

Pyrolyseausstattung der Abt. Thermische Prozesstechnik

Zur thermischen Herstellung von Produkten, welche keinen Sauerstoff vertragen, für die Gewinnung heizwertreicher Gase, kohlenstoffreicher Kokse oder ölhaltiger Kondensate ist die Pyrolyse vom Prinzip her das geeignete Verfahren. Schwierig wird es oft durch die Erscheinung, dass durch das thermische Cracken fester Stoffe Zwischenprodukte entstehen, welche instabil sind, weshalb sie weiterreagieren möchten.

Zur Entwicklung neuer Herstellungsverfahren kann es daher ratsam sein, erst einmal Versuche im kleinen Maßstab durchzuführen, um den Prozess zu verstehen, Probleme zu erkennen und Lösungen auszuarbeiten. Daher baute die CUTEC in den letzten Jahren eine Ausstattung auf, welche von ersten Tastversuchen im Gramm-Maßstab bis zum kontinuierlichen Betrieb in der Größenordnung kg/h über $24 h/Tag$ F&E-Leistungen anbieten kann. Die Apparate sind im Folgenden beschrieben.

1. Drehrohreinsatz im Quarzrohr

Für den Batchbetrieb mit wenigen Gramm oder Milligramm dient ein kleines, verschleißbares Metalldrehrohr, welches sich in einem Quarzrohr befindet (s. **Bild 1**). Es wird durch einen Motor angetrieben. Durch Spülung des Quarzrohres mit Gas aus Flaschen ist eine beliebige Atmosphäre einstellbar.

Das Produktgas aus dem Rohr wird abgezogen, um einen Druckaufbau zu vermeiden.

Gedacht ist die Anlage für erste Tastversuche.



Bild 1: Drehrohreinsatz im Quarzrohr

2. Labor-Röhrenofen mit Quarzrohr

Ohne drehendes Rohr, dafür mit einem größeren Probenhalter, arbeitet der Labor-Röhrenofen mit Quarzrohr (s. **Bild 2+3**). Es können mehrere Materialien unabhängig voneinander eingebracht werden. Er ist ebenfalls für den Batchbetrieb gedacht. Die Atmosphäre ist durch Spülung des Quarzrohres wieder einstellbar.

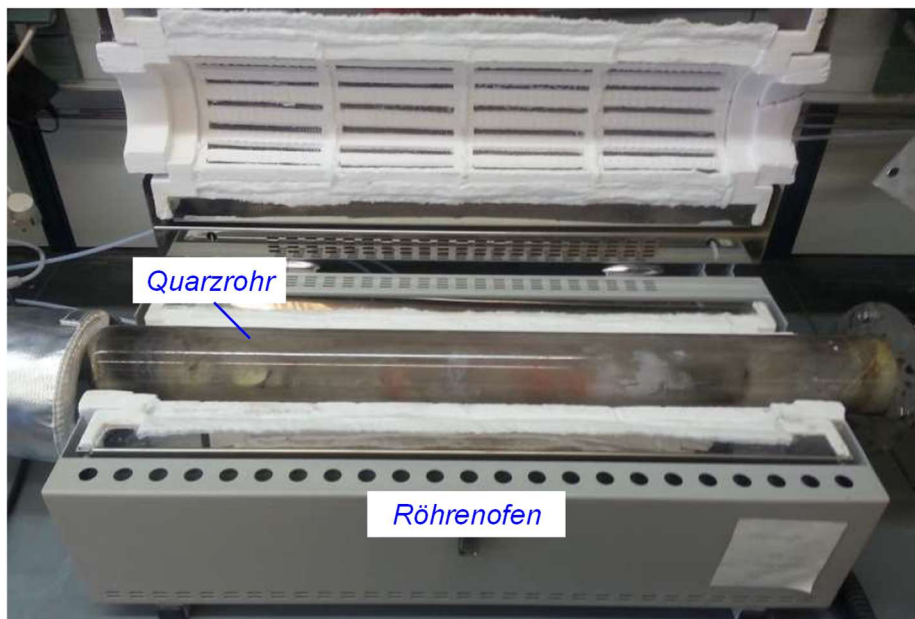


Bild 2: Labor-Röhrenofen mit Quarzrohr und eingesetztem Probenhalter



Bild 3: Probenhalter

Für weitere Batchöfen, welche unter reduzierenden Bedingungen arbeiten können, wird auf die Beschreibung des **Ofenlabors**, welche ebenfalls auf dieser Homepageseite zu finden ist, verwiesen.

3. Pyrolysedrehrohr Labormaßstab

Für den kontinuierlichen Betrieb über mehrere Stunden mit Materialein- und -austrag ist das Labor-Drehrohr gedacht (s. **Bild 4**). Es besteht aus einem leeren Stahlrohr, welches von außen über Wendel elektrisch beheizt wird. Zu pyrolysierende Stoffe werden händisch über einen kleinen Trichter mit angeschlossener Schnecke dem Rohr zugeführt. Der Koks fällt in temperaturbeständige Stahlgefäße; das Produktgas wird über eine teilweise begleitbeheizte Abgasstrecke einer Nachbrennkammer zugeführt. Probennahme zur Feststellung der Gaszusammensetzung ist möglich.

Der technisch mögliche Durchsatz hängt stark von der Dichte und Förderfähigkeit des Materials ab. Es sollte eine maximale Kantenlänge von 1,0 cm eingehalten werden.

Das Eintragsmaterial muss stichfest und rieselfähig sein. Der Staubgehalt darf nicht über 1 Ma-% liegen.

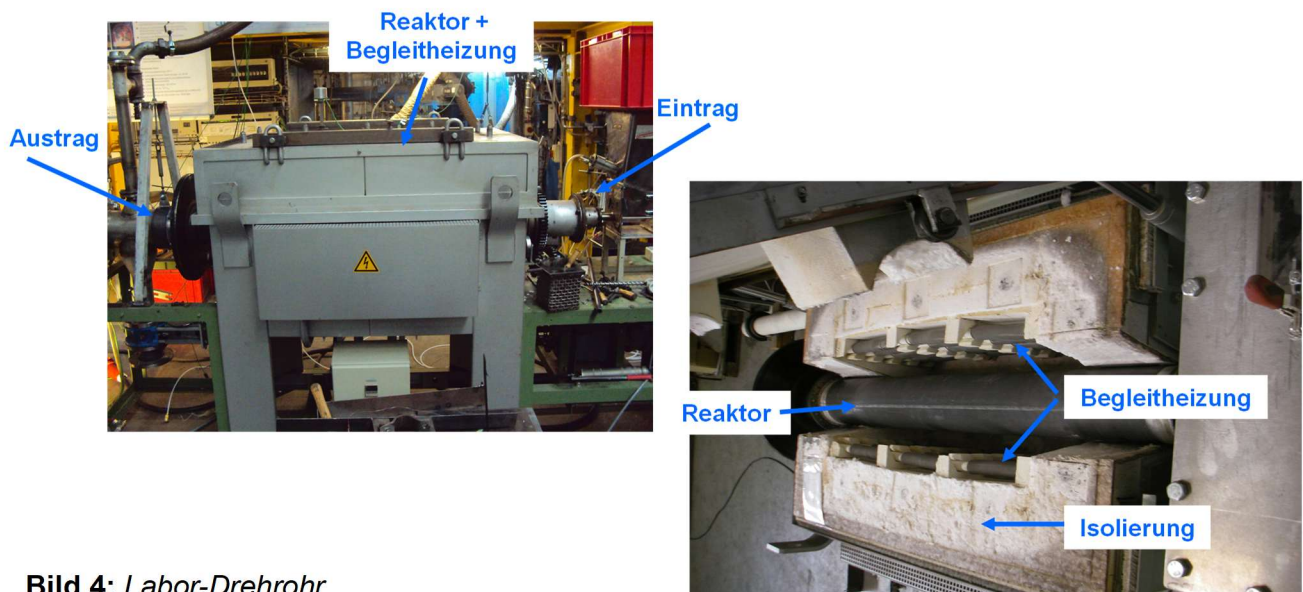


Bild 4: Labor-Drehrohr

Technische Daten:

- Heizleistung_{elektr.}: 27 kW
- Durchsatz: bis zu 1 kg/h
- Maximaltemperatur: 850 °C
- Rohr – Ø (innen) : 12 cm
- Rohrlänge (ges.): 1,7 m
- Rohrlänge (beheizt): 1,3 m

4. Pyrolysedrehrohr Technikumsmaßstab

Für die Herstellung größerer Koks- und/oder Ölmengen sowie der Sammlung verfahrenstechnischer Daten für die Konzipierung kommerzieller Anlagen ist das große Pyrolysedrehrohr gedacht (s. **Bild 5**).

Es besteht aus einem leeren Stahlrohr, welches über vier unabhängig voneinander regelbare Zonen elektrisch beheizt werden kann. Bei Bedarf kann eine Mischeinrichtung eingebaut werden.

Der Einsatzstoff wird zunächst aus den Transportgefäßen (Fässer, Säcke, BigBags) in einen ca. 1 m³ fassenden Vorratsbunker mit Schubbodenaustrag überführt, welcher auf 4 Wägezellen steht. Hieraus werden über eine lichtschrakenüberwachte Steuerung Portionen von 2-3 Liter entnommen und durch eine Doppelpendelklappenschleuse und eine kleine Zwischenspeicherkammer der wassergekühlten Eintragsschnecke zugeführt, welche den Einsatzstoff kontinuierlich in den Reaktor fördert. Zur Vermeidung von Lufteintritt wird mit Stickstoff an mehreren Stellen

gespült. Auch die im Porenraum des Einsatzgutes eingeschlossene Luft kann bei Bedarf mit Stickstoffspülungen weitgehend entfernt werden.

Über eine kleine Dosierschnecke mit eigenem Vorratsgefäß können feinkörnige Additive definiert zum Einsatzstoff hinzugegeben werden.



Bild 5: Foto des Technikums-Drehrohres

Das Einsatzgut sollte körnig und rieselfähig sein, wobei eine Kantenlänge bis zu 20 mm erlaubt ist. Der maximal mögliche Durchsatz hängt von der Dichte ab. So ist bei Biomassen in Pelletform mit einem Wert von ca. 25 kg/h zu rechnen, bei Mineralien kann es bis zu 100 kg/h gehen.

Die Verweilzeit des Kokes kann über die Neigung sowie die Drehzahl des Rohres eingestellt werden. Sie liegt i.d.R. bei 20 bis 40 min. Der Koks wird in stickstoffgespülten 200 l-Stahlfässern gesammelt.

Über eine Probennahmeapparatur kann aus der letzten Zone Rohgas gezogen werden. Öle und Wasser werden in einer Kühlfalle kondensiert und das Permanentgas in Beuteln aufgefangen (s. **Bild 6**). Der Hauptstrom des Rohgases wird i.d.R. in einer Nachbrennkammer verbrannt und anschließend einer Abgasreinigung zugeführt. Auf besonderen Wunsch ist es möglich, einen Zyklon zur Entstaub und eine Vollkondensation für Wasser und Öle zwischenzuschalten. Letztere besteht aus einer Quenche und einem Rohrbündel-Wärmetauscher als Kondensator.

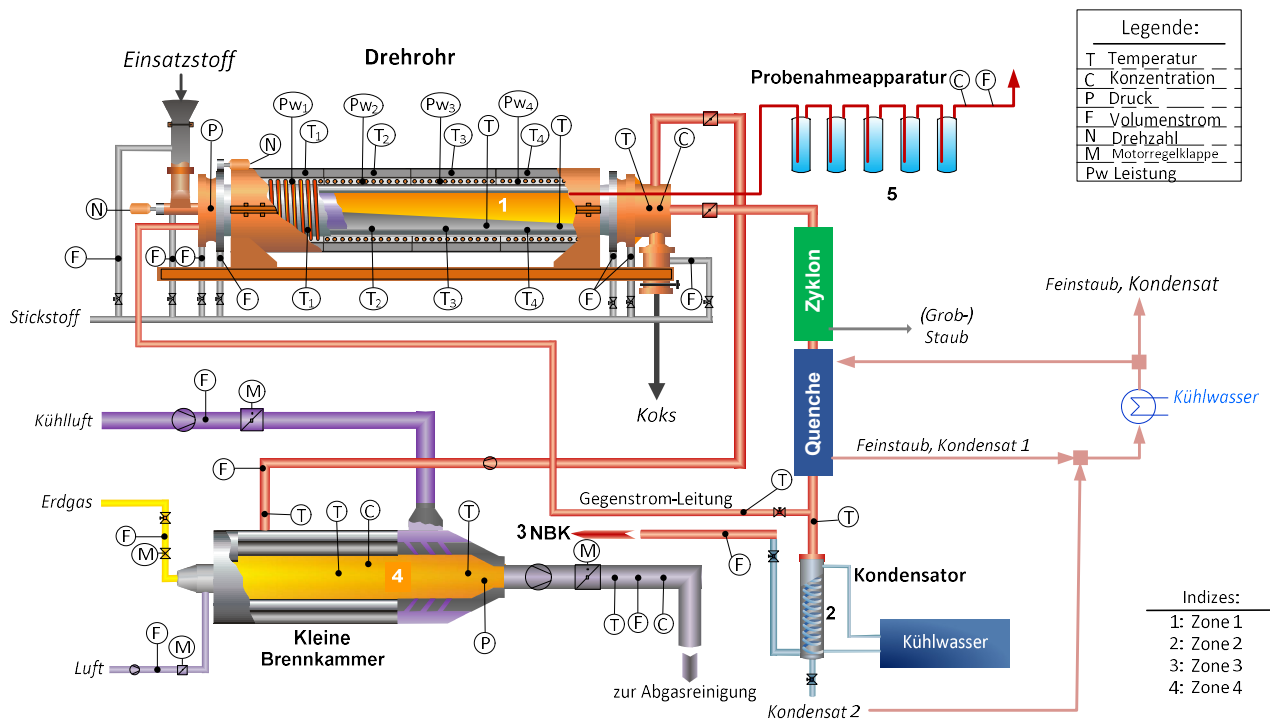


Bild 6: Apparate-Grundfließbild des Technikums-Drehrohres

Technische Daten:

- Heizleistung_{elektr.}: 40 kW
- Zahl der Heizonen: 4
- Durchsatz: bis zu 100 kg/h
- Maximaltemperatur: 900 °C
- Rohr – Ø (innen) : 30 cm
- Rohrlänge (ges.): 5,8 m
- Rohrlänge (beheizt): 3,6 m

Ansprechpartner

Dr.-Ing. Stefan Vodegel

- Abt. Thermische Prozesstechnik -

Tel.: +49 5323 72-6122

email: stefan.vodegel@tu-clausthal.de