



# Forschung an der Fakultät für Technische Chemie, Verfahrenstechnik und Biotechnologie

## Detektierung des Sauerstoffbedarfs und des Heizwerts der Flüchtigen von festen Brennstoffen

### *Detecting the Oxygen Demand and the Calorific Value of Volatiles from Solid Fuels*

Auf Grund des Treibhauseffektes wird in den letzten Jahren ein besonderes Augenmerk auf Emissionen (z.B. von  $\text{CO}_2$ ) gelegt, welche von Industrie und Energieversorgern verursacht werden. Ein nicht unwesentlicher Anteil an Energie wird durch thermische Nutzung von festen Brennstoffen bereitgestellt. Dabei spielt vor allem Biomasse – als  $\text{CO}_2$ -neutraler Energieträger – eine entscheidende Rolle. Auch die thermische Verwertung von Kunststoffen (z.B. in industriellen Öfen, wie z.B. Hochöfen oder Zementdrehrohröfen) gewinnt zunehmend – auf Grund der geltenden Deponieverordnung – an Bedeutung. Daher ist es besonders wichtig Vergasungs- bzw. Verbrennungsanlagen möglichst effizient und emissionsarm zu entwickeln bzw. zu betreiben. Dies kann durch Primärmaßnahmen (z.B. Optimierung der Sauerstoffzufuhr in der Feuerung) aber auch durch sekundäre Maßnahmen (z.B. Gasreinigung) erzielt werden. Der Feststoff durchläuft bei der thermischen Verwertung die Schritte vom Trocknen über die Pyrolyse zur Vergasung bzw. Verbrennung. Dabei spielt vor allem der Prozess der Pyrolyse – in welchem die Flüchtigen freigesetzt werden – eine entscheidende Rolle. Mit Hilfe eines eigens entwickelten Strömungskalorimeters (DSC – Differential Scanning Calorimeter) ist es möglich den Sauerstoffbedarf und bei bekanntem Massenverlauf den Heizwert in Abhängigkeit der Zeit zu detektieren. Wobei der Sauerstoffbedarf über eine Sauerstoffbilanz des DSC ermittelt wird. Das Besondere dabei ist, dass Teere (längerkettige Kohlenwasserstoffe) nicht vor dem DSC auskondensiert werden müssen. Auf Grund der Temperaturführung des Pyrolysegases und der flammenlosen Verbrennung an einer Katalysatoroberfläche können Teere problemlos mit dem DSC mitanalysiert werden, was mit anderen herkömmlichen Messmethoden zur kontinuierlichen Heizwertbestimmung nicht möglich ist. Betrachtet man Biomasse, so kann der Anteil der Flüchtigen – inklusive Teere – bis zu 85 Gew.% der Feststoffmasse betragen. Dies zeigt deutlich die Stärke des entwickelten DSC. In der letzten Entwicklungsphase wurde ein mobiler Prototyp konstruiert, welcher Messungen an zahlreichen industriellen Anlagen ermöglicht.

Auf Grund der zunehmenden Anzahl von Pelletsfeuerungen wurden Einzelpartikeluntersuchungen von Pellets durchgeführt. Wie der Abbildung zu entnehmen ist, verhalten sich Pellets mit 6 mm Durchmesser und 25 mm Länge anders als Pellets mit gleicher Länge und 10 mm Durchmesser. Der Anstieg des Heizwertes der 6 mm Pellets ist zu Beginn steiler. Dies ist auf die größere spezifische äußere Oberfläche zurückzuführen, die ein schnelleres Aufheizen des Partikels ermöglicht. Nach dem ersten Anstieg stellt sich bei den kleinen Pellets für einen kurzen Zeitraum ein konstanter Heizwert ein, wobei bei den 10 mm Durchmesser Pellets ein deutliches Maximum auftritt. Gegen Ende der Pyrolysezeit zeigen beide Partikel ein Maximum, wobei jenes der größeren Pellets einen Höheren maximalen Heizwert erreicht. Das Maximum am Ende des Heizwertverlaufes wird durch sekundäre Crackreaktionen verursacht, die stattfinden, wenn das produzierte Pyrolysegas vom Inneren des Partikels entlang des heißen Asche- und Koksgerüsts nach außen strömt. Das Pyrolysegas am Ende der Umsetzungszeit besteht somit aus einem sehr wasserstoffreichen Gasgemisch, das mit einem geringen Gewichtsverlust korrespondiert. Der Sauerstoffbedarf der 6 mm Pellets steigt rasch

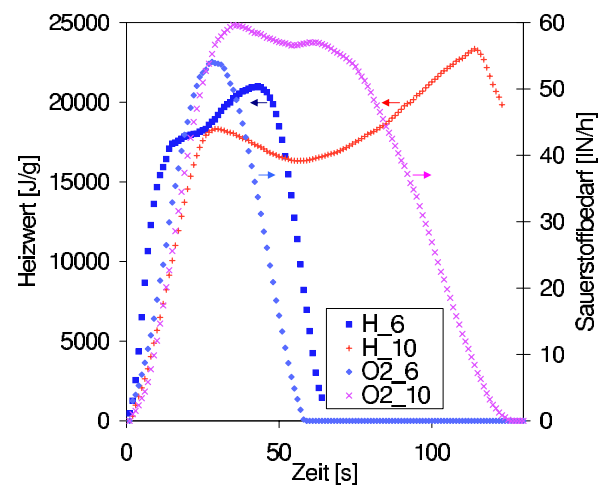


Abb.1: Heizwert und Sauerstoffbedarf von Fichtenholzpellets mit 6 und 10 mm Durchmesser und 25 mm Länge bei Flash-Pyrolysebedingungen (825°C und Stickstoffatmosphäre)

zu einem Maximum und sinkt anschließend kontinuierlich zurück zu Null, bis das Ende der Pyrolyse erreicht ist. Jener der 10 mm Pellets zeigt ein Maximum am Ende des ersten Anstieges und eine ausgeprägte Schulter danach, bevor der Sauerstoffbedarf gegen Ende der Pyrolysezeit kontinuierlich bis auf Null fällt.

Auf Grund solcher Untersuchungen lässt sich eine Vergasung bzw. Verbrennung gezielt optimieren, da die Wärmeentwicklung und der Sauerstoffbedarf in Abhängigkeit des Umsatzes bekannt sind und somit gezielt Maßnahmen gesetzt werden können. Andererseits lässt sich aber auch der Brennstoff für eine bestimmte Apparatur zur thermischen Nutzung anpassen, damit eine möglichst gute Umsetzung und Energienutzung ermöglicht wird.

### *Detecting the Oxygen Demand and the Calorific Value of Volatiles from Solid Fuels*

*Due to the greenhouse effect, emissions such as  $\text{CO}_2$  for instance from industrial processes and energy suppliers, are at the focus of attention. A considerable amount of energy is produced by thermal utilisation of solid fuels. Therefore it is essential to design and efficiently operate low-emission gasification and combustion units. In solid fuel combustion the applied solid is first dried, then pyrolysed, and finally the gasification and combustion reactions take place. Pyrolysis – the process in which the volatiles are released – is of major interest. A newly developed DSC (Differential Scanning Calorimeter) makes it possible to detect the oxygen demand, and – with the known mass decrease – the calorific value dependent on time. With this system even tars (longer hydrocarbons) are not condensed before analysing, a special feature that is not possible with standard analysing methods. In the final project phase a mobile prototype was designed, allowing measurements at numerous industrial plants. The drawing exemplifies the results of the oxygen demand and calorific value of two different sizes of pellets. The latter shows a maximum at the end for both sizes. This maximum is caused by secondary crack reactions which produce a hydrogen rich gas.*