

Forschungsbericht 2005

Institut für Apparate- und Umwelttechnik



Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fakultät für Verfahrens- und Systemtechnik

Institut für Apparate- und Umwelttechnik

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. Lothar Mörl (geschäftsführender Leiter)
Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hauptmanns
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich
Christine Bohnet (beratend)

2. Hochschullehrer

Prof. Dr.-Ing. Ulrich Hauptmanns
Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h. c. Lothar Mörl
Jun.-Prof. Dr.-Ing. Stefan Heinrich
Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Peter Käferstein
Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Eberhard Stief
Prof. i. R. Dr.-Ing. habil. Klaus Hoppe
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. Analyse des dynamischen Verhaltens großer solarthermischer Anlagen mit dem Ziel der Erarbeitung von Kriterien zur Bewertung der Potentialausschöpfung mit folgenden

Schwerpunkten:

- Meßdatenvergleiche mit Solaranlagen des BMBF-Programms "Solarthermie 2000"
- Einflüsse von Warmwasserverbrauchsstrukturen auf die Solarenergienutzungsgrade
- Ermittlung von Kennzahlen zur Charakterisierung der energetischen und wirtschaftlichen Betriebsweise der Solaranlage im Langzeitverhalten über mehrere Jahre

4. Integration von Solaranlagen in dezentrale Energieversorgungssysteme

- Strukturierung von dezentralen Energieversorgungssystemen unter Einbeziehung von Anlagen zur Nutzung regenerativer Energien
- Variantenvergleiche dezentraler Energieversorgungssysteme mit unterschiedlichen regenerativen Komponenten im Zusammenwirken mit Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen
- Wirtschaftlichkeit dezentraler Energieversorgung unter dem Einfluß heutiger und künftiger Energiemarktbedingungen

5. 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 Industrieauftrag
- Entwicklung neuer Trocknungsverfahren mit interner Kälteerzeugung

6. Instrumentelle Schadstoffanalytik und Emissionsmeßtechnik

7. Anlagensicherheit

- Unsicherheiten bei Ingenieurberechnungen
- Entwicklung von Verfahren zur Beurteilung von Sicherheitsmanagement und -kultur

- Sicherheitsgerichteter Anlagenentwurf
- Probabilistische Methoden der Sicherheitsanalyse
- Störfallfrüherkennung
- Schnittstelle Mensch/Maschine
- Experimentelle Ermittlung von Sicherheitskenndaten
- Versorgungs- und Handhabungssicherheit dezentraler Elektroversorgungssysteme

4. Forschungsprojekte

Projektleiter: Prof. Dr. Ulrich Hauptmanns

Projektbearbeiter: Prof. Hauptmanns

Kooperationen: BMU

Förderer: EU; 24.04.2004 - 30.04.2007

BMU-Vorhaben zum Safety Management im Rahmen von Shape Risk

SHAPE-RISK aims at optimising the efficiency of integrated risk management in the context of the sustainable development of the European process industry. The proposal addresses sustainable waste management and hazard reduction in production, storage and manufacturing. The main deliverable of the SHAPE-RISK process will be recommendations to design future cleaner and safer industrial systems. These recommendations will be discussed and endorsed by the Industry. And finally an agenda of actions, approved by Industry, will be done.

The goal is to support life-cycle safety and minimisation of accident, pollution and emissions, from the producer of raw materials to the end-product delivered by the industrial installation. In operational terms, SHAPE-RISK aims at structuring a network with the organisations providing technical support to the Authorities in charge of the SEVESO II, IPPC and ATEX directives.

This network organised in a Co-ordination Action will interact with the other stakeholders : Industry, the Public, representatives of Communities, International Organisation and NGOs. ...

[mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Ulrich Hauptmanns

Projektbearbeiter: Alexander Bernhardt

Kooperationen: ÖSA Versicherungen Sachsen-Anhalt

Förderer: Sonstige; 01.04.2004 - 31.03.2007

Modellierung von Räumungsprozessen zur Optimierung von Fluchtmöglichkeiten aus Bauwerken

Betrachtet man Unglücke in Fußballstadien oder anderen Gebäuden, die durch eine schnelle und reibungslose Evakuierung vielleicht gelindert oder sogar vermieden werden können, macht es Sinn, sich intensiver mit Evakuierungen zu beschäftigen. Was passiert bei einer Massenflucht? Welche Faktoren, bauliche, menschliche, etc. spielen hier eine Rolle? Lässt sich ein solches System geschickt modellieren? Kann man es sogar optimieren? Lassen sich in Zukunft solche und ähnliche Unglücke vermeiden bzw. die Auswirkungen mildern? Diese und weitere Fragen werden in dieser Arbeit behandelt.

Projektleiter: Prof. Dr. Ulrich Hauptmanns
Projektbearbeiter: Prof. Hauptmanns
Kooperationen: BAM, DEMOKRITOS, INERIS, ISPEL, TNO, VITO
Förderer: EU; 22.04.2004 - 30.04.2007

SHAPE-RISK

SHAPE-RISK aims at optimising the efficiency of integrated risk management in the context of the sustainable development of the European process industry. The proposal addresses sustainable waste management and hazard reduction in production, storage and manufacturing. The main deliverable of the SHAPE-RISK process will be recommendations to design future cleaner and safer industrial systems. These recommendations will be discussed and endorsed by the Industry. And finally an agenda of actions, approved by Industry, will be done.

The goal is to support life-cycle safety and minimisation of accident, pollution and emissions, from the producer of raw materials to the end-product delivered by the industrial installation. In operational terms, SHAPE-RISK aims at structuring a network with the organisations providing technical support to the Authorities in charge of the SEVESO II, IPPC and ATEX directives. This network organised in a Co-ordination Action will interact with the other stakeholders : Industry, the Public, representatives of Communities, International Organisation and NGOs. ...

[mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Ulrich Hauptmanns
Projektbearbeiter: Dr. Ing. Marcus Marx
Kooperationen: Brandschutz- und Katastrophenschutzschule des Landes Sachsen-Anhalt, Dräger Safety AG & Co. KGaA, Inst. der Feuerwehr
Förderer: Industrie; 01.01.2003 - 31.12.2005

Studiengang "Sicherheit und Gefahrenabwehr"

Großbrand, Flut oder Flugzeugabsturz sind seltene Ereignisse. Trotzdem muß die Gesellschaft darauf vorbereitet sein. Dazu werden Szenarien entwickelt. Diese stellen denkbare alternative Zukunftsentwicklungen dar und erlauben es, Abwehrmaßnahmen und entsprechende Managementstrategien abzuleiten. Ihre Ausarbeitung erfordert die Beherrschung naturwissenschaftlicher und technischer Grundlagen sowie deren Anwendung. Hinzu kommt die besondere Berücksichtigung des Managements von Krisensituationen.

Projektleiter: Prof. Dr. Stefan Heinrich
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Desislava Ahchieva
Förderer: DFG; 01.10.2004 - 31.03.2006

Einsatz von Membranen in Wirbelschichten für die Oxidation von Kohlenwasserstoffen

In Fortführung der Arbeiten des Teilprojektes 7 soll im Rahmen der Forschergruppe die Wirbelschicht bezüglich ihres optimalen Einsatzes zur partiellen Oxidation von Kohlenwasserstoffen untersucht werden. Das Hauptaugenmerk gilt dabei der oxidativen Dehydrierung von Ethan zu Ethylen. Neben dem Einsatz einer rechteckigen Gas-Feststoff-Wirbelschicht ohne Membran soll experimentell und theoretisch vor allem untersucht werden, ob eine Dosierung der Edukte vorzugsweise von Sauerstoff über eine oder mehrere in die Wirbelschicht eingetauchte Rohrmembran(en) aus Sintermetall bzw. Al₂O₃-Kompositwerkstoff den Umsatz und die Selektivität bei der Oxidation von Kohlenwasserstoffen positiv beeinflussen. Der Wirbelschichtreaktor hat im Querschnitt eine Breite von 100 x 100 mm und

wird unter Normaldruck betrieben. ... [mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Stefan Heinrich
Projektbearbeiter: M. Sc. Jitendra Kumar
Förderer: DFG; 01.10.2003 - 30.09.2006

Populationsbilanz-Modellierung und Untersuchung der Partikelbildung bei der Wirbelschicht-Sprühgranulation

Die Wirbelschicht-Sprühgranulation wird aufgrund des intensiven Wärme-, Stoff- und Impulstransportes sowie der Verbindung von Befeuchtungs-, Trocknungs-, Partikel Aufbau-, Formgebungs-, Homogenisierungs- und Trennprozessen als kontinuierliches thermisches Verfahren für die Behandlung granularer Feststoffe eingesetzt. Flüssige Produkte, wie Lösungen, Suspensionen oder Schmelzen, werden in frei fließende, staubarme, leicht dosierbare granulare Feststoffe überführt.

In Wirbelschichten wird das Partikelwachstum von verschiedenen Mechanismen bestimmt: Granulation, Coating, Agglomeration, Abrieb und Bruch. Dieses Projekt ist konzentriert auf die Agglomeration, insbesondere die Modellierung und numerische Lösung von Populationsbilanzen partikulärer Systeme im Zusammenhang mit der Wärme- und Stoffübertragung. ... [mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Stefan Heinrich
Förderer: DFG; 01.10.2005 - 30.09.2008

Untersuchung der Bruch- und Abriebmechanismen in Wirbelschichten mit/ohne Flüssigkeitseindüsung

Die mikroskopischen Bruchmechanismen und -gesetze, die in der ersten Förderperiode am Einzelpartikel und an einer Prallapparatur mit einem verdünnten Partikelstrom geringer Konzentration untersucht wurden, sind auf die Vorgänge in trockenen sowie flüssigkeitsbedüsten Gas/Feststoff-Wirbelschichten mit einer Partikelanzahl von bis zu 1015 Partikeln mit zahlreichen und zyklisch wiederkehrenden Partikel-Partikel- sowie Partikel-Apparaturwand-Stößen bei unterschiedlichen Auftreffkräften zu erweitern. Dazu sind sowohl theoretische Modellierungs- sowie Simulationsarbeiten wie auch experimentelle Untersuchungen an bereits existierenden Wirbelschichtanlagen des Institutes im halb- und großtechnischen Maßstab (5 kg bis 500 kg) unter Variation von Betriebsparametern wie Gasgeschwindigkeit, Temperatur, Verweilzeit, Schichtmasse und Partikeldurchmesser mit den Versuchsgütern aus dem ersten Antragszeitraum (-Al₂O₃, Zeolith, Köstrolith, Natriumbenzoat) sowie zusätzlichen Materialien durchzuführen.

Projektleiter: Prof. Dr. Stefan Heinrich
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Robert Hampel
Förderer: AIF; 01.07.2004 - 30.06.2006

Wirbelschicht-Heißdampfgranulation

Die Herstellung von hochwertigen, frei fließenden, staubarmen und relativ abriebfesten Granulaten bzw. Agglomeraten durch Bedüsung einer Wirbelschicht aus körnigem Gut mit fetstoffhaltiger Flüssigkeit (Lösung, Suspension, Schmelze) im Rahmen dieses AiF-Forschungsprojektes erfolgt im Gegensatz zu der bisher hauptsächlich angewendeten Verfahrensweise der Fluidisierung mit einem Gas in diesem Thema mit überhitztem Wasserdampf, der im Kreislauf geführt wird. Durch die Kreislaufführung wird einerseits der

Sauerstoff aus dem System ausgeschlossen (Produktbeeinflussung durch Oxidation, Brand- und Explosionsgefahr) und andererseits gelangen durch die Kondensation des überschüssigen Dampfes keine schadstoff- oder geruchsbelasteten Gase in die Umwelt. Darüber hinaus kann fast die gesamte zugeführte Wärme durch die Kondensation des Überschussdampfes zurückgewonnen werden.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Desislava Ahchieva

Förderer: DFG; 01.10.2004 - 31.03.2006

Einsatz von Membranen in Wirbelschichten für die Oxidation von Kohlenwasserstoffen

In Fortführung der Arbeiten des Teilprojektes 7 soll im Rahmen der Forschergruppe die Wirbelschicht bezüglich ihres optimalen Einsatzes zur partiellen Oxidation von Kohlenwasserstoffen untersucht werden. Das Hauptaugenmerk gilt dabei der oxidativen Dehydrierung von Ethan zu Ethylen. Neben dem Einsatz einer rechteckigen Gas-Feststoff-Wirbelschicht ohne Membran soll experimentell und theoretisch vor allem untersucht werden, ob eine Dosierung der Edukte vorzugsweise von Sauerstoff über eine oder mehrere in die Wirbelschicht eingetauchte Rohrmembran(en) aus Sintermetall bzw. Al₂O₃-Kompositwerkstoff den Umsatz und die Selektivität bei der Oxidation von Kohlenwasserstoffen positiv beeinflussen. Der Wirbelschichtreaktor hat im Querschnitt eine Breite von 100 x 100 mm und wird unter Normaldruck betrieben. ... [mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Jörg Drechsler

Kooperationen: Prof. Dr.-Ing. E. Schmidt, Bergische Universität Gesamthochschule Wuppertal, Prof. Dr.-Ing. G. Gruhn, Technische Universität Hamburg-Harburg, Prof. Dr.-Ing. J. Werther, Technische Universität Hamburg-Harburg, Prof. Dr.-Ing. M. Kind, Universität Karlsruhe, Prof. Dr.-Ing. S. Ripperger, Technische Universität Dresden, Prof. Dr.-Ing. W. Peukert, Technische Universität München

Förderer: AIF; 01.05.2003 - 30.04.2005

Fließschema-Simulation von Feststoffprozessen

Es wird eine Simulationssoftware entwickelt, welche es erlaubt Modelle verschiedener verfahrenstechnischer Grundoperationen flexibel zu Anlagenmodellen zu verschalten, um das Verhalten der Gesamtanlage im stationären Zustand, in Abhängigkeit von den Parametern durch Simulation zu ermitteln. Neu dabei ist, dass das Feststoff-Partikelsystem nicht nur durch einige wenige charakteristische Parameter, sondern in seiner Gesamtheit als eigenschaftsverteilt System behandelt wird.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Frau Dr. S. Pudiel, Herr Dipl.-Ing. W. Behns, Dr.-Ing. H. Haida

Kooperationen: Agrargenossenschaft Calbe (Saale) e. G, Dr. Weigel Anlagenbau GmbH Magdeburg, Lehrstuhl für Mechanische Verfahrenstechnik des Instituts für Verfahrenstechnik der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, NOWUS Automatisierungstechnik GmbH Magdeburg

Förderer: Bund; 01.05.2005 - 30.09.2006

InnoRegio REPHYNA-Verbundprojekt: Behandlung von Sprossen und/oder Keimlingen und anderen pflanzlichen Produkten zur Erzeugung von vermarktungsfähigen Trockenprodukten für Nahrungsergänzungsmittel

Auf der Grundlage der im REPHYNA-Vorläufer-Projekt FKZ 03I3919 erreichten Ergebnisse werden die Verfahrensparameter einschließlich der Vorbehandlung für unterschiedliche Sprossen unter Beachtung der Qualitätsparameter optimiert. Der Verfahrensablauf soll für verschiedene pflanzliche Materialien in Abhängigkeit von der Stabilität der Inhaltsstoffe variierbar sein. Untersucht wird, ob die Verwendung eines Inertgases als Fluidisierungs- und Trocknungsmedium vorteilhaft ist. Das Konzept einer technischen Trocknungsanlage wird nach den neuen Erkenntnissen angepasst und ergänzt.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. C. Behns, Dipl.-Ing. W. Behns, Dr.-Ing. H. Haida, Dipl.-Ing. (FH) S. Schlüsselburg

Kooperationen: Agrargenossenschaft Calbe (Saale) e. G, Dr. Weigel Anlagenbau GmbH Magdeburg, Landesanstalt für Landwirtschaft und Gartenbau (LLG) Bernburg, Metall-Elektro-Bau Service GmbH (MEB) Magdeburg

Förderer: Bund; 01.07.2002 - 30.06.2005

InnoRegio RePHYNA-Verbundprojekt: Gewinnung von ätherischen und fetten Ölen aus heimischen Gewürz- und Ölpflanzen, TP1

Das Vorhaben verfolgt das Ziel, ein Verfahren zur Gewinnung der in Samen, Blättern und Blüten heimischer Gewürz- und Ölpflanzen enthaltenen ätherischen und fetten Öle zu entwickeln. Die Heißdampf-Wirbelschicht-Extraktion ist ein geeignetes Verfahren zur Gewinnung der ätherischen Öle. Im Zusammenhang mit der Festlegung optimaler Verfahrensparameter der Heißdampf-Wirbelschicht-Extraktion sind Grundlagenuntersuchungen erforderlich zur Aufbereitung des Pflanzenmaterials (Zerkleinerung, Konditionierung). An Hand der experimentellen Ergebnisse wird ein mathematisches Modell der verfahrenstechnischen Prozesse aufgestellt. Zugleich wird eine technische Anlage konzipiert.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Dr.-Ing. Karl-Heinz Leidt, Dipl.-Ing. W. Behns, Dr.-Ing. H. Haida

Kooperationen: Agrargenossenschaft e. G. Calbe/Saale, Bundesanstalt für Züchtungsforschung an Kulturpflanzen Quedlinburg, Institut für Pflanzenanalytik (BAZ), Institut für Pflanzengenetik und Kulturpflanzenforschung Gatersleben (IPK), Metall-Elektro-Bau Service GmbH Magdeburg (MEB)

Förderer: Bund; 01.08.2004 - 31.07.2006

InnoRegio REPHYNA-Verbundprojekt: Neuartige Allium-Extrakte für Verwendungen im Lebensmittel- und Gesundheitsmittelbereich, TP 4

Mit theoretischen und experimentellen Untersuchungen wird eine verfahrenstechnische Lösung für die Aufarbeitung des frischen Pflanzenmaterials sowie für die Gewinnung und Konzentrierung der Wirkstoffe aus dem Pflanzenmaterial entwickelt und optimiert. Dazu wird neben der herkömmlichen Wasserdampfextraktion die Flüssig-Flüssig-Extraktion auch unter Einbeziehung von Resonanzschwingungen betrachtet.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl
Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. C. Behns, Dipl.-Ing. W. Behns, Dr.-Ing. H. Haida, Dipl.-Ing. (FH) S. Schlüsselburg
Kooperationen: Metall-Elektro-Bau Service GmbH (MEB) Magdeburg, Wehling Anlagen- & Maschinenbau Oschersleben
Förderer: Bund; 01.07.2005 - 31.08.2006

InnoRegio Rephyrna-Verbundprojekt: Verfahren zur Gewinnung von ätherischen Ölen aus heimischen Gewürz- und Ölpflanzen, TP 1

Ausgehend von den Ergebnissen des Vorprojektes sollen das Verfahren der Heißdampf-Wirbelschicht-Extraktion und das Konzept der technischen Anlage weiter qualifiziert werden. Schwerpunkte der Arbeit sind der Einfluss der Vorbehandlung auf die Extraktion, die weitere Optimierung der Verfahrensparameter, die Abtrennung des ätherischen Öles vom Kondensat, die Validierung des mathematischen Modells des Prozesses sowie die Untersuchung von Nutzungsmöglichkeiten des Extraktionsrückstandes.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl
Projektbearbeiter: M. Sc. Jitendra Kumar
Förderer: DFG; 01.10.2003 - 30.09.2006

Populationsbilanz-Modellierung und Untersuchung der Partikelbildung bei der Wirbelschicht-Sprühgranulation

Die Wirbelschicht-Sprühgranulation wird aufgrund des intensiven Wärme-, Stoff- und Impulstransportes sowie der Verbindung von Befeuchtungs-, Trocknungs-, Partikel Aufbau-, Formgebungs-, Homogenisierungs- und Trennprozessen als kontinuierliches thermisches Verfahren für die Behandlung granularer Feststoffe eingesetzt. Flüssige Produkte, wie Lösungen, Suspensionen oder Schmelzen, werden in frei fließende, staubarme, leicht dosierbare granulare Feststoffe überführt.

In Wirbelschichten wird das Partikelwachstum von verschiedenen Mechanismen bestimmt: Granulation, Coating, Agglomeration, Abrieb und Bruch. Dieses Projekt ist konzentriert auf die Agglomeration, insbesondere die Modellierung und numerische Lösung von Populationsbilanzen partikulärer Systeme im Zusammenhang mit der Wärme- und Stoffübertragung. ... [mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl
Förderer: DFG; 01.10.2005 - 30.09.2008

Untersuchung der Bruch- und Abriebmechanismen in Wirbelschichten mit/ohne Flüssigkeitseindüsung

Die mikroskopischen Bruchmechanismen und -gesetze, die in der ersten Förderperiode am Einzelpartikel und an einer Prallapparatur mit einem verdünnten Partikelstrom geringer Konzentration untersucht wurden, sind auf die Vorgänge in trockenen sowie flüssigkeitsbedühten Gas/Feststoff-Wirbelschichten mit einer Partikelanzahl von bis zu 1015 Partikeln mit zahlreichen und zyklisch wiederkehrenden Partikel-Partikel- sowie Partikel-Apparaturewand-Stößen bei unterschiedlichen Auftreffkräften zu erweitern. Dazu sind sowohl theoretische Modellierungs- sowie Simulationsarbeiten wie auch experimentelle Untersuchungen an bereits existierenden Wirbelschichtanlagen des Institutes im halb- und großtechnischen Maßstab (5 kg bis 500 kg) unter Variation von Betriebsparametern wie

Gasgeschwindigkeit, Temperatur, Verweilzeit, Schichtmasse und Partikeldurchmesser mit den Versuchsgütern aus dem ersten Antragszeitraum ($-Al_2O_3$, Zeolith, Köstrolith, Natriumbenzoat) sowie zusätzlichen Materialien durchzuführen.

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Förderer: DFG; 01.10.2005 - 30.09.2008

Untersuchung der mechanischen Stabilität von mehrschichtigen nachgiebigen Partikeln in Wirbelschichten

Es sollen die Mikro-Makro-Übergänge der mechanischen Beanspruchung mehrschichtig ummantelter Partikel unter Berücksichtigung der Diffusions-, Trocknungs- und Reaktionsvorgänge untersucht, modelliert und numerisch simuliert werden, die in Wirbelschichten vorzugsweise zur Katalyse sowie zur Adsorption und Desorption eingesetzt werden. Insbesondere ist der Einfluss des Herstellungsprozesses durch Granulation, Agglomeration und Coating und damit des Partikelbaus (Porosität, Dichte, Schichtdicke, Fehlstellenverteilung) auf die mechanische Stabilität zu analysieren. Bezüglich der Verknüpfung mit Populationsbilanzen sind Bruchfunktionen bzw. Abriebwahrscheinlichkeiten (-koeffizienten) ableitbar. Dazu sind selektiv trennende Adsorber für Gasphasenreaktionen oder imprägnierte (VOx/ $-Al_2O_3$) bzw. ... [mehr](#)

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Prof. Dr. L. Mörl

Förderer: AIF; 01.07.2001 - 01.07.2005

Untersuchung der mechanischen Stabilität von Partikeln in ein- und mehrstufigen Wirbelschichten zur Katalyse und Adsorption

In ein- und mehrstufigen Wirbelschichtapparaten zur Katalyse, Adsorption und Desorption soll die Verweilzeit der Partikel im Wirbelschichtapparat lang sein. Durch die hohe Intensität der im Apparat ablaufenden Impuls-, Stoff- und Wärmetransportvorgänge und der damit verbundenen großen mechanischen Beanspruchung werden von der Partikeloberfläche Teile abgetrennt und mit dem Gas aus der Wirbelschicht ausgetragen. Dieser Vorgang führt zu einer Veränderung des Regimes der Wirbelschicht.

Das Forschungsvorhaben zielt in zwei Richtungen:

- Die Entwicklung von abriebfesten Partikeln zur Katalyse, Adsorption und Desorption durch Umhüllung der Partikel.
 - Die Aufstellung und Erprobung von Populationsbilanzgleichungen für mehrschichtige Partikel.
-

Projektleiter: Prof. Dr. Dr. h.c. Lothar Mörl

Projektbearbeiter: Dipl.-Ing. Robert Hampel

Förderer: AIF; 01.07.2004 - 30.06.2006

Wirbelschicht-Heißdampfgranulation

Die Herstellung von hochwertigen, frei fließenden, staubarmen und relativ abriebfesten Granulaten bzw. Agglomeraten durch Bedüsung einer Wirbelschicht aus körnigem Gut mit fetstoffhaltiger Flüssigkeit (Lösung, Suspension, Schmelze) im Rahmen dieses AIF-Forschungsprojektes erfolgt im Gegensatz zu der bisher hauptsächlich angewendeten Verfahrensweise der Fluidisierung mit einem Gas in diesem Thema mit überhitztem Wasserdampf, der im Kreislauf geführt wird. Durch die Kreislaufführung wird einerseits der Sauerstoff aus dem System ausgeschlossen (Produktbeeinflussung durch Oxidation, Brand-

und Explosionsgefahr) und andererseits gelangen durch die Kondensation des überschüssigen Dampfes keine schadstoff- oder geruchsbelasteten Gase in die Umwelt. Darüber hinaus kann fast die gesamte zugeführte Wärme durch die Kondensation des Überschussdampfes zurückgewonnen werden.

Projektleiter: PD Dr. Rüdiger Sontag

Projektbearbeiter: PD Dr.-Ing. habil. Rüdiger Sontag

Förderer: Industrie; 01.03.2004 - 31.03.2006

Verfahrens- und Anlagenentwicklung für eine Wirbelschicht-Nachverbrennungsanlage (WS-TNV) zur Gasreinigung

Gegenstand der Untersuchungen ist die Optimierung der thermischen bzw. katalytischen Nachverbrennung von schadstoffbelasteten Abgasen (Abluft) in der Wirbelschicht.

Übliche Nachverbrennungsanlagen arbeiten mit relativ großen Brennräumen und Festbett-Katalysatoren. Es soll untersucht werden, inwiefern die Nutzung der Wirbelschicht, mit ihren erheblich besseren Stoffaustauscheigenschaften, für die Entwicklung einer kleineren, kostengünstigeren Anlage angewendet werden kann.

5. Veröffentlichungen

Originalartikel in internationalen Zeitschriften

Antonyuk, Sergiy; Tomas, Juergen; Heinrich, Stefan; Mörl, Lothar

Micro-macro breakage behavior of elastic-plastic granulates by compression.

In: Chemical engineering & technology [Weinheim] 28(2005), Nr. 5, S. 623 - 629
[Imp.fact.: 0.542]

Hauptmanns, Ulrich

A risk-based approach to land-use planning.

In: Journal of hazardous materials [Amsterdam] 125(2005), S. 1 - 9
[Imp.fact.: 1.433]

Hauptmanns, Ulrich; Marx, Marcus; Knetsch, Thomas

GAP - a fault-tree based methodology for analyzing occupational hazards.

In: Journal of loss prevention in the process industries [Amsterdam [u.a.]] 18(2005), S. 107 - 113
[Imp.fact.: 0.602]

Knetsch, Thomas; Hauptmanns, Ulrich

Integration of stochastic effects and data uncertainties into the design of process equipment.

In: Risk analysis [Malden, Mass.] 25(2005), Nr. 1, S. 189 - 198
[Imp.fact.: 1.064]

Oencuel, A.A. (ext.); Sundmacher, Kai; Thevenin, Dominique

Numerical investigation of the influence of the activity coefficient on barium sulphate crystallization.

In: Chemical engineering science [Amsterdam] 60(2005), S. 5395 - 5405
[Imp.fact.: 1.655]

Originalartikel in nationalen Zeitschriften

Ahchieva, Desislava; Tota, Akos; Heinrich, Stefan; Mörl, Lothar

Selektivitätssteigerung bei der ODH von Ethan durch kontrollierte Sauerstoffdosierung im Wirbelschichtreaktor.

In: Chemie - Ingenieur - Technik [Weinheim] 77(2005), Nr. 8, S. 997 - 998
[Imp.fact.: 0.306]

Henneberg, M. (ext.); Drechsler, Joerg; Ihlow, M. (ext.); Peglow, Mirko; Heinrich, Stefan

FBSim(R) : ein CAPE-Tool zur Vorausberechnung des dynamischen Verhaltens von Wirbelschicht- Sprühgranulationsanlagen.

In: Chemie - Ingenieur - Technik [Weinheim] 77(2005), Nr. 8, S. 1090 - 1091
[Imp.fact.: 0.306]

Mörl, Lothar; Drechsler, Joerg; Nitschke, D. (ext.); Peukert, W. (ext.); Toneva, P. (ext.)

Entstehung und Nutzung von SolidSim-Modulen am Beispiel der Wirbelschicht-Sprühgranulation, der zerkleinerung und der Sichtung.

In: Chemie - Ingenieur - Technik [Weinheim] 77(2005), Nr. 8, S. 1082 - 1083
[Imp.fact.: 0.306]

Mörl, Lothar; Nguyen, Minh Tuyen; Piofczyk, Thomas

Coffee bean roasting in a fluidized bed : investigation of emission behaviour.

In: Hoa hoc & ung dung = journal of chemistry and application [Thanh-pho-Ho-chi-Minh] 45(2005), Nr. 9, S. 38 - 40

Piskova, Elka; Schumann, Matthias (ext.); Hoehne, Detlef (ext.); Mörl, Lothar

Synthese von Kohlenstoffschichten auf der Oberfläche feindisperser Mikrogaskugeln in einer Strahlschicht.

In: Chemie - Ingenieur - Technik [Weinheim] 77(2005), Nr. 3, S. 300 - 309
[Imp.fact.: 0.306]

Radichkov, R. (ext.); Kiehnle, A. (ext.); Heinrich, Stefan; Mueller, T. (ext.); Peglow, Mirko; Mörl, Lothar

Nichtlineare Dynamik der kontinuierlichen Wirbelschicht-Sprühgranulation.

In: Chemie - Ingenieur - Technik [Weinheim] 77(2005), Nr. 8, S. 1010 - 1011
[Imp.fact.: 0.306]

Schluender, Ernst-Ulrich (ext.); Hampel, Robert; Peglow, Mirko

Vakuum-Schockgefrieren und Trocknung wasserhaltiger poröser Partikel.

In: Chemie - Ingenieur - Technik [Weinheim] 77(2005), Nr. 12, S. 1892 - 1899
[Imp.fact.: 0.306]

Originalartikel in zeitschriftenartigen Reihen

Jablonski, Darius; Hauptmanns, Ulrich

Optimization of a procedure for emergency cooling and pressure relief for reactors with

exothermal processes.

In: Kolowrocki, Krzysztof (Hrsg.): Safety and reliability (European conference Gdynia-Sopot-Gdansk Poland, 27-30 June 2005). - proceedings. London : Taylor & Francis, 2005, S. 919 - 923 (ESREL 2005)

Buchbeiträge (einschließlich Lehrbuchbeiträge)

Drechsler, Joerg; Peglow, Mirko; Mörl, Lothar; Stacic, Milan; Tsotsas, Evangelos
Simulation of the steady state behavior of granulation, agglomeration and drying units in a flowsheet simulation program.

In: Eikevik, Trygve M. (Hrsg.) ; Alves-Filho, Odilio (Hrsg.) ; Strommen, Ingvald (Hrsg.): Nordic drying (3rd Conference Karlstad, Sweden June 15th to 17th 2005). - proceedings. Karlstad : Univ., 2005, [Elektronische Ressource] (NDC 2005)

Gelbe, H.; Mörl, Lothar

Komponenten des thermischen Apparatebaus.

In: Beitz, W. (Hrsg.) ; Grote, K.-H. (Hrsg.): Taschenbuch für den Maschinenbau / Doppel. 21., neubearb. und erw. Aufl. Berlin : Springer, 2005, Kapitel K ; S. K1 - K36

Tomova, Plamena; Behns, Wolfgang; Haida, Hartmut; Ihlow, M. (ext.); Mörl, Lothar
Atmospheric fluidized bed freeze drying : experimental studies and modelling.

In: Eikevik, Trygve M. (Hrsg.) ; Alves-Filho, Odilio (Hrsg.) ; Strommen, Ingvald (Hrsg.): Nordic drying (3rd Conference Karlstad, Sweden June 15th to 17th 2005). - proceedings. Karlstad : Univ., 2005, [Elektronische Ressource] (NDC 2005)

Artikel in Kongreßbänden

Antonyuk, Sergiy; Tomas, Juergen; Heinrich, Stefan; Mörl, Lothar

Breakage behaviour of spherical granulates by compression.

In: IChemE (Veranst.): Chemical Engineering (7th world congress, Glasgow/Scotland 10.-14.07.2005). - proceedings. Rugby, 2005, 10 S., Paper-Nr. P45-019

Gabel, Dieter; Hauptmanns, Ulrich

Reliability of autonomous energy supply systems.

In: International Centre for Hydrogen Energy Technologies (Verst.): Hydrogen, IHEC 2005 (international hydrogen energy congress & exhibition Istanbul, Turkey 13-15 July 2005). - proceedings. Istanbul, 2005, 7 S. [Elektronische Ressource] (IHEC 2005)

Mörl, Lothar; Behns, Carmen; Behns, Wolfgang; Haida, Hartmut; Schluesselburg, Sabine

Fluidized bed extraction of essential oils using superheated steam.

In: ÖHMI Consulting GmbH (Veranst.): NAROSSA 2005 : Kongress für nachwachsende Rohstoffe und Pflanzenbiotechnologie (11th International conference for renewable resources and plant biotechnology Poznan, Poland, June 6-7, 2005). - proceedings. Magdeburg, 2005, [Elektronische Ressource]

Mörl, Lothar; Behns, Wolfgang; Haida, Hartmut; Tomova, Plamena; Doehling, Dieter

(ext.); Zettl, Reinhard (ext.)

Fluidized bed drying of plant sprouts at low temperatures.

In: ÖHMI Consulting GmbH (Veranst.): NAROSSA 2005 : Kongress für nachwachsende Rohstoffe und Pflanzenbiotechnologie (11th International conference for renewable resources and plant biotechnology Poznan, Poland, June 6-7, 2005). - proceedings. Magdeburg, 2005, [Elektronische Ressource]

Rosyid, Oo Abdul; Hauptmanns, Ulrich

System analysis safety assessment of hydrogen cycle for energetic utilization.

In: International Centre for Hydrogen Energy Technologies (Verst.): Hydrogen, IHEC 2005 (international hydrogen energy congress & exhibition Istanbul, Turkey 13-15 July 2005). - proceedings. Istanbul, 2005, 11 S. [Elektronische Ressource]

Hochschulschriften

Kraychev, Evgeni

Neuer Strahlschichtreaktor für Wärme- und Stofftransportprozesse. 2005, XV, 136 S. ; Anh. Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und systemtechnik, Diss., 2005