

INSTITUT FÜR APPARATE- UND UMWELTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg
Tel. +49 (0)391 67 18573, Fax +49 (0)391 67 12129
iaut@vst.uni-magdeburg.de

1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Ulrich Hauptmanns (geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Lothar Mörl
Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Köser
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marcus Marx
Christine Bohnet (beratend)

2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Ulrich Hauptmanns
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Lothar Mörl
Prof. Dr.-Ing. habil. Heinz Köser
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Marcus Marx
Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Peter Käferstein
Doz. i. R. Dr.-Ing. Gerhard Krüger

3. Forschungsprofil

1. Einsatz von verschiedenen Brennstoffen in Wirbelschichten zur Vergasung und zur emissionsarmen Verbrennung in Kooperation mit dem Fraunhofer-Institut IFF Magdeburg
 - Untersuchung des Abbrand- und Emissionsverhaltens von festen Brennstoffen in Wirbelschichtfeuerungen
 - Untersuchung der Verbrennungsbedingungen, wie Brennkammertemperatur, Luftverhältnis und Luftführung, Additivzugabe und Optimierung aus verbrennungs- und emissionstechnischer Sicht
 - Schadstoffbildungsmechanismen, insbesondere die NO_x-Bildung
 - Wirbelschichtvergasung von biogenen Brenn- und Abfallstoffen zur Erzeugung eines in Gasmotoren nutzbaren Brenngases
 - Wirtschaftlichkeit der energetischen Nutzung von Biomassen
2. Minimierung der NO_x-Emissionen von gasbefeuerten Heizkesseln und thermisch hochbelasteten Feuerräumen
 - Entwicklung NO_x-armer Gasbrenner (Patent: COSTAIR-Brenner)
 - Optimierung von Brenner-Feuerraum-Geometrien durch Computersimulationen mittels 3-D-Komplexmodellen (FLUENT, PHOENICS)
 - Verbesserung der Verbrennungs-, Wärmeübertragungs- und NO-Bildungs-Modellierung
3. Experimentelle und theoretische Untersuchungen zur Wirbelschichtbehandlung (Trocknen, Granulieren, Agglomerieren, Coating, Rösten) von feststoffhaltigen Flüssigkeiten und körnigen Substanzen im Luft- und Heißdampfstrom
 - Nutzung von DEM-Simulationen zur Analyse der Fluidodynamik bei gleichzeitiger Granulation in einer blasenbildenden Wirbelschicht
 - Nutzung von DEM-Simulationen zur Analyse der Fluidodynamik in der Strahlschicht
 - Einsatz von faseroptischen Messverfahren in Wirbelschichten

- Nichtlineare Dynamik der kontinuierlichen Wirbelschicht-Bindestrich-Sprühgranulation
 - Regelungskonzepte für kontinuierliche Wirbelschicht-Sprühgranulationsanlagen
 - Deformations- und Bruchverhalten von kugelförmigen Granulaten bei Druck- und Stossbeanspruchung: Experiment und DEM-Simulation
 - Modellierung der Temperatur- und Konzentrationsfelder sowie die Aufstellung von Populationsbilanzen in flüssigkeitsbedühten Wirbelschichten an Versuchsanlagen DN 1500, 400 und 200
 - Modellierung diskontinuierlich ablaufender Prozesse in der Wirbelschicht (Aufheizen, Rösten, Kühlen, Trocknen) mit dem Fluidisierungsmedium Heißdampf und Luft
 - Modellierung des Prozesses der SO₂-Absorption in der Wirbelschicht und die experimentelle Verifizierung an der WS-Anlage DN 400
 - Modellierung des Zerfallsverhaltens von Partikeln in Wirbelschichten
 - Entwicklung neuer Strahlschichtapparaturen
 - Wirbelschicht-Verfahren zur schonenden Gewinnung pflanzlicher Wirkstoffe durch Anwendung tiefer Temperaturen
 - Untersuchungen zur Adsorption für die Trocknung temperaturempfindlicher Produkte (auch unter Vakuum)
 - Wirbelschicht-Extraktion von ätherischen und fetten Ölen
 - Experimentelle Untersuchung von membrangestützten Wirbelschicht-Reaktoren mit Katalysatoren
 - Untersuchung von Prozessen der Kaffeeröstung, -kandierung und -kühlung in der Wirbelschicht hinsichtlich Emissionen und Anlagenoptimierung
 - Durchführung von experimentellen Untersuchungen zur Trocknung, Granulation, Agglomeration und zum Coating im Industriauftrag
 - Entwicklung neuer Trocknungsverfahren mit interner Kälteerzeugung
4. Instrumentelle Schadstoffanalytik und Emissionsmesstechnik
5. Anlagensicherheit
- Unsicherheiten bei Ingenieurberechnungen
 - Entwicklung von Verfahren zur Beurteilung von Sicherheitsmanagement und -kultur
 - Probabilistische Methoden der Sicherheitsanalyse
 - Störfallfrüherkennung
 - Schnittstelle Mensch/Maschine
 - Experimentelle Ermittlung von Sicherheitskenndaten
 - Versorgungs- und Handhabungssicherheit dezentraler Elektroversorgungssysteme
 - Modellierung von Explosionen
 - Früherkennung von CO-Spitzen in Abgasen
 - Theoretische und experimentelle Arbeiten zur passiven Sicherheit

4. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Ulrich Hauptmanns

Projektbearbeiter: Sascha Grünbeck

Förderer: Bund; 01.07.2006 - 28.02.2010

Früherkennung sich anbahnender Störungen zur Unterstützung von Kraftwerksoperatoren und als Beitrag zur Sicherheit

Die Entwicklung einer Vorgehensweise zur frühzeitigen Entdeckung sich anbahnender Störungen soll die Operateure eines Kernkraftwerkes unterstützen, sicherheitsrelevante Vorgängen so rechtzeitig zu erkennen, dass Anforderungen der Sicherheitssysteme, die bei weiterem ungehinderten Verlauf erfolgen würden, nicht notwendig sind. Damit wird ein wirkungsvoller Beitrag zur Sicherheit des Reaktorbetriebs geleistet, da ja die erwartete Häufigkeit eines Störfalls das Produkt der erwarteten Häufigkeit für den Eintritt auslösender Ereignisse und der Wahrscheinlichkeit für das Versagen der entsprechenden Barrieren ist. Im vorliegenden Fall ist es Ziel, die erwartete Eintrittshäufigkeit auslösender Ereignisse zu vermindern. Dadurch wird ein wesentlicher Beitrag zur Erhöhung der Sicherheit geleistet. Arbeitsziele des Vorhabens sind u. a.: Ermittlung von Signalmustern, die für die Früherkennung geeignet sind Identifizierung einer

Methode, welche die Auswertung von Signalmustern ermöglicht Entwicklung eines Rechnerprogramms zur Früherkennung Überprüfung der Tauglichkeit der Methode für die Praxis Die Arbeitsschwerpunkte liegen dabei zum einen in der technischen Analyse des Systems, um die signifikanten Signalmuster der Fehler herauszuarbeiten und zum anderen in der programmtechnischen Umsetzung der Mustererkennung sowie der Visualisierung für das Kraftwerkspersonal.

Projektleiter: Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Doz. Dr.-Ing. Gerhard Krüger

Kooperationen: Glatt Ingenieurtechnik Weimar GmbH

Förderer: Industrie; 01.12.2007 - 30.05.2010

Mehrstufige Inertstrahlschicht

Das Forschungsprojekt beschäftigt sich mit der Untersuchung von mehrstufigen Strahl- und Wirbelschichten, in denen sehr kleine Partikel thermischen Belastungen unterzogen werden, wobei die Partikel mehrere Stufen durchlaufen, in denen ihnen neben mechanischer Energie auch thermisch Energie zugeführt werden kann. Dazu wird am Institut für Apparate- und Umwelttechnik eine halbtechnische Versuchsanlage zur Strahlschicht- und Wirbelschichttechnik, die mit entsprechender moderner Mess- und Regelungstechnik ausgerüstet ist konzipiert, aufgebaut und in Betrieb genommen. Die Untersuchungen sollen zur theoretischen Durchdringung des Prozesses und zur Schaffung von Berechnungsgrundlagen für mehrstufige Strahlschichtenanlagen dienen.

Projektleiter: Prof. Dr. Heinz Köser

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Sven Weißbach

Förderer: Sonstige; 15.11.2009 - 15.03.2010

Investigation on the suppression of the mercury vapour release during the treatment of FGD-wastewater

Sobald der pH von Kalk/Kalkstein REA-Suspensionen oder -Abwässern auf Werte größer 7 angehoben wird, beobachtet man einen deutlichen Anstieg des Quecksilberdampfdrucks. Infolge von Reduktionsvorgängen an den Feststoffen wird elementares Quecksilber freigesetzt. Bei der Aufbereitung der Abwässer aus REA-Anlagen wird der pH-Wert routinemäßig auf Werte von 8 bis 9 angehoben um eine weitgehende Fällung der Schwermetallhydroxide zu erzielen. Dabei treten erhebliche Quecksilberfreisetzungen in die umgebende Atmosphäre auf. Ziel der vorliegenden Untersuchungen war es, Bedingungen zu finden, unter denen diese Freisetzungen im alkalischen Bereich unterbunden werden. Dafür sollte das schwefelhaltige Schwermetallfällungsmittel TMT dem behandelnden Abwasser vor Anhebung des pH Wertes zugegeben und das Quecksilber in die schwerlösliche Hg-TMT Verbindungen überführt werden, der vermutlich eine höhere Redoxstabilität als dem gelösten Quecksilber zukommt.

Projektleiter: Prof. Dr. Heinz Köser

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Kathrina Zeng

Förderer: Sonstige; 20.07.2009 - 27.03.2010

Mercury oxidation activity of used SCR-DeNOx catalysts of a coal-fired power plant

The Hg-oxidation activity of catalyst samples from the four levels of a SCR-DeNOx plant operated in a coal-fired power plant was to be determined. The activity was to be evaluated under DeNOx-inactive operation condition (NH₃/NO =0) in the absence and presence of SO₂ and under DeNOx-active condition (NH₃/NO =0.9) in the absence of SO₂. The activity data are part of the catalyst management strategy of the DeNOx plant for the next two operation years.

Projektleiter: Prof. Dr. Heinz Köser

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Jan Schütze

Förderer: Industrie; 19.08.2010 - 01.04.2011

Minderung von Quecksilberemissionen in Feuerungsabgasen eines Kraftwerkes

In einem Kraftwerk sollen in betriebsnahen Untersuchungen die Quecksilber-Emissionen gesenkt werden.

Folgende Verfahrensparameter werden mit dieser Zielrichtung optimiert:

- Redox-Potential der nassen Rauchgasentschwefelungsanlage (REA)

- pH-Wert der REA
- Dosierung von schwefelhaltigen quecksilberspezifischen Verbindungen zur REA
- Dosierung von quecksilberspezifischen Adsorbentien zur REA
- Zugabe von Adsorbentien zum Abgas für Elektrofilter
- Selektive Ausschleusung des Quecksilbers aus dem REA-Waschsuspensionskreislauf

Projektleiter: Prof. Dr. Heinz Köser

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Daniel Kunth

Förderer: Sonstige; 01.02.2009 - 20.04.2010

Optimierung der Quecksilberabscheidung in einer Klärschlammverbrennungsanlage

Es sind Betriebsversuche durchzuführen mit dem Ziel, die Quecksilberabscheidung in einem $\text{Ca}(\text{OH})_2$ Wäscher zu erhöhen, sodass die gesetzlichen Überwachungswerte sicher eingehalten werden können.

Dazu wird die Oxidation des Quecksilbers durch feuerungsseitige Massnahmen erhöht und die Abscheidung im Wäscher durch Zugabe von Additiven erhöht. Zudem wird ein neuartige kontinuierlicher Monitor für die Bestimmung des Hg-Gesamthgehaltes im Rohgas erprobt.

Projektleiter: Prof. Dr. Heinz Köser

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Sebastian Hopf

Förderer: Industrie; 15.06.2010 - 15.06.2011

Optimierung der Quecksilberabscheidung in einer Klärschlammverbrennungsanlage

In Pilot-Untersuchungen ist eine günstige Verfahrenstechnik zur adsorptiven Minderung der Quecksilberemissionen einer Klärschlamm-Verbrennungsanlage zu entwickeln.

Schwerpunkt der Arbeiten ist das Flugstromverfahren mit den Einflußgrößen:

- Art des Adsorbens
- Betriebstemperatur
- Verteilung des Adsorbens im Abgasstrom
- Abscheidung der Quecksilberspezies
- Einfluß des SO_3 - und Staub-Gehaltes des zu reinigenden Abgases
- Abscheidung im vorhandenen Elektrofilter
- Abstimmung der Quecksilberabscheidung von Flugstromverfahren und nachgeschaltetem Wäscher

Projektleiter: Prof. Dr. Heinz Köser

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Katharian Zeng

Förderer: Industrie; 08.08.2010 - 15.04.2011

Quecksilberoxidationsaktivität von neuartigen SCR-DeNO_x-Katalysatoren

Von SCR-DeNO_x Katalysatoren in Kraftwerken wird heute ebenfalls eine hohe Aktivität zur Oxidation von elementarem Quecksilber in Abgasen gefordert.

Ziel des Projektes ist es, die Quecksilber-Oxidationsaktivität eines neuartigen Katalysators unter Modellbedingungen zu ermitteln, die die typischen Betriebsbedingungen in Rohgasen von kohlegefeuerten Kraftwerken abdecken.

Projektleiter: Dipl.-Ing. Antje Stresing

Projektbearbeiter: Köhler, Mörl, Jacob

Förderer: Bund; 01.11.2010 - 31.01.2012

INWiTherm Induktiv beheizte Wirbelschichten zur energieeffizienten thermischen Behandlung von feindispersen Stoffsysteme

Ziel des Projektes ist eine neue Technologie für die hoch effiziente Erwärmung von elektrisch beheizten Wirbelschichten zu entwickeln. Dahinter steht die Idee, elektrisch leitfähige aber chemisch inerte Partikel in die Wirbelschicht einzubringen und gemeinsam mit dem zu behandelnden Substrat zu fluidisieren. Über einen anlagenintegrierten Induktor soll die Wirbelschicht mit einem elektro-magnetischen Wechselfeld beaufschlagt werden, was zur induktiven Erwärmung dieser Inertkörper führt. Diese geben nun aus dem Inneren der Wirbelschicht heraus ihre Wärme über eine insgesamt sehr große Oberfläche an das Substrat ab, wodurch eine sehr hohe Energiedichte und im Ergebnis hoch effiziente Wärmeübertragung erreicht werden kann.

Projektleiter: Dipl.-Ing. Antje Stresing

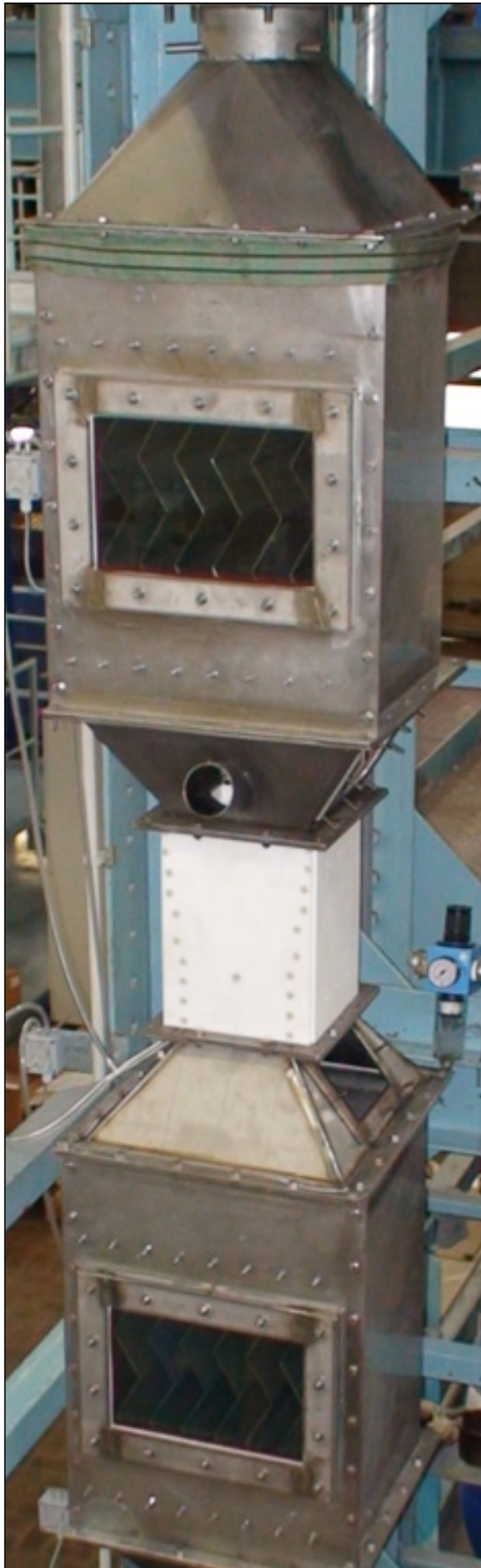
Projektbearbeiter: Mörl, Krüger, Jacob

Förderer: BMWi/AIF; 01.05.2008 - 31.05.2010

Mehrstufige thermische Behandlung von feindispersen Stoffen in fluidisierten Inertkörperschichten

Ziel dieses Projektes ist der Aufbau einer Apparatur, in der über einen mehrstufigen Bandlungsprozess gezielt Stoffeigenschaften erzeugt werden können.

Das zu behandelnde Produkt kann unterhalb der Strahlschicht in den Fluidisationsgasstrom aufgegeben werden und gelangt durch die Schlitze der Strahlschicht in den Prozessraum. Durch in der Strahlschicht vorhandenen Inertpartikel wird eine mechanische Beanspruchung des Aufgabegutes erreicht. Der sich der Strahlschicht anschließende Zickzacksichter hält Produktpartikel zurück die eine bestimmte Korngröße überschreiten zurück. Ist das Produkt klein genug um den Sichter zu passieren gelangt es in die zweite Strahlschicht. In dieser Stufe werden metallische Inertpartikel verwendet. Diese können das Produkt mechanisch und auch thermisch beanspruchen. Die thermische Behandlung wird durch eine die Strahlschicht umgebende Spule realisiert. Die Spule erzeugt ein hochfrequentes Magnetfeld, welches auf den Inertpartikeln Wärme erzeugt. Diese Art des Energieeintrags hat ein sehr schnelles Antwortverhalten und ist in der Lage, hohe Energiedichten bereit zu stellen. An diese Stufe schließt sich ebenfalls ein Sichter an, der nur Partikel unterhalb einer bestimmten Korngröße passieren lässt. Das Endprodukt wird in einem sich anschließenden Zyklon ausgetragen.



Zweistufige Strahlschichtapparatur mit Trennung der Stufen durch ein Zickzacksichterpaket

5. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen

Magdeburger Brand- und Explosionsschutztag 2010

4. und 5. Oktober 2010

6. Veröffentlichungen

Originalartikel in begutachteten internationalen Zeitschriften

Hauptmanns, Ulrich

A decision-making framework for protecting process plants from flooding based on fault tree analysis

In: Reliability engineering & system safety. - London: Elsevier, Bd. 95.2010, 9, S. 970-980; [Link unter URL](#); 2010

[Imp.fact.: 1,379]

Leidt, Karlheinz; Pudel, Frank; Mörl, Lothar; Pudel, Syliva; Zettl, Reiner; Weigel, Klaus

Schonende Desolventisierung von Rapsextraktionsschrot in einem kontinuierlichen Wirbelschichtapparat

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 82.2010, 9, S. 1583; [Link unter URL](#); 2010

[Imp.fact.: 0,517]

Mörl, Lothar; Mohs, Günter

Bestimmung der Partikelrotation in Wirbel- und Strahlschichtanlagen

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 82.2010, 9, S. 1459-1460; [Link unter URL](#); 2010

[Imp.fact.: 0,517]

Stresing, Antje; Mörl, Lothar; Mohs, Günter; Rümpler, Karlheinz

Hydrodynamische Untersuchungen an einer mehrstufigen Strahlschicht

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl., Bd. 82.2010, 9, S. 1468; [Link unter URL](#); 2010

[Imp.fact.: 0,517]

Wissenschaftliche Monografien

Gabel, Dieter

Versorgungs- und Handhabungssicherheit autarker elektrischer Energieversorgungssysteme. - , 1. Aufl.

Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2009; Berlin: Pro Business; X, 131 S.: Ill., graph. Darst., ISBN 978-3-86805-960-1, 2010; 2010

Hauptmanns, Ulrich; Marx, Marcus

Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen. - Schriftenreihe Recht & Technik; 18; Berlin: Verl. VdTÜV, ISBN 978-3-942718-34-9, 2010; 2010

Buchbeiträge

Krell, Lothar; Caspers, Gerald; Haida, Hartmut; Behns, Wolfgang; Mörl, Lothar

Drying of renewable raw materials in superheated water vapor

In: Drying 2010; Vol. B. - Barleben-Magdeburg: Docupoint GmbH, S. 1215-1220

Kongress: IDS; 17 (Magdeburg): 2010.10.03-06; 2010

Mörl, Lothar

Heißdampf Wirbelschichtextraktion

In: Handbuch des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus; 2: Grundlagen des Arznei- und Gewürzpflanzenbaus II. - Bernburg:

Saluplanta, ISBN 978-3-935971-55-3, S. 375-384, 2010; 2010

Mörl, Lothar; Behns, Wolfgang; Haida, Hartmut; Schlüsselburg, Sabine; Henschke, Stephan; Jacob, Michael

Experimental and theoretical investigations on fluidized bed freeze drying

In: Drying 2010; Vol. A.: - Barleben-Magdeburg: Docupoint GmbH, S. 513-516

Kongress: IDS; 17 (Magdeburg): 2010.10.03-06; 2010

Stresing, Antje; Mörl, Lothar; Mohs, Günter; Krüger, Gerhard; Rümpler, Karlheinz

Investigation of a multistage spouted bed

In: Drying 2010; Vol. C.: - Barleben-Magdeburg: Docupoint GmbH, S. 2327-2331

Kongress: IDS; 17 (Magdeburg): 2010.10.03-06; 2010

Stresing, Antje; Mörl, Lothar; Mohs, Günter; Rümpler, Karlheinz

Investigation of a multistage spouted bed

In: Drying 2010; Vol. C.: - Barleben-Magdeburg: Docupoint GmbH, S. 2327-2331

Kongress: IDS; 17 (Magdeburg): 2010.10.03-06; 2010

Artikel in Fachzeitschriften der Industrie, Gesellschaften, Verbände etc.

Marx, Marcus; Saßmannshausen, Bernd; Poggenpohl, Frank Gerrit

Quantitative Bemessung von Brandrisiken unter Variation der Eingreifzeiten am Beispiel der WF Merck KGaA (Teil 1)

In: Zeitschrift für Forschung, Technik und Management im Brandschutz. - Bremen: Kortlepel Verl., Ebner, Bd. 59.2010, 4, S. 179-181;

2010

Dissertationen

Jacob, Michael

Experimentelle Untersuchung sowie Beiträge zur Modellierung von Prozessen in Wirbelschichtströmen am Beispiel der Sprühgranulation. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; [Link unter URL](#); A-H, I, 206 S.: Ill., graph. Darst.; 2010

Terrazas Velarde, Korina

Monte Carlo simulation of fluidized bed spray agglomeration. - , 1. Aufl.

Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; Göttingen: Sierke; XVII, 189 S.: Ill., graph. Darst.; 21 cm,

280 gr., ISBN 978-3-86844-275-5; 2010

Tóta, Desislava Georgieva

Verteilte Reaktandendosierung in Wirbelschichten am Beispiel der partiellen Oxidation von Ethan zu Ethylen. - Docupoint Wissenschaft

Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; Barleben: docupoint-Verl.; IX, 149 S.: graph. Darst.; 21

cm, ISBN 978-3-86912-041-6; 2010

Wang, Yan

Weiterentwicklung und Erprobung von Methoden zur Bestimmung der Strukturzuverlässigkeit passiver Komponenten. - Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2010; [Link unter URL](#); II, 109 S.: graph. Darst.; 2010