

Da stimmt die Chemie nicht

Es gibt sicher eine Reihe von Gründen, warum mechanisches Recycling alleine nicht ausreicht, um künftige Quoten zu erreichen und Materialien im Kreislauf zu halten. Wenig Einigkeit herrscht aber offenbar darüber, was die Alternativen sind. Seit geraumer Zeit rückt das chemische Recycling immer mehr in den Fokus – und daran scheiden sich die Meinungen doch massiv.

Das globale Netzwerk GAIA, in dem sich mehr als 800 NGOs und Personen zusammengeschlossen haben, veröffentlichte im Mai ein Papier mit dem Titel „Chemisches Recycling: Status, Nachhaltigkeit und Umweltauswirkungen“. Mit der Veröffentlichung wollte man die Möglichkeiten und Grenzen des chemischen Recyclings aufzeigen. Zunächst weist man darauf hin, dass es eigentlich gar keine Definition des chemischen Recyclings gibt, sondern dass der Begriff eine Reihe von chemischen Verfahrenstechniken zusammenfasse. Grundsätzlich würden in diesen Verfahren Kunststoffabfälle einer Kombination aus Wärme, Druck und/oder anderen Chemikalien in einem Reaktionsbehälter ausgesetzt. Je nach Technik und Nachbehandlung kann das Produkt aus diesen Prozessen dann für die Herstellung von Kunststoffen oder Treibstoffen verwendet werden. Es fehlt auch nicht der Verweis auf die Definition von Recycling der Europäischen Union, die Energierückgewinnung und Treibstoffe als Ergebnis des Recyclings ausdrücklich ausschließt.

Was sind die Möglichkeiten?

Ganz grob lässt sich das chemische Recycling in zwei Verfahrenskategorien auftei-

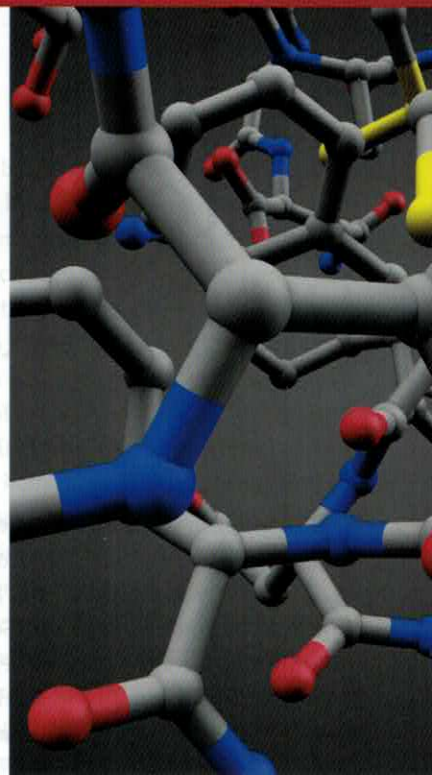
len: Thermolyse und lösungsbasierte Prozesse. Bei der Thermolyse sind laut Bericht nur die Pyrolyse und die Vergasung relevant. In beiden Fällen werden in einem sauerstoffarmen Reaktor hohe Temperaturen eingesetzt, um die Polymere in kleinere Fragmente zu zerlegen. Daher wird auch von Depolymerisation gesprochen. Der Output kann dann theoretisch wieder zu neuen Kunststoffen verarbeitet werden, aber auch zu Treibstoffen. Bei den lösungsbasierten Ansätzen werden verschiedene Medien zur Behandlung der Abfälle verwendet, oft in mehreren Prozessstufen. Bei manchen Verfahren findet ebenfalls eine Depolymerisation statt. In anderen Fällen werden vor allem Verschmutzungen entfernt und die Polymerketten bleiben im Wesentlichen intakt.

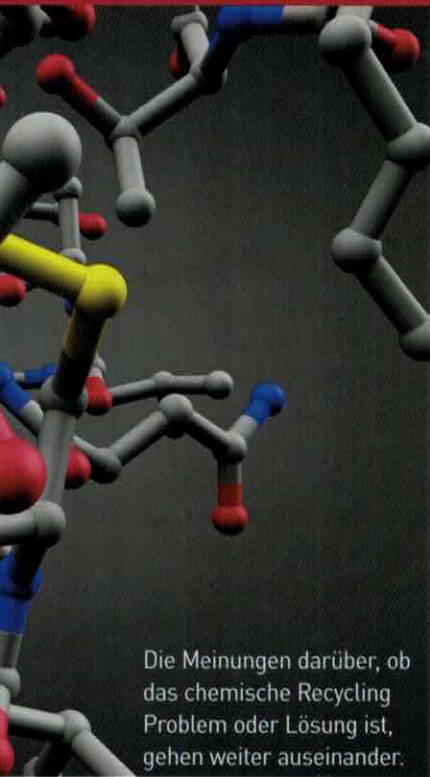
Der Bericht weist darauf hin, dass es sich bei Pyrolyse und Vergasung um relativ simple Verfahren handelt, die schon seit mehr als 100 Jahren zur Umwandlung von holzartiger Biomasse und Kohle in gasförmige und flüssige Chemikalien und kohlenstoffreiche Feststoffe genutzt werden. Die verwendeten Temperaturen sind mit 500 bis 800 Grad Celsius relativ niedrig und die Verfahren können eigenständig oder als Prozessschritt eingesetzt werden. Das Ergebnis sei „ein Cocktail aus unverbrannten und synthetisierten Kohlenwasser-

stoffmolekülen in gasförmiger, flüssiger und fester Form“. Das grundsätzliche Ziel, aus den Abfällen Bausteine für neue Produkte zu gewinnen, sei mit dem Verfahren aber nahezu unmöglich. Die Umwandlung in Treibstoffe entspreche zudem nicht dem Gedanken einer Kreislaufwirtschaft, da das Material nicht wieder für Kunststoffe verwendet wird.

Bei der lösungsbasierten Reinigung werden die Kunststoffabfälle aufgelöst oder verflüssigt, ohne dabei die Polymerketten zu zerstören. Das Verfahren wird vor allem bei Mischkunststoffen und Verbunden verwendet. Das Lösungsmittel muss aber genau an die homogene Ausgangsmasse oder das Ausgangsprodukt angepasst werden. Der GAIA-Bericht hält diesen Prozess nicht für zirkulär, da das Material nicht beliebig zurückgewonnen werden könne. Zudem seien gefährliche Rückstände möglich und die Entsorgung der verwendeten Chemikalien sei problematisch. Die praktische Umsetzung sei ebenfalls noch unklar.

Die lösungsmittelbasierte Depolymerisation löst die Abfälle in Oligomere und Monomere auf, wobei der Einsatz verschiedener Flüssigkeiten möglich ist. Der Prozess benötigt hohe Temperaturen und hohen Druck. Laut des Berichts ist dies von allen Verfahren des chemischen Recyclings das neueste, daher





Die Meinungen darüber, ob das chemische Recycling Problem oder Lösung ist, gehen weiter auseinander.

Foto: zeeshan ahmadi, pixabay.com

gebe es auch kaum Informationen zur Produktqualität und zum Energieaufwand.

Welche Lösung ist sinnvoll?

Das mechanische Recycling sei deutlich weniger energieintensiv als chemisches Recycling, heißt es im Bericht weiter, der Energieaufwand sei aber im Vergleich zum Wert des Rezyklats immer noch erheblich. Grundsätzlich sei das Ziel, mit den Rezyklaten Neuware zu ersetzen, dies sei aber in manchen Fällen aufgrund der hohen Variabilität der Qualität und der Verschmutzungen schwierig, besonders bei Verpackungen. Während bei der Depolymerisation Polymerketten aufgebrochen werden, würden sie beim mechanischen Recycling erhalten bleiben. Allerdings würden sie in der Realität im Recyclingprozess ebenfalls verkürzt und damit auch die Qualität verringert. Dies verringere ebenfalls die Möglichkeit, Neuware zu ersetzen. Derartige Rezyklate könnten daher oft nur in minderwertigen Anwendungen eingesetzt werden. Dies sei auch der Grund für die hohe Aufmerksamkeit, die dem chemischen Recycling derzeit zuteilwerde. Im Gegensatz zum mechanischen Recycling seien die Verfahren aber sehr neu, hätten sehr komplexe Prozesse und zudem die gleichen Probleme bei der

Verschmutzung des Materials. Aus Umweltsicht spreche vieles für eine Bevorzugung des mechanischen Recyclings, da der Energieverbrauch geringer ist (kleinerer CO₂-Fußabdruck) und weniger gefährliche Nebenprodukte anfallen. Die Verbrennung sieht GAIA grundsätzlich nicht als Alternative, da dies ein destruktiver Prozess sei, bei dem hohe CO₂-Emissionen und gefährliche Nebenprodukte anfallen würden.

Herausforderungen

Der Bericht betont, dass im chemischen Recycling in vielen Fällen im Prozess Komponenten entstehen würden, die gefährlich für Menschen sind. Viele Prozesse seien zudem bisher nur auf Laborebene umgesetzt worden, es gebe noch keine Nachweise der Machbarkeit auf industriellem Niveau. Experten würden den wirtschaftlichen Betrieb grundsätzlich für möglich halten. Allerdings müssten dazu entweder die Temperaturen und damit die Kosten niedrig gehalten werden, was zu einer unvollständigen Depolymerisation führe. Oder es würde mit höheren Temperaturen und Kosten gearbeitet, was aber zu mehr gefährlichen Nebenprodukten führe. Dem werde in vielen Fällen mit zahlreichen zusätzlichen Prozessschritten entgegengewirkt. Selbst die chemische Industrie gehe nicht davon aus, dass das chemische Recycling von Kunststoffabfällen in diesem Jahrzehnt noch umgesetzt werden könne.

Umweltauswirkungen

In vielen Kunststoffen seien gefährliche Substanzen erhalten, die vor allem bei der Behandlung mit hohen Temperaturen gefährlich werden könnten. Untersuchungen dazu gäbe es aber bisher nicht. Gefährliche und verbotene Substanzen in den Prozessen und die Anforderungen des Chemikalienrechts seien bisher auch die wesentlichen Gründe für Schließungen von Anlagen gewesen und müssten künftig entsprechend berücksichtigt werden. Die Gefährlichkeit und Toxizität in den Prozessen sei generell bisher nicht ausreichend untersucht worden. Die Pyrolyse sei bekannt für das Entstehen giftiger organischer Produk-

te (wenn auch nicht in direktem Zusammenhang mit Kunststoffabfällen). Auch bei der Vergasung seien entsprechende Umweltauswirkungen bekannt. Bei der Behandlung von Kunststoffabfällen sei daher mit einer Reihe von toxischen Produkten zu rechnen.

Es sei ebenfalls bekannt, dass in den Rezyklaten aus der Solvolyse toxische Rückstände zu finden seien. Zudem seien viele der Lösungsmittel selber hochtoxisch, leicht entflammbar oder umweltschädlich. Mit toxischen Stoffen sei grundsätzlich in allen Endprodukten zu rechnen. Schwermetalle würden etwa bei der Depolymerisation nicht zerstört, sondern müssten aus dem Endprodukt entfernt werden. Und organische Toxine könnten im chemischen Prozess sogar noch giftiger werden. Dies alles müsse beim chemischen Recycling berücksichtigt werden und könne dazu führen, dass die Endprodukte nicht verwendet werden könnten. Das Entfernen der Toxine könne sehr schwierig und teuer werden – und zudem neue giftige Abfallströme schaffen.

Die Depolymerisation von Kunststoffen erfordere einen hohen Energieaufwand, heißt es weiter. Für alle Verfahren des chemischen Recyclings sei daher keine netto-positive Energiebilanz möglich. Aufgrund all dieser Fakten und der Einschätzung der Industrie zum chemischen Recycling stelle dies keine nachhaltige Lösung dar. Es würde vielmehr zu einem weiteren Jahrzehnt der Nutzung fossiler Energieträger führen, die aber eigentlich reduziert werden müsse, um die Klimaziele zu erreichen. Es sei zudem sogar fraglich, ob das chemische Recycling eine kurzfristige Hilfe gegen die Plastikverschmutzung darstelle. Hier müsse vielmehr auf Abfallvermeidung und Wiederverwendung gesetzt werden.

Keine nachhaltige Alternative

Das chemische Recycling sei keine Antwort auf das gesellschaftliche Problem Plastikmüll. Es herrsche hier ein „blinder Optimismus, um einen unmöglichen Traum zu verfolgen“, heißt es im Bericht. Die Verfahren sei in industriellem Maßstab technisch noch nicht ausgereift, zudem hätten sich die Technologien in der Vergangenheit immer

wieder als ungeeignet erwiesen. Die ökologischen Auswirkungen würden zudem vollständig ignoriert. Es werde aber auch deutlich, dass es ein Irrglaube sei, einen Übergang zu mehr Nachhaltigkeit ohne die obersten Ebenen der Abfallhierarchie zu erreichen. Zudem lenke es von der Notwendigkeit ab, Einwegkunststoffe und andere unnötige Kunststoffe zu verbieten.

Eine andere Sichtweise

Das Papier blieb erwartungsgemäß nicht umkommentiert. DGAW-Ehrenpräsident Thomas Obermeier (TOMM+C) und DGAW-Referentin Isabelle Henkel (TOMM+C) lieferten eine entsprechende Replik mit dem ebenso komplexen wie provokativen Titel „Wohin soll die Reise gehen, NGOs? – Kein chemisches Recycling, keine Verbrennung, kein Export, keine Deponierung und sicher keine Meeresvermüllung: Wohin mit nicht hochwertig zu recycelnden Kunststoffen?“. Allerdings betonen die Autoren: „Wir werden kein uneingeschränktes Plädoyer für das chemische Recycling halten und die Verfahren stellen sicher auch kein ‚Allheilmittel‘ gegen die Plastikflut dar, sondern eine Ergänzung zum mechanischen Recycling. Trotzdem soll die pauschale kritische Betrachtung in einen anderen Fokus gerückt werden.“

So stimmt man etwa dem GAIA-Bericht zu, dass die meisten Verfahren noch nicht großtechnisch marktreif seien. Zum Teil seien sie aber zumindest weit über den Labormaßstab hinaus und stünden in Pilot- und Demonstrationsanlagen und zum Teil auch im halbindustriellen Maßstab.

Die Toleranz für Schwankungen beim Inputmaterial sei von den Verfahren abhängig. Bei der Vergasung sei die Schwankungstoleranz recht hoch, dies erlaube den Einsatz von Mischkunststoffen und EBS. Durch die hohen Temperaturen würden viele gefährliche Stoffe zerstört. Allerdings sei die Aufbereitung des Synthesegases aufwendig, zudem seien die Anlagen im Betrieb technisch herausfordernd. Zwei Anlagen seien derzeit im Industriemaßstab in Betrieb. Bei der Pyrolyse und der Verölung müsse der Input

vorsortiert sein. „Nur durch technische Konfigurationen können auch Mischkunststoffe als Input dienen“, erklären die Autoren. Pyrolyseöl könne als Ersatz für Rohöl bei der Kunststoffherstellung genutzt werden. Es sei aber meist von minderer Qualität und müsse aufbereitet werden. „Da die meisten Pilotanlagen in Deutschland jedoch in Zusammenarbeit mit der chemischen Industrie oder Raffineriebetreibern entstanden sind, kann das Pyrolyseöl dem ‚reinen‘ Rohöl beigefügt werden. Somit wird eine ausreichende Verdünnung erzielt, sodass keine Beeinträchtigung der Steamcracker auftritt.“ Obermeier und Henkel weisen aber auch auf die im Pyrolyseprozess entstehenden gefährlichen Stoffe hin, die ein klarer Nachteil seien. „Die Pyrolyse könnte aber einen Einsatz zur Verwertung von Verbundwerkstoffen wie glas- oder carbonfaser-verstärkten Kunststoffen finden, die ansonsten kaum aufzubereiten sind.“ Die Verfahren seien generell sehr energieintensiv, zudem sei dringend ein ökobilanzieller Vergleich notwendig. An der Stelle sind die Autoren offenbar mit GAIA einer Meinung.

Wirtschaftlichkeit kein Kriterium

„Die GAIA kritisiert mehrfach die Unwirtschaftlichkeit der Verfahren aufgrund der hohen Energie- und Betriebskosten und der Erfahrungen aus der Vergangenheit. Die so ‚recycelten‘ Kunststoffe könnten gegenüber Neuware nicht konkurrieren“, nehmen Obermeier und Henkel einen weiteren Kritikpunkt auf. Dies sei zum Teil richtig, allerdings sei auch das mechanische Recycling nicht wirklich wirtschaftlich. Seit dem durch Corona bedingten Ölpreisverfall seien zudem auch Rezyklate für einfache Anwendungen nicht mehr günstiger. Rezyklate für hochwertige Anwendungen müssen weiter aufbereitet werden und seien daher auch vor Corona zum Teil schon teurer als Neuware gewesen. Der Einsatz im Lebensmittelbereich sei zudem bisher nur für rPET möglich. „Kunststoffrecycling darf per se nicht aus der Sicht der Wirtschaftlichkeit betrachtet werden, da es sonst immer vom Ölpreis abhängt“, heißt es weiter. Der Druck aus der Politik nehme ebenfalls die Wirtschaftlichkeit aus dem Fokus.

Obermeier und Henkel führen weiter aus, dass höhere Recyclingquoten vermutlich nur erreicht werden könnten, wenn das mechanische Recycling durch andere Verfahren ergänzt wird. „Gegenüber der Abfallrahmenrichtlinie ist das chemische Recycling im deutschen Verpackungsgesetz nicht als Recycling anerkannt und kann deshalb bisher auch nicht zur Quotenberechnung herangezogen werden.“ Das Potenzial sehen die Autoren bei bis zu 438.000 Tonnen pro Jahr. Der Verband Chemical Recycling Europe fordert derzeit die Gleichstellung des chemischen Recyclings gegenüber dem mechanischen Recycling und die Politik habe eine grundsätzliche Bereitschaft dazu signalisiert.

Mechanisch alleine reicht nicht

Weiter weisen die Autoren darauf hin, dass das mechanische Recycling mit einer stetigen Minderung der Qualität der Rezyklate einhergeht. Kunststoffe könnten nicht endlos im Kreislauf gehalten werden, zudem könnten sich auch Schadstoffe anreichern. „Diese Nachteile durch ein Verfahren auszugleichen, mit dem man wieder Neuware herstellen kann, macht eben den Charme der chemischen Verfahren aus. Dass auch dabei Reststoffe und Schadstoffe anfallen, sollte keineswegs verschwiegen werden.“ Vor allem auch Verbundmaterialien, die immer mehr auftreten, seien nicht mechanisch recycelbar. Hinzu komme, dass durch die Einbeziehung in den Emissionshandel die thermische Verwertung teurer werde. Bisher würden die nicht recyclebare Reste verbrannt, diese könnten aber auch für das chemische Recycling genutzt werden. „Sollte zugleich eine Kunststoff- oder CO₂-Steuer erhoben werden, würde sich auch die Neuware verteuern, sodass alternative Recyclingverfahren im Wettbewerb besser abschneiden. Die Autoren gehen aber davon aus, dass Neuware billiger bleiben werde, da die Umweltkosten nicht im Preis abgebildet werden.“

Obermeier und Henkel fordern, statt den Recycling-Substitutionsquoten einzuführen. „Diese würden den Markt für Rezyklate nachhaltig in Gang bringen beziehungsweise beleben, die Planungssicherheit für Recycler

erhöhen und somit auch für Investitionssicherheit sorgen, um ausreichende Mengen herzustellen. Es wäre zudem ein klares Statement der Politik für das Kunststoffrecycling.

Die Autoren betonen, dass die Abfallvermeidung nach wie vor an erster Stelle stehen sollte, dies würde aber nicht funktionieren. Die Kunststoffproduktion nehme weiter zu und diese Mengen könnten auch bei einer Steigerung des mechanischen Recyclings nicht bewältigt werden. Daher müsse die Abfallvermeidung weiterhin oberste Priorität haben, ergänzt durch ein besseres Produktdesign, die Aufklärung der Bevölkerung und innovative Sortiertechniken.

Abschließend erklären Obermeier und Henkel, dass das chemische Recycling noch am Anfang stehe und die Ökobilanz geklärt werden müsse. „Diesen Verfahren keine Chance zu geben, ist rückwärtsgewandt“, lautet ihre klare Einschätzung. Eine Quotenerreichung alleine mit mechanischem Recy-

cling werde nicht möglich sein. Aber die Autoren erklären auch: „Fest steht: Wenn wir weniger Kunststoffe verbrennen wollen, sollten die alternativen Methoden ökologisch sinnvoll sein.“ Diese Einschätzung dürfte vermutlich auch die Zustimmung der GAIA-Mitglieder finden.

Zu viel Unbekanntes

Eine etwas andere Position vertreten erwartungsgemäß die chemischen Recycler und ihre Interessenvertreter. Wie bereits erwähnt, fordert der Verband Chemical Recycling Europe eine schnelle Anerkennung des chemischen Recyclings als Recyclingverfahren auf Ebene der Mitgliedstaaten, um „das Potenzial des chemischen Recyclings zu erschließen“. Die Argumentation: Chemisches Recycling sei eine Ergänzung zum mechanischen Recycling, schaffe neue Arbeitsplätze und trage zudem zur Verrin-

gerung von CO₂-Emissionen bei. Dazu sei es aber eben notwendig, dass das chemische Recycling in allen Mitgliedstaaten entsprechend anerkannt und zur Berechnung der Recyclingquoten mit herangezogen werde. Nur so seien die notwendigen Investitionen möglich. Allerdings bleibt der Verband ansonsten relativ vage. Vor allem die Thematik der Ökobilanz wird nicht aufgegriffen. Ob sich die chemischen Recycler mit ihrem Anliegen durchsetzen können, ist unklar. Während es in Brüssel grundsätzlich ein größeres Interesse am Thema zu geben scheint, ist das zumindest in Deutschland offenbar noch etwas anders. Den Ausschlag könnten und sollten klare Informationen über die tatsächlichen Aufwendungen und Umweltauswirkungen der Prozesse haben. Denn wie Obermeier und Henkel so schön formulieren, ist es wenig sinnvoll, „den Teufel mit dem Beelzebub austreiben zu wollen“.

Michael Brunn

Anzeige

BDSV

COPEX

Die schnellsten Schrottscheren

Vertriebsbüro in
Deutschland eröffnet
Ab sofort steht Ihnen
unser Vertriebsmitarbeiter
Hr. Fabien Reho zur Verfügung



0681 99 63 566



fabien.reho@copex.com

www.copex.com