

BIOENERGIE

Detektor spürt aggressive Alkalien auf

Die Nutzung von Biogas für die Energieerzeugung wird durch Alkalien im Gasstrom behindert. Zur präzisen Messung dieser Bestandteile des Gasflusses wird am Paul Scherrer Institut (PSI) ein Oberflächen-Ionisationsdetektor entwickelt. Das kompakte Gerät ermöglicht, diese für Anlagenkomponenten aggressiven Stoffe sofort zu erkennen und Massnahmen zu deren Reduktion einzuleiten.

JÜRGEN WELLSTEIN

Bei der energetischen Nutzung von Biomasse sind zwei Alkali-Elemente von besonderer Bedeutung: Natrium und Kalium. Diese beiden Alkalien treten während des Vergasungsprozesses in hohem Mass in die Gasphase über und bewirken in den nachfolgenden Anlagenteilen korrosive Effekte und unerwünschte Ablagerungen. Diese negativen Auswirkungen behindern den Einsatz von Biogas in Brennstoffzellen und Gasturbinen oder verkürzen die Standzeiten von Feuerungsanlagen. Im Hinblick auf optimierte Stoffflüsse gehen die Forscher am Paul Scherrer Institut (PSI) in Villigen den verfahrenstechnischen Ursachen von solchen Phänomenen nach und suchen nach Lösungen und Alternativen.

Das Prinzip ist bekannt – das Gerät in Entwicklung

Für Prof. Dr. Christian Ludwig, Bereich Bioenergie und Katalyse, Leiter der Gruppe Chemische Prozesse und Materialien, sind Alkalien bereits seit Langem ein Thema: «Schon vor einigen Jahren haben wir damit



Die Laboranlage am PSI ermöglicht die Vergasung realer Pellets zur Erzeugung der beiden Alkalien Natrium und Kalium.

Bild: PSI



Kurze Verbindungsrohre zum Abgasstrom war eine der wichtigsten Anforderungen für einen kompakten Aufbau des Reaktors.

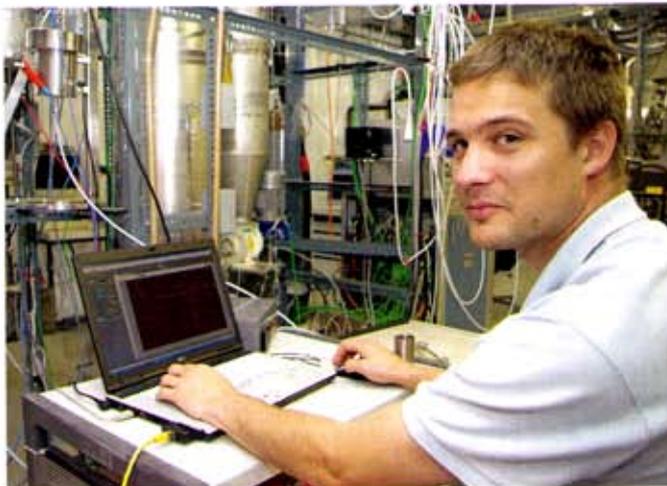
begonnen, die für eine weitere Nutzung von trockener und nasser Biomasse, also Holz, Gülle, Mist usw., wichtige Verminderung der Natrium- und Kalium-Anteile zu verfolgen und die Emissionen messtechnisch zu erfassen. Wir wollten die Ausbreitungsmuster während des Vergasungsvorgangs kennenlernen. Dazu wurde eine Kombination eines thermogravimetrischen Analysegeräts mit einem Oberflächen-Ionisationsdetektor erfolgreich eingesetzt.»

Das Prinzip der Oberflächen-Ionisation zur Erfassung flüchtiger Alkalien ist bereits seit den 1980er-Jahren bekannt, es wurde

auch ein entsprechendes Messgerät entwickelt. Das Funktionsprinzip nutzt die Ionisationstheorie: Die Alkalien werden an einem 1200 °C heissen Platin-Filament geschmolzen, atomisiert und ionisiert. Danach werden die Ionen durch ein elektrisches Feld in Richtung des Kollektors beschleunigt, wobei ein Ausgleichsstrom erzeugt wird, der das eigentliche Messsignal bildet.

Kompakt, sensitiv und mitten im Gasstrom

Die Notwendigkeit einer eigenen Entwicklung eines kompakten Detektors mit möglichst breitem Anwendungs- und Messspektrum wurde rasch erkannt. Deshalb wollte man am PSI statt der rechtwinkligen Gasanströmung ein paralleles Strömungskonzept erarbeiten. Zusätzlich musste die Sensitivität gesteigert werden, um auch bei kleinsten Alkali-Konzentrationen rasch brauchbare Messresultate zu erhalten. Die Forderung nach einem kompakten Geräteaufbau stammt von den oft engen Platzverhältnissen in Biomasseverwertungsanlagen und



Marco Wellinger befasst sich mit der Entwicklung des Oberflächen-Ionisationsdetektors im Rahmen seiner Doktorarbeit am PSI.

dem Wunsch nach möglichst kurzer Transportleitung für den zu messenden Gasstrom.

Aufgrund der bei 250–380 °C erfolgenden Russ- und Teerablagerungen musste auch eine Reinigungseinrichtung gewählt werden. Wesentlicher Bestandteil dieser Aufgabe ist heute eine Begleitheizung. Mit der Entwicklung dieser neuen Version, welche vom Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt wurde, konnte der Doktorand Marco Wellinger betraut werden. «Als Umweltwissenschaftler ETH mit Schwerpunkt Chemie habe ich mich intensiv mit der Analysetechnik befasst und kann nun hier für meine Doktorarbeit ein wichtiges Gerät für die Biomasseverwertung entwickeln. In Sekunden sollen damit die Alkali-Emissionen abgebildet werden, sodass man Massnahmen zur Steuerung des Prozesses ergreifen kann.»

Nach den Funktionstests folgten Labormessungen mit realen Gasen und auch ein Einsatz im Holzkraftwerk Kleindöttingen, wo Erfahrungen zur Umsetzung von Feldmessungen gesammelt werden konnten. Um die Messungen zu automatisieren und damit für Langzeittests im Feld vorzubereiten, wurde auch ein neues Regelkonzept erstellt. Dabei werden zwei Massenflussregler (MFR) eingesetzt, um das Probegas zu verdünnen. Beim MFR stromabwärts vom Detektor müssen Gasreinigungselemente vorgeschaltet werden, damit ein konstanter Gasstrom gewährleistet werden kann. Man verwendet für diesen Zweck einen Papier- und einen Granulatfilter.

Im 2009 konnte die grundsätzliche Funktionstüchtigkeit des neuen Detektors in zahlreichen Messreihen im Labor und mit realen Gasen bestätigt werden. Inzwischen arbeitet Marco Wellinger an weiteren Optimierungen im Bereich der elektrostatischen Abschirmung des Detektors und der Verwendung eines Verdünnungsaufbaus von stark mit Teer und Partikeln beladenen Prozessgasen. Wichtig ist auch die Kalibrierung des Detektors, bei welcher mehrere

Punkte bestimmt werden müssen, also eine Korrelationsgerade definiert werden kann.

Natrium und Kalium werden sofort erkannt

Es folgten weitere Tests an einem Holzvergaser und einem Mini-Vergasungsreaktor. «Wir wollen mit diesem Oberflächen-Ionisationsdetektor dazu beitragen, die bei Vergasung und Verbrennung von Biomasse in die Gasphase übergehenden Alkalien Natrium und Kalium über den gesamten Prozess exakt abzubilden», sagt Marco Wellinger.

«Nur damit lassen sich auch wirksame Massnahmen gegen Korrosions- und Verkrustungseffekte in solchen Anlagen entwickeln.»

WEITERE INFORMATIONEN
 Prof. Dr. Christian Ludwig
 Marco Wellinger, Dipl. UMNW ETH
 Bioenergie und Katalyse
 Paul Scherrer Institut (PSI)
 www.psi.ch
 BFE-Energieforschung: Biomasse
 Bereichsleiterin Sandra Hermle
 www.energieforschung.ch

Schritt 1
 Applikation: Dispergieren von Minzblättern.

Schritt 2
 Das Tube wird auf den Antrieb gesetzt.

Schritt 3
 Die Minzblätter werden durch die Rotor-Stator-Einheit im DT Tube zerklüftet.

Schritt 4
 Versuchsergebnis: Die Minze ist homogen dispergiert. Das Tube wird entnommen.

Schritt 5
 Bei Bedarf kann die Probe durch eine durchstechbare Deckelmembran mit einer Spritze zur Analyse entnommen werden.

Schritt 6
 Das Tube wird mit einem Eskeitt versehen und als Rückstellmuster gelagert.

ULTRA-TURRAX® Tube Drive control

Rühren
 Dispergieren
 Homogenisieren
 Mahlen

- ✓ Hohe Sicherheit für den Anwender
- ✓ Hermetisch verschließbare Einweg-Probengefäße
- ✓ Kreuzkontamination ausgeschlossen
- ✓ Reproduzierbare Ergebnisse
- ✓ Kein Reinigungsaufwand
- ✓ Für Einzel- und Reihen Anwendungen geeignet