

CFC – Carbon Fibre Cycle

Carbonfasern im Kreislauf – Freisetzungsverhalten und Toxizität bei thermischer und mechanischer Behandlung

Gefördert vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unter FK03XP0195,
Laufzeit: 01.01.2019 – 31.12.2021

Projektpartner:

- Karlsruher Institut für Technologie (KIT),
Institut für Technische Chemie (ITC) (Koordinator)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT),
Institut für Biologische und Chemische Systeme - Biologische Informationsprozessierung (ICS-BIP)
- Karlsruher Institut für Technologie (KIT),
Institut für Angewandte Biowissenschaften (IAB)
- RWTH Aachen
Lehr- und Forschungsgebiet Technologie der Energierohstoffe (TEER)
- Institut für Verbundwerkstoffe GmbH (IVW)
- VITROCELL Systems GmbH
- PALAS GmbH

Carbonfasern (CF) und carbonfaserverstärkte Kunststoffe (CFK) sind als innovativer Werkstoff in Schlüsseltechnologien wie Flugzeugbau, Fahrzeugbereich und regenerativer Energiegewinnung unabdingbar. Das breite Einsatzgebiet resultiert aus anwendungsbezogenen Herstellungs- und Verarbeitungsprozessen, sodass CFK-Bauteile gezielt mit den benötigten physikalisch-chemischen Eigenschaften ausgestattet werden können.

Da die Herstellung und Verarbeitung von CF und CFK sehr energie- und kostenintensiv ist, wird eine Wiederverwertung der Fasern angestrebt. Als bisher einzige kommerziell verfügbare Technologie hat sich die Pyrolyse von CFK-Bauteilen etabliert. Häufig muss dafür eine mechanische Zerkleinerung der Bauteile durchgeführt werden, womit die verfügbare Faserlänge von rezyklierten Carbonfasern (rCF) deutlich geringer ist als die der ursprünglichen Faser, und somit ein Einsatz in Hochleistungsanwendungen nicht mehr möglich ist. Daher werden rCF längenabhängig als Vliese und Füllstoff in anderen Werkstoffen oder in Konsumgütern eingesetzt.

Auch die Entsorgung der Fasern am Ende des Lebenszyklus ist noch nicht geklärt, da die Verweilzeiten der Fasern sowohl in der Hausmüllverbrennung als auch in der Sondermüllverbrennung nicht ausreichen, um die Fasern vollständig thermisch abzubauen.

Generell gilt, dass die zunehmende Verbreitung von CFK-Produkten und damit einhergehend eine Zunahme an Produktions- und Bearbeitungsschritten sowie Recycling- und Entsorgungsprozessen zu einer Freisetzung lungengängiger biobeständiger Stäube führen können und damit Fragen aufkommen, inwieweit die hierbei emittierten Feinstäube Auswirkungen auf Mensch und Umwelt haben.

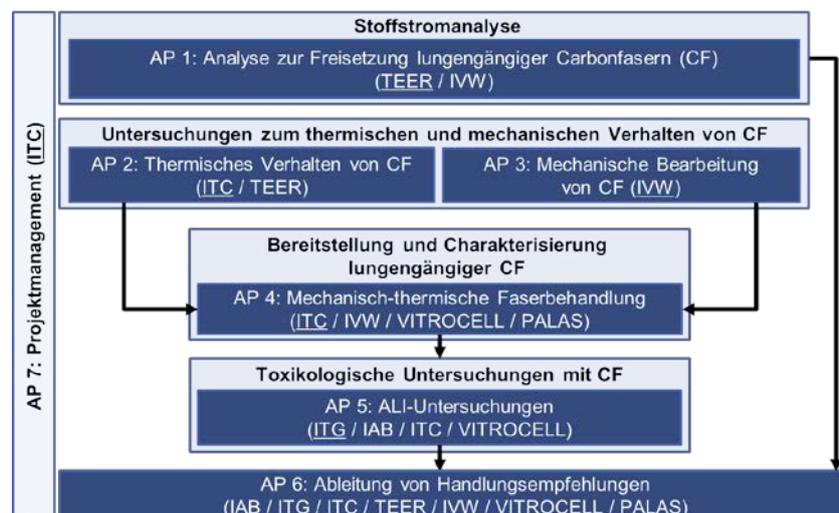
Ziel des Projekts **CFC** ist die Identifizierung realistischer Freisetzungsszenarien im gesamten Lebenszyklus und die toxikologische Bewertung der freigesetzten lungengängigen Stäube und Fasern. Daraus sollen Empfehlungen zum sicheren

Umgang bei Herstellung, Bearbeitung, Recycling und Entsorgung dieser Materialien abgeleitet werden.



Lichtmikroskopische Aufnahme einer durch thermische Belastung deutlich angegriffenen CF-Probe (Foto: KIT).

Das Projekt CFC ist in sechs wissenschaftliche Arbeitspakete gegliedert. In AP1 wird eine Stoffstromanalyse zur Identifizierung relevanter Freisetzungsszenarien lungengängiger Stäube bei mechanischer bzw. thermischer Beanspruchung von CF/rCF/CFK-Materialien erstellt. Darauf aufbauend erfolgen Untersuchungen unter thermischer (AP2) und mechanischer Beanspruchung (AP3). In AP4 werden lungengängige Teststäube aus der mechanischen bzw. thermischen Beanspruchung bereitgestellt und charakterisiert, die in einem Expositionssystem luftgetragen an die Gas-Flüssigkeits-Grenzschicht menschlicher Lungenzellen (ALI) gebracht werden. In AP5 sollen Lungenepithel-, Makrophagen- und Fibroblasten-Zellkulturen in Mono- und Kokultur für die toxikologische Bewertung und Untersuchung lungengängiger CF-Fragmente eingesetzt werden. Hierbei stehen die zelluläre Lokalisation, Bestimmung der Zytotoxizität, Erstellung von Genexpressionsanalysen und die Erfassung des inflammatorischen, fibrotischen und genotoxischen Potentials im Fokus der Untersuchungen. Die toxikologischen Untersuchungen erfolgen hierbei mit dem ALI-System, d.h. direkt an der apikalen Oberfläche der Zellen, um lungenähnliche Bedingungen zu simulieren. Ziel von AP6 sind Gefährdungsbeurteilung und Risikobewertung basierend auf den zu ermittelten Expositionsgrenzwerten DNEL (englisch *derived no-effect level*) und PNEC (**predicted no effect concentration**). Daraus resultierend werden Handlungsempfehlungen erstellt.



CFC Arbeitsplan mit beteiligten Partnern.

Durch Einbeziehung relevanter Akteure aus Forschung, Industrie, Verbänden und Bundesämtern in einem Begleitkreis ist die Ausrichtung der Untersuchungen an relevanten Randbedingungen gewährleistet. Im Projektbegleitkreis sind die Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin (BAA), das Umweltbundesamt (UBA), die Berufsgenossenschaft Rohstoffe und chemische Industrie (BG RCI), Carbon Composites (CCeV), die Industrievereinigung Verstärkte Kunststoffe (AVK), das CFK Valley Stade, die Interessengemeinschaft der Thermischen Abfallbehandlungsanlagen in Deutschland (ITAD), der Verband der Chemischen Industrie (VCI), die Firma Pyrum Innovations sowie die Universität Rostock vertreten.

Ansprechpartner:

Sonja Mülhopt

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technische Chemie
Tel. 0721 - 608 23807
E-Mail: sonja.muelhopt@kit.edu

Werner Baumann

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)
Institut für Technische Chemie
Tel. 0721 - 608 22927
E-Mail: werner.baumann@kit.edu