



Zwei CDG-Einrichtungen im Dienste der Kreislaufwirtschaft

## Jedes Nebenprodukt wird genutzt

Die Idee der Kreislaufwirtschaft muss für unzählige technische Prozesse im Detail konkretisiert werden. Ein Josef-Ressel-Zentrum und ein Christian-Doppler-Labor untersuchen die Nebenströme aus Holzvergasung und Metallurgie.

Einer der Ansätze, die versprechen, den ökologischen Imperativen unserer Zeit gerecht zu werden, ist das Konzept der Kreislaufwirtschaft: Möglichst wenig soll aus gesellschaftlichen Stoffströmen in die Umwelt zurückfließen, möglichst viel davon innerhalb der menschlichen Nutzung verbleiben und dadurch natürliche Ressourcen schonen. Doch was sich in Konzeptpapieren schön darstellen lässt, muss für ungezählte technische Prozesse erst durchdacht, entwickelt und realisiert werden. Im Herbst vergangenen Jahres eröffneten zwei von der Christian-Doppler-Gesellschaft getragene Einrichtungen ihre Arbeit, die dies an zwei Ansatzpunkten zum Ziel haben.

Die Forschungsschwerpunkte des Departments Umwelt-, Verfahrens- und Energietechnik am MCI (Management Center Innsbruck) liegen beispielsweise in der energetischen Verwertung von Biomasse und in der Membrantechnik für die Abwasserbehandlung, sind also bereits auf solche Kreisläufe hin orientiert. Eine Form der energetischen Verwertung sind Holzgaskraftwerke. Dabei wird Holz – vor allem Alt- und Restholz aus dem kommunalen Umfeld – bei hohen Temperaturen in ein brennbares Biogas umgewandelt, das als Brennstoff oder zur Stromerzeugung



Stefan Steinlechner untersucht Elementverteilungen in metallurgischen Nebenströmen, um seltene Metalle aus ihnen zu gewinnen.

dienen kann. „Das MCI beschäftigt sich seit über 15 Jahren mit der Entwicklung eines mehrstufigen Vergasungsverfahrens. Das Kernstück unserer Technologie, der Schwebefestbett-Reaktor, wurde 2007 zum Patent angemeldet“, erzählt Angela Hofmann, die an der Fachhochschule forscht und lehrt. Aus dieser F&E-Tätigkeit ist auch das Spinoff-Unternehmen „SynCraft Engineering“ hervorgegangen, das die Kommerzialisierung des Verfahrens vorange- trieben hat.

Als Nebenprodukt des Verfahrens fällt Pulverkohle an, die derzeit nur unspezifisch genutzt wird, ohne dass die genauen Mechanismen dahinter bekannt sind.

Wenn es gelänge, ihr die Eigenschaften von Aktivkohle zu geben (durch ihre hohe Porosität weist diese eine große innere Oberfläche auf, an die eine Vielzahl von Stoffen adsorbiert werden kann), könnte man sie spezifischeren Anwendungen zuführen. Solche gäbe es etwa in der Abwasserreinigung, wo hochbelastete Abwässer vorbehandelt, die Entwässerbarkeit von Faulschlamm verbessert und Mikroverunreinigungen adsorbiert werden müssen. „Aus der laufenden engen Zusammenarbeit mit dem Unternehmen SynCraft Engineering und den Tiroler Kommunalbetrieben der Gemeinden Innsbruck, Telfs und Schwaz hat sich dann die Idee entwickelt, diese Fragestellungen im Rahmen eines Josef-Ressel-Zentrums zu bearbeiten“, erzählt Hofmann.

Josef-Ressel-Zentrum für Produktion von Pulveraktivkohle aus kommunalen Reststoffen

Josef-Ressel-Zentren werden im wissenschaftlichen Umfeld von Fachhochschulen eingerichtet und arbeiten dort in vergleichbarer Weise wie die CD-Labors an Universitäten. Sie laufen über fünf Jahre und beschäftigen eine kompakte Forschungsgruppe von bis zu zehn ▶

► Personen. Gemeinsam ist beiden Förderstellen, dass anwendungsorientierte Grundlagenforschung auf höchstem, qualitativ gesichertem Niveau von öffentlicher Hand und Industriepartnern gemeinsam finanziert wird.

Für gewisse Anwendungen sind die wünschenswerten Eigenschaften von Aktivkohle bereits bekannt: So ist für die Adsorption von Mikroschadstoffen eine große Oberfläche mit vorwiegend Mikroporen wichtig, während für eine bessere Besiedlung von Mikroorganismen in anaeroben Prozessen eher Makroporen als vorteilhaft angesehen werden. „Eine breite Applikationsdatenbank gibt es allerdings noch nicht. Die Erweiterung dieser Spezifikationen, insbesondere die Ausstattung der Aktivkohle mit funktionellen Gruppen für spezifische Adsorptionaufgaben, ist Teil unserer Forschungsarbeit“, sagt Hofmann.

Um der anfallenden Pulverkohle diese Eigenschaften zu verleihen, ist es zum einen möglich, an verschiedenen Prozessparametern der Holzvergasung zu drehen: An der Temperatur etwa, an der Verweilzeit und ob als Aktivierungsmedium Wasserdampf oder CO<sub>2</sub> verwendet wird. Die Funktionalisierung der Kohle, also die Ausstattung mit funktionellen Gruppen, kann dagegen nicht direkt während des Prozesses (also „in situ“) durchgeführt werden, sondern muss in einem separaten Verfahren mittels chemischer Imprägnierung als Vorbehandlung zur klassischen Aktivierung erfolgen. „Die Suche nach geeigneten und praktikablen Imprägnierungsmitteln ist ebenfalls ein zentraler Bestandteil unserer Forschungsaktivitäten“, so Hofmann.

### Christian Doppler Labor für selektive Rückgewinnung von Spezialmetallen

Besonders herausfordernd ist die Versorgung der Hightech-Industrie mit Spezialmetallen wie Indium, Kobalt, Zink oder auch Edelmetallen, die für zahlreiche Technologien benötigt werden, aber nur begrenzt verfügbar sind. Die Rückgewinnung aus Konsumgütern am Ende ihres Lebenszyklus ist schon weit vorangeschritten. Weitgehend ungenutzt ist dagegen das Vorkommen dieser Metalle in Prozessströmen der Metallurgie. Genau darauf hat sich Stefan Steinlechner vom Lehrstuhl für Nichteisenmetallurgie der Montanuniversität Leoben spezialisiert. In einem von ihm geleiteten CD-Labor wird eine Reihe von metallurgischen Zwischen- oder Nebenprodukten untersucht, die für die Industriepartner des CD-Labors eine große Rolle spielen, beispielsweise Schlacken für die Voestalpine Stahl GmbH, Prozess-



lösungen für die Andritz AG, Fällprodukte aus hydrometallurgischen Prozessen für die ARP Aufbereitung, Recycling und Prüftechnik GmbH oder auch staubbeladene Abgase.

Im ersten Schritt muss dabei festgestellt werden, wie viel von welchem Metall in welcher der auftretenden Phasen und Verbindungen enthalten ist. „Eine sehr plakative innovative Methode der Bestimmung von Element-Verteilungen ist die In-Situ-Analyse mittels Erhitzungstisch im Rasterelektronenmikroskop. Hier ist es möglich, beispielsweise Schlacken mittels energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX) unter Temperaturen bis zu 1200 °C zu untersuchen“, erläutert Steinlechner. Der Vorteil dieser Methodik: Mit ihrer Hilfe können Elementverteilungen unter simulierten Bedingungen untersucht werden, die den realen Verhältnissen sehr nahe kommen. „In der Vergangenheit wurde anstelle dieser Echtzeit-Analyse heißes flüssiges Versuchsmaterial extrem schnell abgekühlt, mit dem Ziel, den aktu-

ellen Zustand gleichsam einzufrieren und im kalten Zustand zu untersuchen. Hier besteht jedoch immer noch ein Restrisiko, dass dies nicht den tatsächlichen Zustand abbildet“, so Steinlechner.

In weiterer Folge geht es darum, die gesuchten Metalle in einzelnen Phasen gezielt anzureichern. Je nach untersuchtem Materialstrom und Prozess werden dabei unterschiedliche Herangehensweisen gewählt. In jedem Fall ist dabei aber das Wissen zur Kinetik von Reaktionen essenziell, die von zahlreichen Einflussparametern abhängen: In pyrometallurgischen Schritten sind etwa Atmosphäre, Additive, Reduktions- oder Oxidationspotentiale, in der Hydrometallurgie sind Redoxpotential, pH-Wert, Temperatur, Durchmischung und Konzentrationsunterschiede von Interesse. „Wir setzen dazu auf Algorithmen-unterstützte Auswertemethoden wie Python“, sagt Steinlechner: „Die aufgenommenen Daten, beispielsweise aus der dynamischen Differenzkalorimetrie, werden dann dazu herangezogen, um Reaktionsordnungen und beschreibende Gleichungen zu ermitteln.“

Hat man einmal die Elementverteilungen und deren Kinetik ermittelt, ist es auch möglich, die gezielte Anreicherung der gesuchten Elemente in Phasen zu fördern, die vom restlichen Prozessstrom separiert werden können. „Dies stellt eigentlich schon die Grundlage für einen Extraktionsschritt im Labormaßstab dar“, sagt Steinlechner: „Um diesen im Industriemaßstab implementieren zu können, ist jedoch typischerweise ein Upscaling nötig, bei dem sich sehr oft weitere Aspekte ergeben, die untersucht und optimiert werden müssen.“ Der Schritt zum Pilotmaßstab soll in weiterführenden Arbeiten, aber in Wechselwirkung mit dem auf sieben Jahre angelegten CD-Labor untersucht werden. ■

### Kontakt



Mag. Christiana Griesbeck  
Christian Doppler Forschungsgesellschaft  
Boltzmanngasse 20, 1090 Wien  
christiana.griesbeck@cdg.ac.at

CD-Labors und JR-Zentren sind Förderprogramme des Bundesministeriums für Digitalisierung und Wirtschaftsstandort.