betrieb genommen. Das CO<sub>2</sub>-haltige Rauchgas wird hier direkt aus einem Kraftwerkskamin entnommen und in die Abscheidungsanlage, den achtzehn Meter hohen Aminwäscher, geleitet.

Im ersten Schritt geht das enthaltene CO<sub>2</sub> mit der Amin-Waschlösung eine chemische Verbindung ein. In einem zweiten Schritt wird die CO<sub>2</sub>-haltige Waschlösung erhitzt. Das CO<sub>2</sub> verlässt dabei die Lösung und kann in nahezu reiner Form als Produkt gewonnen werden. Die Waschlösung wird dabei unverbraucht im Kreis geführt. Das so gewonnene CO<sub>2</sub> wird anschließend in Flaschen abgefüllt und für die weiteren Untersuchungen zur Geomethanisierung im Projekt genutzt.

Aminwäscher sind Stand der Technik in der Erdgas- und Biogas-Industrie. In der Stahlproduktion wurden sie bisher noch kaum erforscht. Im Rahmen des C-CED-Projekts sollen hier Betriebserfahrungen gewonnen, neue Absorptionsmedien untersucht und Prozesse optimiert werden.



Die Anlage scheidet mithilfe eines Amin-Verfahrens aus den Rauchgasen der Eisenerzeugung Kohlendioxid ab, Foto: voestalpine Stahl GmbH

<sup>1</sup> **PROJEKTPARTNER:** RAG Austria AG (Projektkoordination), ACIB GmbH, Axiom Angewandte Prozesstechnik GmbH, Energie AG Oberösterreich, Energieinstitut an der JKU Linz, K1-MET GmbH, Universität für Bodenkultur, Wien / Department IFA Tulln Institute of Environmental Biotechnology, WIVA P&G, voestalpine Stahl GmbH

<sup>2</sup> [www.rag-austria.at/forschung-innovation/carbon-cycle-economy-demonstration.html](http://www.rag-austria.at/forschung-innovation/carbon-cycle-economy-demonstration.html)

Das Projekt wird im Rahmen der Wasserstoff Vorzeigeregion WIVA P&G Energy Model Region durchgeführt.  
[www.wiva.at](http://www.wiva.at)

# Biomasse als Energieträger für die Papier- und Zellstoffproduktion bei Sappi/Gratkorn



Papiermaschine 11, Foto: Sappi Austria GmbH



Hackschnitzellager, Foto: Sappi Austria GmbH

Das Werk Gratkorn in der Nähe von Graz ist der größte Produktionsstandort innerhalb des Industriekonzerns Sappi Europe. In der steirischen Papier- und Zellstofffabrik werden jährlich 950.000 Tonnen hochwertiges, mehrfach gestrichenes Papier produziert, das für qualitätsvolle Publikationen auf der ganzen Welt verwendet wird. Außerdem erzeugt das Unternehmen 250.000 Tonnen vollständig chlorfreien gebleichten Zellstoff im Jahr. Rund 95 % der Produktion des Werkes gehen in den Export.

Die Herstellung von Papier und Zellstoff ist ein energieintensiver Prozess, der in der Vergangenheit im Werk Gratkorn teilweise von Kohle abhängig war. Im Rahmen der Dekarbonisierungs-Roadmap von Sappi Europe wurde 2021/22 ein Kraftwerkskessel umgerüstet. Der ehemalige Kohlekessel 11 wird seither mit Biomasse und Erdgas betrieben. Durch die Modernisierung ist es gelungen, den CO<sub>2</sub>-Fußabdruck um fast 30 % zu reduzieren.

Die von Gratkorn eingesetzte Biomasse stammt aus verschiedenen Quellen: Holzreste aus der Zellstoffproduktion oder Schwarzlauge, die als Nebenprodukt bei der Zellstoffherstellung anfällt, werden zur Energieerzeugung verwendet. Aktuell wird daran gearbeitet, den Anteil an Biomasse noch weiter auszubauen. Reststoffe aus der regionalen Forstwirtschaft und der Wertschöpfungskette der Forstindustrie sollen als Biomassequellen genutzt werden. Ziel ist es, langfristig ausschließlich erneuerbare und CO<sub>2</sub>-neutrale Brennstoffe am Standort Gratkorn einzusetzen.

## AUSBAU DER INFRASTRUKTUR FÜR DEN EINSATZ VON BIOMASSE

Im Rahmen der mit EU-Mitteln<sup>1</sup> unterstützten Projekte BioFit STEP 1 und STEP 2 unternimmt das Unternehmen nun den nächsten Schritt auf dem Weg zur Dekarbonisierung der Produktion. Die Infrastruktur soll ausgebaut und damit die Kapazität erhöht werden, um Anlieferung, Sortierung und Aufbereitung größerer Mengen an Biomasse zu bewältigen. Die verstärkte Nutzung von erneuerbaren Energieträgern erfordert ein verbessertes Biomasse-Handling im Werk. Auch dezentrale Zwischenlager-terminals in den umliegenden Regionen werden benötigt.

Ziel des Projekts BioFit ist es, zukünftig ca. 300.000 Tonnen Biomasse im Jahr für den Kessel 11 bereitstellen zu können. Dafür muss die Logistik für die Anlieferung durch Bahn und Lkw sowie für Transport und Handling der Biomasse im Werk aufgebaut werden. Ein zweistelliger Millionenbetrag wird dazu am Standort Gratkorn investiert.

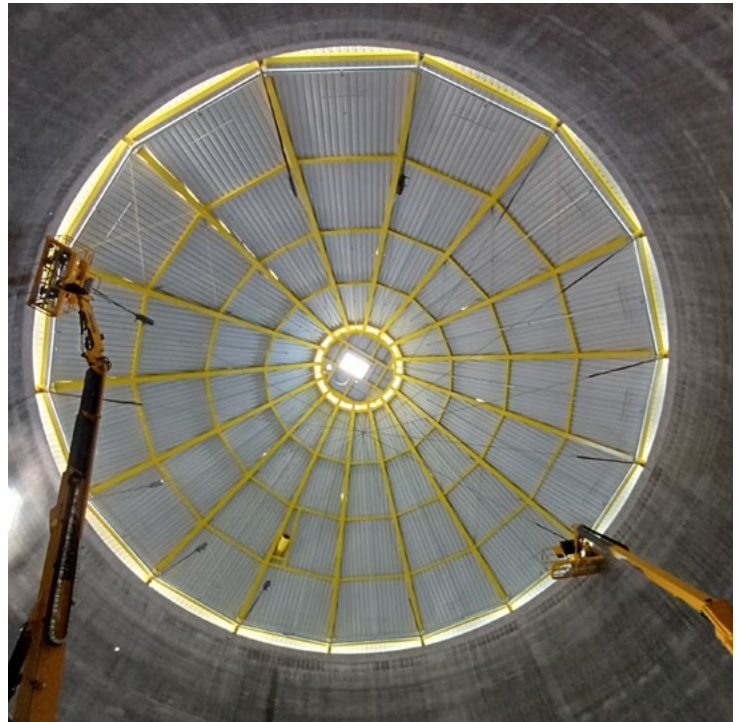
<sup>1</sup> BioFit Step 1 und Step 2 werden im Rahmen des Programms „Transformation der Wirtschaft“ des Klima- und Energiefonds gefördert. Die Mittel stammen aus dem Aufbau- und Resilienzfonds (Recovery and Resilience Facility - RRF) der Europäischen Union, Kernstück von NextGenerationEU und sind im österreichischen Aufbau- und Resilienzplan 2020-2026 (ÖARP) verankert.

[www.klimafonds.gv.at/transformation-der-wirtschaft-gefoerderte-projekte](http://www.klimafonds.gv.at/transformation-der-wirtschaft-gefoerderte-projekte)





Biomasse-Silo (Außenansicht), Foto: Sappi Austria GmbH



Biomasse-Silo (Innenansicht), Foto: Sappi Austria GmbH

**UMSETZUNG IN ZWEI SCHRITTEN**

Im Rahmen von BioFit STEP 1 wird das Biomasse-Handling-System entwickelt. Dieses umfasst die Anlieferung und Aufbereitung der Biomasse im Werk, die Lagerung in 2 Silos mit je 10.000 m<sup>3</sup> und auf einer offenen Lagerfläche mit 5.000 m<sup>2</sup> sowie die Einrichtung von Biomasse-Förderbändern.

Im Zentrum von BioFit STEP 2 steht die Umsetzung der Eisenbahninfrastruktur, d. h. der Bau der Entladegleise und eines Containerterminals. Weiters soll ein dritter Silo mit 10.000 m<sup>3</sup> für die Biomasselagerung errichtet sowie eine Photovoltaikanlage installiert werden.

**AUSBLICK**

Die Inbetriebnahme der Anlagen zur Biomasseannahme und -aufbereitung sowie des ersten Silos sind für Herbst 2024 geplant. Bis Mitte 2025 soll die gesamte Infrastruktur umgesetzt werden. Das Projekt schafft die Voraussetzungen, um den Erdgaseinsatz im Werk Gratkorn zu reduzieren und den Anteil von Biomasse deutlich zu erhöhen. Damit sollen die CO<sub>2</sub>-Emissionen um weitere 100.000 Tonnen pro Jahr verringert werden. Dies entspricht einer Reduktion des CO<sub>2</sub>-Fußabdrucks von etwa 25 %. Gemeinsam mit der Modernisierung des Kessels 11 sind dies in Summe ca. 55 %. Auch die Energiekosten und die Abhängigkeit von internationalen Energiemärkten will das Unternehmen durch die Umstellung auf regional verfügbare Biomasse nachhaltig senken.

[www.sappi.com/de/gratkorn-mill](http://www.sappi.com/de/gratkorn-mill)

” Die Dekarbonisierungs-Roadmap von Sappi zeigt den Weg auf, den wir in Richtung einer kohlenstoffneutralen Zukunft einschlagen müssen.

Mit diesem Projekt schaffen wir für eine der größten Biomasse-Energieanlagen Österreichs die nötige Infrastruktur, um weiter konsequent fossile Brennstoffe zu ersetzen. Der damit verbundene Ausbau des Bahnterminals entlastet zudem den Straßenverkehr und damit die Umwelt. Mit BioFit können wir weitere 100.000 Tonne CO<sub>2</sub> im Jahr einsparen.“



Foto: Sappi Austria GmbH

PETER PUTZ,  
GESCHÄFTSFÜHRER DER SAPPI AUSTRIA GMBH

## INFORMATIONEN

### **DigiTech4CE – Digitale Schlüsseltechnologien für die kreislaufbasierte Produktion**

BRIMATECH Services GmbH

Ansprechpartnerin: Johanna Berndorfer

[jb@brimatech.at](mailto:jb@brimatech.at)

[www.brimatech.at](http://www.brimatech.at)

### **TCP-to-Industry**

Montanuniversität Leoben

Lehrstuhl für Energieverbundtechnik

Ansprechpartnerin: Julia Vopava-Wrienz

[Julia.Vopava-Wrienz@unileoben.ac.at](mailto:Julia.Vopava-Wrienz@unileoben.ac.at)

[www.evt-unileoben.at](http://www.evt-unileoben.at)

### **C-CED Carbon – Cycle Economy Demonstration**

RAG Austria AG

Ansprechpartner: Stephan Bauer

[stephan.bauer@rag-austria.at](mailto:stephan.bauer@rag-austria.at)

[www.rag-austria.at](http://www.rag-austria.at)

voestalpine Stahl GmbH

Ansprechpartnerin: Nina Kieberger

[nina.kieberger@voestalpine.com](mailto:nina.kieberger@voestalpine.com)

[www.voestalpine.com/stahl](http://www.voestalpine.com/stahl)

K1-MET GmbH

Ansprechpartner: Michael Derntl

[Michael.derntl@k1-met.com](mailto:Michael.derntl@k1-met.com)

[www.k1-met.com](http://www.k1-met.com)

### **BioFit Step 1 und 2**

Sappi Europe/Gratkorn Mill/Sappi Austria Produktions-GmbH & Co. KG

Ansprechpartnerin:

Ingrid Neger

[Ingrid.Neger@sappi.com](mailto:Ingrid.Neger@sappi.com)

[www.sappi.com/de/gratkorn-mill](http://www.sappi.com/de/gratkorn-mill)

### **IEA Forschungskoooperation**

#### **Technologieprogramm „Industrielle Energietechnologien und Systeme“ (IETS)**

[nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets](http://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets)

Ansprechpartner Task 21:

Simon Moser

Energieinstitut an der JKU Linz

[moser@energieinstitut-linz.at](mailto:moser@energieinstitut-linz.at)

[nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets/iea-iets-task-21.php](http://nachhaltigwirtschaften.at/de/iea/technologieprogramme/iets/iea-iets-task-21.php)



Klimaoptimierte Produktion, Zertifizierung FSC,  
Green Seal und Österreichisches Umweltzeichen

Besuchen  
Sie uns auch auf:  
[www.energy-  
innovation-  
austria.at](http://www.energy-innovation-austria.at)

**energy innovation austria** stellt aktuelle österreichische Entwicklungen und Ergebnisse aus Forschungsarbeiten im Bereich zukunftsweisender Energietechnologien vor. Inhaltliche Basis bilden Forschungsprojekte, die im Rahmen der Programme des BMK und des Klima- und Energiefonds gefördert wurden.

[www.energy-innovation-austria.at](http://www.energy-innovation-austria.at)

[www.open4innovation.at](http://www.open4innovation.at)

[www.nachhaltigwirtschaften.at](http://www.nachhaltigwirtschaften.at)

[www.klimafonds.gv.at](http://www.klimafonds.gv.at)

[www.energieforschung.at](http://www.energieforschung.at)

#### **IMPRESSUM**

**Herausgeber:** Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie BMK (Radetzkystraße 2, 1030 Wien, Österreich) gemeinsam mit dem Klima- und Energiefonds (Leopold-Ungar-Platz 2/142, 1190 Wien, Österreich)

**Redaktion und Gestaltung:** Projektfabrik Waldhör KG, 1010 Wien, Am Hof 13/7, [www.projektfabrik.at](http://www.projektfabrik.at)

**Änderungen Ihrer Versandadresse bitte an:**  
[versand@projektfabrik.at](mailto:versand@projektfabrik.at)