

nova-Institut GmbH ([www.nova-institut.eu](http://www.nova-institut.eu))

## PRESSEMITTEILUNG

### Advanced Recycling verzeichnet rasanten globalen und europäischen Wachstumstrend

Die Aktualisierung und Erweiterung des Berichts "Mapping of advanced plastic waste recycling technologies and their global capacities" des nova-Instituts bietet einen detaillierten Einblick in die technologischen Fortschritte, identifiziert Schlüsselakteure auf dem Gebiet und beschreibt den aktuellen Stand des Advanced Recyclings in Europa und weltweit.

**Hürth, den 22. Februar 2024:** Advanced Recycling-Technologien erleben eine rasante Entwicklung auf globaler Ebene. Kontinuierlich drängen neue Marktteilnehmer, angefangen von Start-Ups bis hin zu Chemiegiganten auf den Markt. Neue Anlagen werden in Betrieb genommen, Kapazitäten steigen und neue Partnerschaften werden geschlossen. Angesichts dieser dynamischen Entwicklungen gestaltet es sich zunehmend schwierig, den Überblick zu behalten. Der aktualisierte Bericht „Mapping of advanced plastic waste recycling technologies and their global capacities“ schafft Klarheit in dieser dynamischen Landschaft, indem er einen gut strukturierten und umfassenden Überblick bietet. Das aktuelle Update präsentiert die verfügbaren Technologien und mehr als 130 Unternehmensprofile des Advanced Recyclings, wobei der Fokus besonders auf chemischen Recycling-Lösungen, sowie Vor- und Nachbereitungstechnologien liegt. Alle Profile wurden im Vergleich zum vorherigen Bericht überarbeitet und für das Jahr 2023 aktualisiert. Zudem wurden neue Unternehmensprofile integriert. Der wichtigste Zusatz dieses Berichts ist die erstmalige umfassende Auswertung der weltweiten Input- und Outputkapazitäten. Dafür wurden über 340 geplante sowie installierte und in Betrieb befindliche Anlagen analysiert, einschließlich ihrer spezifischen Produktausbeute. Diese detaillierte Untersuchung bietet einen einzigartigen Einblick in die aktuelle Landschaft des Advanced Recyclings und unterstreicht dessen rapide wachsende Bedeutung auf globaler und europäischer Ebene.

#### Advanced Recycling als Ergänzung zum mechanischen Recycling

Mit Blick auf die jüngsten Diskussionen über die Verbesserung der Recyclingquoten rückt neben dem herkömmlichen mechanischen Recycling das ganze Spektrum der verschiedenen Advanced Recycling Technologien in den Fokus. Das mechanische Recycling allein bietet nur begrenzte Möglichkeiten, weswegen beständig an seiner Weiterentwicklung sowie an der Entwicklung neuer Advanced Recycling-Technologien gearbeitet wird. Dies unterstreicht die Notwendigkeit eines breiten Spektrums verschiedener Recyclinglösungen, die sich gegenseitig ergänzen. Beim mechanischen Recycling können Verunreinigungen nicht aus den Kunststoffabfallströmen entfernt werden, weshalb mechanisch

recycelte Kunststoffe nicht für Anwendungen mit Lebensmittelkontakt zugelassen sind. Wenn ein Kunststoff wiederholt mechanisch recycelt wird, verliert das Material außerdem seine Leistungsqualität und seine Eigenschaften, die von der Anzahl der Recycling-Zyklen und dem jeweiligen Polymer abhängen. Das mechanische Recycling kann daher nicht die alleinige Lösung sein. Eine noch größere Einschränkung ergibt sich aus den verwertbaren Rohstoffen. Bei gemischten Kunststoffabfällen oder Abfällen, die Kunststoffe und organische Abfälle enthalten, ist das mechanische Recycling keine Option oder erlaubt nur Teillösungen mit erheblichem Vorbehandlungsaufwand. Die Folge ist, dass diese Abfallströme meist auf Deponien oder in Verbrennungsanlagen landen, anstatt sie zu einem neuen Rohstoff weiterzuverarbeiten. Aus diesem Grund sind Advanced Recycling-Technologien für die Kreislaufwirtschaft von entscheidender Bedeutung.

Mit Advanced Recycling steht ein Instrumentarium vielseitiger Technologien zur Verfügung, um Kunststoffabfallströme unterschiedlicher Zusammensetzung und Qualität in eine Reihe von unterschiedlichen Rohstoffen umzuwandeln, die an verschiedenen Stellen der Wertschöpfungskette von Polymeren und Kunststoffen wieder eingesetzt werden können. Zu den Technologien gehört das Material-Recycling auf der Grundlage von Dissolution (ein physikalisches Verfahren), durch das Polymere gewonnen werden. Darüber hinaus gibt es zahlreiche chemische Recycling-Technologien, die in der Lage sind, ein bestimmtes Polymer durch Enzymolyse (ein biochemischer Prozess), Solvolyse (ein chemischer Prozess) und thermische Depolymerisation (ein thermochemischer Prozess) in seine Bausteine (Monomere) zu zerlegen. Eine weitere Gruppe von chemischen Recycling-Technologien stellen thermochemische Verfahren dar, die derzeit die größten Kapazitäten erreichen. Diese Technologien basieren auf Pyrolyse, Gasifizierung und Verbrennung in Verbindung mit Carbon Capture and Utilisation (CCU), die in der Lage sind, Kunststoffabfälle in sekundäre wertvolle Chemikalien sowie Naphtha, Synthesegas und CO<sub>2</sub> umzuwandeln, die als Ausgangsstoffe für die Herstellung neuer Polymere verwendet werden können.

Insgesamt werden in dem Bericht 127 Advanced Recycling-Technologien vorgestellt, die derzeit auf dem Markt verfügbar sind oder in Kürze verfügbar sein werden. Die meisten der identifizierten Technologien befinden sich in Europa, vor allem in den Niederlanden und Deutschland, gefolgt von Nordamerika, China, Japan, der GUS sowie dem Nahen Osten und Afrika und der übrigen Welt. In diesem Bericht werden auch sechs Anbieter von Vor- und Nachbehandlungstechnologien vorgestellt, die eine Schlüsselrolle bei der Bereitstellung von Zusatzlösungen für die Vorbehandlung von Rohstoffen vor dem Advanced Recycling sowie für die Umwandlung von sekundären Wertstoffen in Chemikalien, Materialien und Brennstoffe spielen werden.

### Ein detaillierter Blick auf die Technologien und ihre Anbieter weltweit

Der Bericht "Mapping of advanced plastic waste recycling technologies and their global capacities" gibt einen detaillierten Einblick in Advanced Recycling-Technologien und deren Anbieter. Mehr als 100 Technologien und ihr derzeitiger Stand werden darin vorgestellt, wobei die Unternehmen, ihre Strategien und Investitionen sowie Kooperationspartner aufgeführt werden. Um die höchste Qualität der verfügbaren Marktdaten zu gewährleisten, stützen sich die nova-Marktstudien auf die neuesten Erkenntnisse von Marktexperten, gründliche Recherchen und eine große Anzahl von Einzelinterviews mit Branchenakteuren. Der Bericht deckt verschiedene Technologien in unterschiedlichen Größenordnungen ab, darunter Gasifizierung, Pyrolyse, Solvolyse, Dissolution und Enzymolyse. Alle Technologien und die entsprechenden Unternehmen, darunter Start-Ups, KMUs und Großunternehmen, werden umfassend vorgestellt. Darüber hinaus werden die technischen Details, die Eignung der verfügbaren Technologien für bestimmte Polymere und Abfallfraktionen sowie die Umsetzung bereits bestehender Pilot-, Demonstrations- oder sogar (halb-)kommerzieller Anlagen beschrieben. Darüber hinaus klassifiziert und beschreibt der Bericht systematisch alle jüngsten Entwicklungen einschließlich Partnerschaften und Joint Ventures der letzten Jahre.

## Dissolution

Dissolution beschreibt eine lösungsmittelbasierte Technologie, die auf physikalischen Prozessen beruht. Polymere aus gemischten Kunststoffabfällen können zielgerichtet in einem geeigneten Lösungsmittel aufgelöst werden, wobei die chemische Struktur des Polymers intakt bleibt. Andere Kunststoffbestandteile (z. B. Additive, Pigmente, Füllstoffe, nicht-Zielpolymere) bleiben ungelöst und können von dem gelösten Zielpolymer abgetrennt werden. Anschließend wird ein Anti-Lösemittel zugegeben, um die Ausfällung des Zielpolymers einzuleiten. Das Polymer kann direkt gewonnen werden, da im Gegensatz zur Solvolyse kein Polymerisationsschritt erforderlich ist. Derzeit erreicht das Verfahren eine maximale Kapazität von 8.000 Tonnen pro Jahr, wobei die Mehrheit der neun identifizierten Technologieanbieter in Europa (vier Anbieter) angesiedelt ist, gefolgt von Nordamerika (drei Anbieter), China (ein Anbieter) und dem Rest der Welt (ein Anbieter). Mit drei Unternehmen sind die meisten Anbieter kleine Unternehmen, gefolgt von Kleinst-/Start-Up-Unternehmen (zwei), mittleren Unternehmen (zwei) und einem großen Konzern (mit zwei Unternehmen), das durch Shuye Environmental Technology (Shantou, China) vertreten wird.

## Enzymolyse

Ein alternativer Weg ist die Enzymolyse, eine Technologie, die auf biochemischen Prozessen basiert und verschiedene Arten von Biokatalysatoren verwendet, um ein Polymer in seine Bausteine zu zerlegen. Da sich diese Technologie noch in einer frühen Entwicklungsphase befindet, ist sie nur im Labormaßstab verfügbar. Derzeit wurde nur ein Anbieter von Enzymolyse-Technologien ermittelt, bei dem es sich um ein kleines Unternehmen mit Sitz in Europa handelt.

## Solvolyse

Die lösungsmittelbasierte Solvolyse beschreibt einen chemischen Prozess, der auf Depolymerisation beruht und mit verschiedenen Lösungsmitteln durchgeführt werden kann. Bei diesem Verfahren werden Polymere (hauptsächlich PET) in ihre Bausteine (z. B. Monomere, Dimere, Oligomere) zerlegt. Nach der Aufspaltung müssen die Bausteine von den anderen Kunststoffbestandteilen (z.B. Additive, Pigmente, Füllstoffe, nicht-Zielpolymere) gereinigt werden. Nach der Reinigung werden die Bausteine polymerisiert, um neue Polymere zu synthetisieren. Mit 24 Unternehmen sind weniger Anbieter von Solvolyse-Technologien auf dem Markt als bei der Pyrolyse, die zudem kleinere Kapazitäten von typischerweise 550-8.7500 Tonnen pro Jahr anbieten. Von den identifizierten Solvolyse -Technologie-Anbietern ist die Mehrheit in Europa ansässig (14 Anbieter), gefolgt von Nordamerika (sieben Anbieter), Japan (zwei Anbieter) und China (ein Anbieter). Mit neun Unternehmen sind die meisten Anbieter vor allem kleine Unternehmen, gefolgt von großen (sieben Unternehmen), mittleren (fünf Unternehmen) und Kleinst-/Start-Up-Unternehmen (zwei Unternehmen). Zu den großen Unternehmen gehören Aquafil (Arco, Trentino, Italien), Eastman Chemical Company (Kingsport, TN, USA), IFP Energies Nouvelles (IFPEN) (Rueil-Malmaison, Frankreich), International Business Machines Corporation (IBM) (Armonk, NY, USA), DuPont Teijin Films (Tokyo, Japan) und Dow (Midland, MI, USA).

## Pyrolyse

Bei der Pyrolyse handelt es sich um ein thermochemisches Recyclingverfahren, bei dem gemischte Kunststoffabfälle (hauptsächlich Polyolefine) oder Biomasse in Gegenwart von Wärme und unter Ausschluss von Sauerstoff in Flüssigkeiten, Feststoffe und Gase umgewandelt oder depolymerisiert werden. Die dabei gewonnenen Produkte reichen von verschiedenen Flüssigkeitsfraktionen wie Ölen, Diesel, Naphtha und Monomeren bis hin zu Synthesegas, Kohle und Wachsen. Je nach Art der gewonnenen Produkte können diese als erneuerbare Ausgangsstoffe für die Herstellung neuer Polymere verwendet werden. Mit 40.000 Tonnen pro Jahr wird die zweitgrößte im Bericht ermittelte Kapazität durch Pyrolyse realisiert. Die meisten der 80 identifizierten Technologieanbieter befinden sich in Europa (42 Anbieter), gefolgt von Nordamerika (21 Anbieter), der übrigen Welt (11 Anbieter), China

(vier Anbieter), der GUS (ein Anbieter) und Japan (ein Anbieter). Mit 27 Unternehmen sind die meisten Anbieter kleine Unternehmen, gefolgt von Kleinst-/Start-Up- und mittleren Unternehmen (jeweils 18) und großen Unternehmen (16 Anbieter) wie Blue Alp (Eindhoven, Niederlande), Demont (Millesimo, Italien), INEOS Styrolution (Frankfurt, Deutschland), Neste (Espoo, Finnland), Österreichische Mineralölverwaltung (OMV) (Wien, Österreich), Repsol (Madrid, Spanien), Unipetrol (Prag, Tschechien), VTT (Espoo, Finnland) und Chevron Phillips (The Woodlands, TX, USA).

## Gasifizierung

Ein weiteres thermochemisches Verfahren, mit dem gemischte Kunststoffabfälle und Biomasse in Gegenwart von Wärme und Sauerstoff in Synthesegas und CO<sub>2</sub> umgewandelt werden können, ist die Gasifizierung. Insgesamt wurden 12 Anbieter von Gasifizierungstechnologien ermittelt, wobei die derzeit größte erreichte Kapazität bis zu 200.000 Tonnen pro Jahr beträgt und die meisten Anbieter in Nordamerika (sieben Anbieter), gefolgt von Europa (fünf Anbieter), ansässig sind. Die meisten der identifizierten Unternehmen sind mittelgroße Unternehmen (vier), gefolgt von kleinen Unternehmen (drei), Kleinstunternehmen/Start-Ups (zwei) und Großunternehmen (eins). Eastman war das einzige identifizierte Großunternehmen.

## Bewertung der weltweiten Kapazitäten und der Rolle des Advanced Recyclings in Europa

Weltweit wurden mehr als 340 geplante sowie installierte und in Betrieb befindliche Anlagen erfasst, die eine Inputkapazität von insgesamt 1.477 kt pro Jahr aufweisen. In Europa gibt es bereits ein erhebliches Potenzial an Know-how und Anbietern für chemische und physikalische Recycling Technologien, was sich auch im Vergleich mit den weltweit installierten Anlagen und Kapazitäten zeigt. Von allen weltweit installierten Anlagen für chemisches und physikalisches Recycling sind mehr als 60 und damit die meisten in Europa in Betrieb und decken fast ein Viertel der weltweiten Input-Kapazität ab, womit Europa im globalen Vergleich an der Spitze steht. Weltweit beträgt die Produktionskapazität für Advanced Recycling 1.082 kt pro Jahr, wobei die Produktpalette von Polymeren, Monomeren, Naphtha, sekundären wertvollen Chemikalien (Secondary Valuable Chemicals, SVC) bis hin zu Brennstoffen und Energieträgern reichen. Europas Kreislaufstrategie wird deutlich, wenn man die Produktanteile von Polymeren, Monomeren, Naphtha und SVC aus dem chemischen und physikalischen Recycling in den globalen Kontext stellt. Hier ist Europa in der Lage, 36 % der weltweit installierten Kapazität abzudecken.

In den kommenden fünf Jahren wird ein starkes Wachstum des Marktes erwartet, in dem die Anzahl der installierten chemischen und physikalischen Recyclinganlagen stetig zunehmen wird. Ein erster Indikator dafür sind die Ankündigungen der Technologieanbieter für den Bau neuer Anlagen. Eine Analyse dieser Ankündigungen zeigt, dass sich die Inputkapazität in Europa bis 2027 mehr als verdreifachen wird, während sich die Kapazität weltweit verdoppeln wird. Die Prognose für Europa könnte sich jedoch in Abhängigkeit von zusätzlichen politischen Maßnahmen ändern, wie der Überarbeitung einschlägiger Richtlinien oder der Schaffung von Anreizen und Investitionsprogrammen.

**Den vollständigen Bericht können Sie unter dem folgenden Link abrufen: <https://renewable-carbon.eu/publications/product/mapping-of-advanced-plastic-waste-recycling-technologies-and-their-global-capacities>**

**Alle Pressemitteilungen des nova-Instituts, Bildmaterial und mehr zum Download (frei für Presse Zwecke) finden Sie auf [www.nova-institute.eu/press](http://www.nova-institute.eu/press)**

**Verantwortlicher im Sinne des deutschen Presserechts (V. i. S. d. P.):**

Dipl.-Phys. Michael Carus (Geschäftsführer)  
nova-Institut für politische und ökologische Innovation GmbH

Leyboldstraße 16    Tel: +49 2233 460 14 00  
50354 Hürth        Fax +49 2233 460 14 01  
Germany            [contact@nova-institut.de](mailto:contact@nova-institut.de)

Die **nova-Institut GmbH** arbeitet seit Mitte der 90er Jahre im Bereich der Nachhaltigkeit und konzentriert sich heute vorrangig auf das Thema Erneuerbare Kohlenstoffkreisläufe (Recycling, Bioökonomie und CO<sub>2</sub>-Nutzung/CCU).

Als unabhängiges Forschungsinstitut unterstützt **nova** damit insbesondere Kunden der Chemie-, Kunststoff- und Werkstoffindustrie bei der Transformation von fossilem zu erneuerbarem Kohlenstoff aus Biomasse, direkter CO<sub>2</sub>-Nutzung und Recycling.

Sowohl in der Begleitforschung von internationalen Innovationsprojekten als auch in der individuellen, wissenschaftlich fundierten Unternehmensberatung beschäftigt sich bei **nova** ein multidisziplinär zusammengesetztes Team aus Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern mit dem gesamten Themenspektrum von erneuerbaren Rohstoffen, Technologien und Märkten über Ökonomie, politische Rahmenbedingungen, Ökobilanzen und Nachhaltigkeit bis hin zur Unterstützung bei Kommunikation, Zielgruppenansprache und Strategieentwicklung.

50 Expertinnen und Experten aus unterschiedlichen Disziplinen arbeiten so gemeinsam an der Defossilisierung der Industrie und für eine klimaneutrale Zukunft. Mehr Informationen unter: [nova-institute.eu](http://nova-institute.eu) – [renewable-carbon.eu](http://renewable-carbon.eu)

**Abonnieren Sie unseren Newsletter unter <https://renewable-carbon.eu/newsletters>**