

Methodische Untersuchungen von Verfahrensoptionen zur thermischen Entsorgung carbonfaserverstärkter Kunststoffe

21176 BG

Im Umgang mit Carbonfaser verstärkten Kunststoffen (CFK) und deren Abfällen bestehen zahlreiche Herausforderung bei der thermischen Behandlung. In diesem Vorhaben wurden daher methodische Grundlagen zur Optimierung thermischer Verwertungsverfahren erarbeitet, die eine sichere und umweltverträgliche Entsorgung gewährleisten.

CFK werden aus Polyacrylnitril (PAN) hergestellt und zeichnen sich durch hohe Festigkeit bei geringem Gewicht aus. Das Recycling scheitert oft an wirtschaftlichen Gründen und der Schwierigkeit, lange Faserstrukturen zu erhalten, was häufig zu Downcycling führt. Bisherige Verbrennungsanlagen bieten nicht die erforderlichen Bedingungen zur vollständigen Faserzerstörung, was zu Rückständen und Problemen durch elektrisch leitfähige, lungengängige Fasern führt – ein Risiko für technische Anwendungen sowie für die Gesundheit.

Ziel des Forschungsprojekts war es, den Einfluss thermischer Parameter wie Temperatur, Sauerstoffgehalt und Verweilzeit auf den Faserabbau zu charakterisieren und daraus praktische Empfehlungen für eine sichere Abfallbehandlung abzuleiten. Hierzu wurden fünf verschiedene Abfalltypen ausgewählt und analysiert. Diese unterschieden sich sowohl im Fasergehalt als auch in den Begleitstoffen. Trockene Abfälle (z.B. Gewebereste) und nasse Abfälle (z.B. Prepregs mit Kunststoffmatrix) wurden hinsichtlich ihres Verhaltens in thermischen Prozessen untersucht.

Zur Risikominimierung wurde ein umfassendes Sicherheitskonzept entwickelt. Schutzmaßnahmen während der Materialzerkleinerung sowie bei den thermischen Untersuchungen verhinderten die Exposition von Personal und Umwelt gegenüber potenziell schädlichen Fasern. Dieses Konzept dient als Referenz für den sicheren Umgang mit entsprechenden Stoffen in der Abfallwirtschaft.

Die thermische Zersetzung wurde mittels Thermogravimetrischer Analyse (TGA) untersucht, um den Faserabbau unter variierenden Atmosphären (Luft/Sauerstoff) zu analysieren. Die Untersuchungen zeigten deutlich, dass die Faserabbau-Geschwindigkeit stark von Temperatur und Sauerstoffverfügbarkeit abhängt.

Für Verbrennungsversuche wurden Wirbelschicht- und Drehrohrreaktoren als geeignetste Anlagen identifiziert, da sie hohe Verweilzeiten ermöglichen. In Pilotversuchen wurde das Verhalten der verschiedenen CF-Abfalltypen bei Temperaturen bis 850 °C untersucht. Dabei konnten Herausforderungen bei der Brennstoffzufuhr sowie der Abgasbehandlung identifiziert werden; diese sollen in zukünftigen Untersuchungen durch die Konzeption spezialisierter Reaktoren für faserhaltige Abfälle behoben werden.

Zusammenfassend ergaben weitere Experimente, dass eine thermische Zersetzung von CF-Abfällen technisch machbar ist, sofern bestimmte Prozessbedingungen erfüllt sind. Für eine vollständige Zersetzung müssen geeignete Reaktortypen verwendet werden; zudem sollten Luftzufuhr und Verbrennungstemperaturen optimiert werden. Eine Rezirkulation unverbrannter Rückstände sowie die Nutzung filternder Abscheider mit periodischer Reinigung stellen Lösungen für die Ausgangsproblematik dar.

Bearbeitet wurde das Forschungsthema von 07/20 bis 12/23 an der **RWTH Aachen, Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe** (Wüllnerstr. 2, 52062 Aachen, Tel. 0241/8096575) unter der Leitung von Kai Schlögel (Leiter der Forschungseinrichtung: Prof. Dr. Peter Quicker) und der **Technischen Universität Dresden, Institut für Verfahrenstechnik und Umwelttechnik, Professur für Energieverfahrenstechnik** (01062 Dresden, Tel. 0351/46333143) unter der Leitung von Dr. S. Unz (Leiter der Forschungseinrichtung: Prof. Dr. Michael Beckmann).

Gefördert durch:



**Bundesministerium
für Wirtschaft
und Klimaschutz**

Das IGF-Vorhaben Nr. 21176 BG der Forschungsvereinigung DECHEMA, Gesellschaft für Chemische Technik und Biotechnologie e.V., Theodor-Heuss-Allee 25, 60486 Frankfurt am Main wurde über die AiF im Rahmen des Programms zur Förderung der industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

**aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages**