



- 1 LignoBoost®-Anlage der Papiermühle von Domtar in Plymouth, NC, USA. ©Domtar
- 2 Vorbehandlung des Lignins für die Umsetzung in unseren Testanlagen.
- 3 Durchströmungsreaktor für bis zu 40 g Katalysator mit vier Temperaturmessstellen für schnelle Katalysatorscreenings.

## KATALYSATOR- UND PROZESS-ENTWICKLUNG FÜR DIE STOFFLICHE LIGNIN-NUTZUNG

### Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE

Heidenhofstraße 2  
79110 Freiburg

### Wasserstoff- und Brennstoffzellentechnologie –

#### Thermochemische Prozesse

Dr.-Ing. Achim Schaadt  
Telefon +49 761 4588-5428  
Fax +49 761 4588-9428  
h2fc.thermoprocess@ise.fraunhofer.de

### Nachhaltige Katalytische Materialien

Dr. Robin White  
Telefon +49 761 4588-5194  
Fax +49 761 4588-9194  
h2fc.thermoprocess@ise.fraunhofer.de

[www.ise.fraunhofer.de](http://www.ise.fraunhofer.de)  
[www.h2-ise.de](http://www.h2-ise.de)

Weltweit fallen bei der Papierherstellung pro Jahr etwa 50 Millionen Tonnen Lignin an, von denen derzeit nur 2 % stofflich genutzt werden. Der Rest wird lediglich verbrannt. Ziel des Fraunhofer ISE ist es, das Lignin in Basischemikalien, wie Aromaten, umzuwandeln. Entscheidend dafür sind ein maßgeschneiderter Katalysator, ein perfekt darauf abgestimmtes Reaktordesign und optimale Prozessbedingungen (u. a. Lösungsmittel, Temperatur, Druck und Raumgeschwindigkeit).

### Unser Angebot

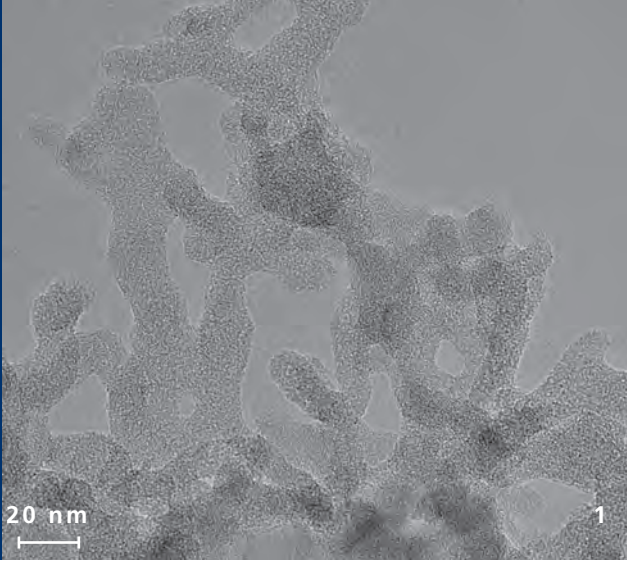
- Entwicklung maßgeschneiderter Katalysatoren
- schnelle und präzise Charakterisierung von Katalysatoren
- Entwicklung von Prozessen in flüssiger Phase unter hydrothermalen Bedingungen

### Katalysatorentwicklung

Die Porengröße und Struktur des Katalysatorträgers sind bei der heterogenen Katalyse mit ausschlaggebend für Ausbeute und Selektivität. Mit der richtigen Auswahl kann auch einer Deaktivierung des Katalysators, z. B. durch Verkokung, vorgebeugt werden.

Wir entwickeln maßgeschneiderte Katalysatoren mit definierter Porengröße und -verteilung auf Basis von Biomasse. Die Biomasse wird mittels Hydrothormaler Karbonisierung (HTC) und genau abgestimmter Prozessparameter behandelt. Wenn nötig, erfolgt anschließend eine Imprägnierung mit einer Metallkomponente.

Zur Oberflächencharakterisierung und Strukturanalyse vor und nach der Reaktion steht uns ein breites Spektrum an Techniken zur Verfügung.



## Prozessentwicklung

Mit der Entwicklung des LignoBoost®-Prozesses und dessen Implementierung in mittlerweile zwei Papiermühlen steigt die Verfügbarkeit des sogenannten Kraft-Lignins – unseres Ausgangsprodukts. Eine besondere Herausforderung für den Katalysator und die Prozessführung stellt der hohe Schwefelgehalt des Kraft-Lignins von etwa 2 wt.-% dar.

Wir beraten unsere Kunden bei der Wahl des geeigneten Reaktors, der passenden Prozessbedingungen und evaluieren neue Verfahren hinsichtlich technologischer, ökonomischer und ökologischer Kriterien.

Dazu entwickeln wir auf Basis von statistischer Versuchsplanung (Design of Experiments, DoE) ein Testprogramm und führen in unseren kontinuierlichen und Batch-Reaktoren experimentelle Untersuchungen durch.

Eine im Batch-Reaktor integrierte Flüssigphasenentnahme ermöglicht die Bestimmung von Reaktionsverläufen und der Kinetik. In kontinuierlichen Reaktoren mit kurzen Rüstzeiten werden die Standzeiten und die Deaktivierungs-Charakteristika der Katalysatoren untersucht.

Auf Basis dieser Voruntersuchungen realisieren wir maßgeschneiderte Prozesse für unsere Kunden.

## Reaktoren

Für die Entwicklung von Prozessen zur Lignin-Nutzung stehen uns folgende Reaktoren zur Verfügung:

- 2 x 250 und 2 x 500 ml Batchautoklaven mit Flüssigphasenentnahme (300 °C, 200/100 bar)
- diverse Mini-Durchströmungsreaktoren für Kat.-Screening mit 1-40 g Katalysatorfüllung (300 °C, 100 bar)
- 300 ml Durchströmungsreaktor für Langzeittests (260 °C, 100 bar)

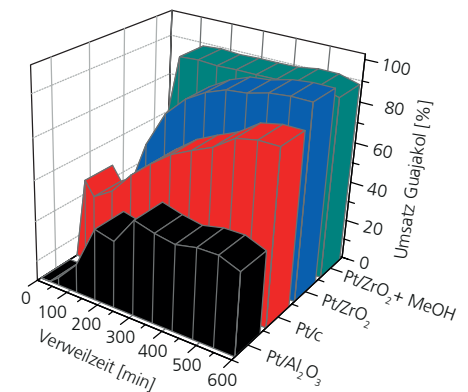
## Analytik

Mit unserer genauen Produktanalytik können wir Aussagen über mögliche Prozessschritte zur weiteren Verwertung des Lignins treffen. Folgende analytische Methoden kommen zum Einsatz:

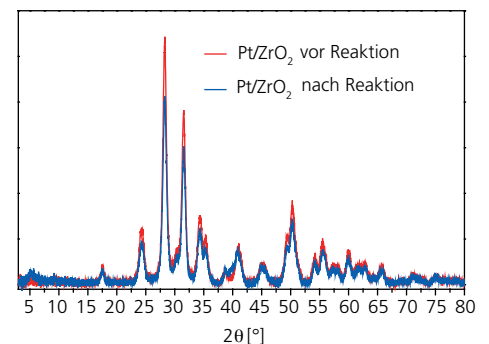
- Gaschromatographie (GC-MS, GC-FID, GC-WLD)
- Sorptionstechniken ( $N_2$ ,  $CO_2$ ,  $H_2$ , Hg, Ar,  $H_2O$ )
- Infrarot-Spektroskopie (FT-IR)
- Elektronenmikroskopie (REM, TEM)
- Thermogravimetrie (TGA)
- Kalorimetrie (DSC)
- Gel-Permeations-Chromatographie (GPC)
- Röntgendiffraktion (XRD)

1 TEM-Bild eines hochporösen, mittels HTC hergestellten Biomasse-basierten Katalysatorträgers.

2 Kontinuierlicher Reaktor im Ölbad mit 150 g Katalysatorschüttung.



3 Mit einem Katalysatorscreening zur Reformierung von z. B. Modellkomponenten für Lignin-Monomere können optimale Downstream-Prozesse entwickelt werden.



4 Ein Röntgendiffraktogramm (XRD) gibt Aufschluss über Umwandlungsprozesse des Trägers oder der aktiven Komponente.