

## **Anorganische und Schlackenanalyse**

### Schlackenanalyse

In thermischen Verfahren wie z.B. der Verbrennung von Biomassen und Sekundärbrennstoffen spielen Feststoffe eine große Rolle. Vom Brennstoff bis zur Schlacke bzw. Asche fallen eine Vielzahl von Produkten an. Hierzu gehören auch Anbackungen/Verschlackungen im Verbrennungsraum und Beläge auf den Wärmetauscherflächen im Abhitzeessel.

Im Rahmen der programmorientierten Forschung und Drittmittelprojekten wird der Zusammenhang zwischen Brennstoffen und der Anbackungen/Verschlackung im Verbrennungsraum sowie der Belagsbildung im Abhitzeessel mineralogisch und chemisch mit zwei vordringlichen Zielen untersucht: erstens die Laufzeiten zwischen Reinigungsstillständen von Verbrennungsanlagen durch verminderte Verschlackung zu verlängern und zweitens eine verbesserte Energieeffizienz der Anlagen durch geringere Belagsbildung und damit einer optimierten Wärmeübertragung auf den Wärmetauscherflächen zu erreichen.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeitsgruppe liegt in der Erforschung neuer Nutzungspotentiale für die Reststoffe aus thermischen Prozessen wie Rostaschen, Flugaschen und Schlacken. Diese Forschung wird ebenfalls mit Hilfe der unten angegebenen eigenen Charakterisierungsmethoden sowie in Zusammenarbeit mit anderen Instituten des KIT, wie z.B. dem Institut für Straßen- und Eisenbahnwesen und dem Institut für Angewandte Geowissenschaften sowie mit Anlagenbetreibern und Anlagenbauern durchgeführt.

### Anorganische Analytik

Für die Untersuchung von festen Brennstoffen, Reststoffen aus thermischen Verfahren und Ablagerungen im Verbrennungsraum und Abhitzeesseln gibt es in der Arbeitsgruppe verschiedene Analysengeräte.

Für die Probenaufbereitung stehen Teiler, ein Backenbrecher, eine Schneidemühle und verschiedene Planetenmühlen zur Verfügung. Die Feststoffe werden zur Analyse von Fluor, Chlor und Brom mittels Bombenkalorimeter (IKA<sup>®</sup> AOD1.3) aufgeschlossen.

Die Gehalte von bis zu 75 Elementen von Bor bis Uran können in Feststoffen mit einer Röntgenfluoreszenzanalyse (BRUKER S8 Tiger) analysiert werden. Für diese Methode können Schüttproben, Presstabletten oder Schmelztabletten vorbereitet werden. Mit der integrierten standardlosen Analyse (Semiquant), einer relativ schnellen semiquantitativen Methode, können unbekannte Proben mit optimierten Messparametern untersucht werden. Für Probenserien wird das Gerät in der speziellen Probenmatrix kalibriert, was eine quantitative Analyse ermöglicht. In der Regel wird dieses Gerät für Analysen von Elementen von Natrium bis Blei eingesetzt.

Die Anionen Fluorid, Chlorid, Nitrit, Bromid, Nitrat und Sulfat in wässrigen Lösungen werden in einem Ionenchromatographen (Dionex ICS-2000) gemessen. Je nach Matrix werden Bestimmungsgrenzen von 0,1 mg/l erreicht.

In homogenen aufgemahlene Feststoffen werden mittels Mikroelementaranalyse (LECO TrueSpec CHNC mit Schwefelofen und CHNS-932) die Elemente Kohlenstoff, Wasserstoff, Stickstoff und Schwefel bestimmt. Bei dieser Methode wird der Feststoff im Sauerstoffstrom bei Temperaturen bis zu 1.050°C verbrannt. Stickstoff wird über Wärmeleitfähigkeit, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub> und H<sub>2</sub>O über IR-Spektrometer gemessen. Die Bestimmungsgrenzen liegen bei 0,05 %. In dem zusätzlichen Schwefelofen werden die Proben ebenfalls im Sauerstoffstrom bei bis zu 1.400°C verbrannt und das SO<sub>2</sub> im IR Spektrometer gemessen.

#### Umweltverträglichkeitstests:

Die Charakterisierung von Feststoffen bezüglich ihres Verhaltens in der Umwelt hat eine mehr als zwanzigjährige Tradition im ITC. Hier werden mit deutschen und internationalen Standardmethoden zur Elution von Rückständen Forschungsarbeiten zur Umweltverträglichkeit von Reststoffen aus der Abfallverbrennung in Abhängigkeit der Verbrennungsbedingungen und des Inputs durchgeführt und unterstützt.

Für diese Untersuchungen werden folgende Standardtests durchgeführt:

- DIN EN 12457 Teil 1 bis 4
- DIN EN 14405
- Schweizer TVA Verfahren
- NEN 7341 / 7343/ 7345
- TCLP Method 1311
- JIS K 0085-1 / 0085-2

Mit den Ergebnissen dieser Tests, die i.a. nach Richt- und Grenzwerten der verschiedenen Länder ausgewertet werden, kann eine mögliche Nutzung der Reststoffe aus umweltrelevanten Gründen deklariert werden.

Das Langzeitverhalten von Schadstoffen in Reststoffen aus thermischen Anlagen wird über pH-static Tests, Säulentests (DIN 14405 und NEN 7343) wissenschaftlich untersucht. Mit sequentiellen Extraktionsmethoden wird erforscht, in welchen Bindungsformen Schwermetalle in Feststoffen vorliegen.

#### Aktuelle Projekte:

- Im Rahmen des Fonds für Europäische Entwicklung (EFRE) geförderten Forschungsprojektes wird der Einfluss der stoffspezifischen Eigenschaften der Biobrennstoffe auf die mineralogisch-chemische Zusammensetzung der Anbackungen und Beläge von unterschiedlichen Biobrennstoffen in acht Großanlagen unterschiedlicher Verfahrenstechnik bestimmt sowie mit Ergebnissen aus Laborversuchen und mit Versuchen in einer halbtechnischen Versuchsanlage korreliert. Laufzeit April 2013 – Dezember 2014, Bericht bis März 2015.
- Eine Zielsetzung des bioliq®-Verfahrens ist, dass bei der Produktion von synthetischen Kraftstoffen keine Reststoffe anfallen, die die Umwelt belasten und entsorgt werden müssen. Aus diesem Grund werden die Schlacken aus dem Flugstromvergaser charakterisiert und potentielle Nutzungsmöglichkeiten eruiert. Dieses wird u.a. in Masterarbeiten durchgeführt.

#### Abgeschlossene Projekte:

- Die Erfahrungen der Arbeitsgruppe auf dem Gebiet der Charakterisierung werden in dem EU-Projekt Lahtistreams „Advanced Integrated Waste Management and WtE Demonstration“, das seit 2006 läuft, eingebracht. Im Workpackage 3.2 werden u.a. Rostaschen aus einer Wirbelschichtverbrennungsanlage in Norrköping, Schweden, einer Rostverbrennungsanlage in Måbjerg, Dänemark und später einer Vergasungsanlage in Lahti, Finnland, auf ihre chemische Zusammensetzung und Umweltverträglichkeit untersucht. ([www.lahtistreams.com](http://www.lahtistreams.com)) Abgeschlossen in 2013.
- In dem von der DBU geförderten Forschungsvorhaben „Steigerung der Energieeffizienz in Heizkraftwerken durch eine optimierte Wärmeausnutzung im Abhitzeessel“

([www.dbu.de/projekt\\_26675/db\\_799.html](http://www.dbu.de/projekt_26675/db_799.html)) wurden Beläge und Stäube aus Abhitze-  
kesseln verschiedener Heizkraftwerke untersucht. Die chemische Analyse und zusätz-  
liche Sinterversuche wurden in der Arbeitsgruppe durchgeführt. Abgeschlossen in  
2013.