

# INSTITUT FÜR APPARATE- UND UMWELTECHNIK

Universitätsplatz 2, 39106 Magdeburg  
Tel. +49 (0)391 67 18831, Fax +49 (0)391 67 11128  
iaut@ovgu.de  
www.iaut.ovgu.de

## 1. Leitung

Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause (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. Ulrich Krause  
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. Dr. h. c. Ulrich Hauptmanns

## 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<sub>x</sub>-Bildung
  - Wirbelschichtvergasung von biogenen Brenn- und Abfallstoffen zur Erzeugung eines in Gasmotoren nutzbaren Brenngases
  - Wirtschaftlichkeit der energetischen Nutzung von Biomassen
2. Minimierung der NO<sub>x</sub>-Emissionen von gasbefeuerten Heizkesseln und thermisch hochbelasteten Feuerräumen
  - Entwicklung NO<sub>x</sub>-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 SO<sub>2</sub>-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
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. Kooperationen

- Dräger Safety AG & Co. KGaA
- Glatt Ingenieurtechnik GmbH

#### 5. Forschungsprojekte

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

**Projektbearbeiter:** Dr.-Ing. Hartmut Haida, Dipl.-Ing. Wolfgang Behns

**Förderer:** Deutsche Bundesstiftung Umwelt; 01.06.2009 - 30.06.2012

##### **Wirbelschichttrocknung mit überhitztem Dampf in der lebensmittelverarbeitenden Industrie**

In Zusammenarbeit mit der Braunschweigischen Maschinenbauanstalt AG wurde ein Projekt zum Thema Wirbelschichttrocknung mit überhitztem Wasserdampf in der Lebensmittel verarbeitenden Industrie bearbeitet, welches durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) gefördert wurde. An einer an der Otto-von-Guericke-Universität vorhandenen Heißdampf-Wirbelschicht-Versuchsanlage wurden experimentelle

Untersuchungen mit Stoffsystemen aus dem Bereich der Lebensmittelindustrie durchgeführt. Diese Untersuchungen waren Grundlage für das Konzept einer neuen Heißdampf-Wirbelschicht-Anlage im Technikumsmaßstab, welche im Rahmen dieses Projektes bei der BMA errichtet wurde.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause  
**Kooperationen:** Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung  
**Förderer:** Sonstige; 01.04.2011 - 31.03.2013

**Entwicklung eines Verfahrens zur Bestimmung der Verbrennungseffektivität bei Brandlastberechnungen**

Ziel des Vorhabens ist die Erhöhung der Aussagekraft und Zuverlässigkeit von Brandschutzkonzepten für Industriebauten, die nach DIN 18230-1 errichtet werden.

Im Vorhaben soll insbesondere der Teilaspekt der genauen Berechnung der Brandlast als wesentlichster Auslegungsparameter zur Festlegung von Brandabschnitten behandelt werden.

In die Berechnung der Brandlast nach DIN 18230-1 geht der sog. Abbrandfaktor (m-Faktor) ein. Dieser muss durch Messung bestimmt werden, allerdings existiert dafür bundesweit keine Messapparatur nach DIN 18230-2 mehr. International wird das Abbrandverhalten von Stoffen durch die sog. Verbrennungseffektivität charakterisiert. Diese wird aus der Heat Release Rate (HRR) bestimmt.

Im Vorhaben soll nach einem theoretisch begründbaren Zusammenhang zwischen m-Faktor und HRR gesucht werden, um

- bisher gemessene m-Faktoren nicht verwerfen zu müssen und
  - für das Abbrandverhalten neu hinzu kommender Stoffe durch Messung der HRR eine der DIN 18230-1 äquivalente Methode der Brandlastbestimmung zu erhalten.
- 

**Projektleiter:** Prof. Dr.-Ing. habil. Ulrich Krause  
**Kooperationen:** Bergische Universität Wuppertal; Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung; Feuerwehr der Stadt Frankfurt am Main; Vereinigung zur Förderung des deutschen Brandschutzes e.V.  
**Förderer:** BMWi/AIF; 01.04.2012 - 31.03.2015

**TIBRO - Innovative Sicherheitsarchitektur der nicht-polizeilichen Gefahrenabwehr**

Eine qualitativ hochwertige Planung der nichtpolizeilichen Gefahrenabwehr unter Berücksichtigung aktueller Schutzziele erfordert zwingend eine kritische, objektive Evaluierung wesentlicher Parameter des Systems "Feuerwehren". Ein zukunftsfähiges Feuerwehrsysteem erfordert gegenüber der statischen Planungsgrundlage der O.R.B.I.T.-Studie eine moderne dynamische Planungsgrundlage. Diese wiederum muss in hinreichender Weise sicherheitlichen Prämissen genügen, weshalb diese evaluiert werden müssen. Das Ergebnis dieser Evaluierung eröffnet eine aktualisierte und erneuerte Grundlage für Handlungsalternativen bzw. Entscheidungsmöglichkeiten zum Zweck einer allfälligen Ertüchtigung und demzufolge Zukunftsfähigkeit des Feuerwehrsysteem. Nutznießer der Ergebnisse des darauf ausgerichteten Forschungsvorhabens TIBRO sind vorrangig die Endanwender, das heißt unmittelbar die für Feuerwehren zuständige Führungskräfte, Verwaltungsinstanzen und politisch Verantwortlichen. Des Weiteren partizipieren alle auf das Feuerwehrwesen ausgerichtete Herstellerfirmen, Ausbildungsanbieter und die Forschungs- und Entwicklungseinrichtungen von den Forschungsergebnissen. Das Forschungsgesamtziel ist der wissenschaftlich fundierte Unterbau eines zukunftsfähigen Feuerwehrsysteem im Rahmen einer leistungs- und anpassungsfähigen Sicherheitsarchitektur.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Heinz Köser  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Jan Schütze  
**Förderer:** Industrie; 01.02.2012 - 30.12.2012

**Experimentelle Validierung der Wirksamkeit eines silikatischen Adsorbens für die Quecksilber Bindung un REA Wäschern**

Ein silikatisches Adsorbens (d50 8 µm, 150 m<sup>2</sup>/g) ist für die Co-Abscheidung von Quecksilber in REA-Wäschern entwickelt worden.

In Simulationsuntersuchungen auf Laborebene soll die Wirksamkeit bewertet werden bevor größere Mengen für Feldversuche hergestellt werden.

**Projektleiter:** Prof. Dr. Heinz Köser

**Förderer:** Sonstige; 01.11.2012 - 30.11.2013

**Abscheidung von metallischem und oxidiertem Quecksilber von speziellen mineralischen Adsorbentien im Vergleich zu Gas-Aktivkohlen**

Das Quecksilber-Adsorptionsverhalten von speziell behandelten mineralischen Adsorbentien in Modellabgasen wird ermittelt und mit dem von Aktivkohlen verglichen. Die Ergebnisse werden genutzt das Herstellungsverfahren der Adsorbentien weiterzuentwickeln.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Heinz Köser

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Sebastian Hopf; Dipl.-Ing. Jan Schütze

**Förderer:** Industrie; 01.04.2012 - 30.01.2013

**Einfluss der Betriebsbedingungen auf die Quecksilberemissionen einer Kupolofenanlage**

Hintergrund:

Ausgehend von verschiedenen Eisenschrotten (Blechabfälle der Automobilindustrie und verschiedenen Misch-Schrotten) wird in der Gießerei-Industrie in Heißwind-Kupolöfen (Schachtschmelzöfen) Gießerei-Eisen erschmolzen. Flüssiges Eisen, Schlacke und Gichtgas sind die wichtigsten erzeugten Stoffströme. Das vermutlich im Wesentlichen mit den Schrotten dem Ofen zugeführte Quecksilber (Hg) wird bei den hohen Prozesstemperaturen quasi vollständig verflüchtigt und mit den Gichtgasen abgeführt. Das CO-reiche Abgas/Gichtgas des Heißwindkupolofens (ca. 200 bis 300°C im Normalbetrieb, höhere Temperaturen im Stand-by Betrieb) wird in Theisen-Desintegrator einer nassen Entstaubung unterzogen. Das entstaubte und abgekühlte Gichtgas wird anschließend in einer Brennkammer bei 800-900°C verbrannt und die entstehende Wärme zur Kupol-Ofenluftvorwärmung genutzt. Für Kupolöfen ist eine absatzweise Beschickung typisch. Es werden im Kupolofen verschiedene Betriebszustände durchlaufen, die einen erheblichen Einfluss auf die Speziesverteilung des Quecksilbers im Abgas ausüben können. Problemstellung: Das dem Kupolofen mit dem Schrott versteckt zugeführte Quecksilber kann zu überhöhten Emissionskonzentrationen führen. Die versteckten Hg-Gehalte durch Überwachung der Rohstoffe aufzuspüren, um sie dann auszukreuzen, erscheint aufwendig. Zielführender sind vermutlich ergänzende abgasseitige Maßnahmen zur verstärkten präventiven Hg-Abscheidung. Untersuchungsziele: Die Kenntnisse über die Höhe und Art der Quecksilberemissionen des Kupolofens sind zu erweitern und erste Verfahrensansätze für eine verstärkte Quecksilberabscheidung in der vorhandenen Quenche/Naßenstauber Einheit zu entwickeln.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Heinz Köser

**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Sebastian Hopf

**Kooperationen:** ENEL, GDF Suez, E.ON

**Förderer:** Weitere Stiftungen; 01.07.2011 - 01.07.2013

**Geringe Gesamtquecksilbergehalte und Quecksilberspeziesverteilung in Feuerungsabgasen - Validierung des Dowex/AC Meßverfahrens**

Vor dem Hintergrund der laufenden Diskussionen um die Neubewertung der Umweltwirkungen des Quecksilbers (Hg) sollen Verfahren weiter entwickelt werden, die es gestatten, geringe Quecksilber-emissionen aus kohlegefeuerten Kraftwerken mit geringen Aufwand betriebssicher zu überwachen. Ein wesentliches Ziel des Vorhabens ist es, die Kurzzeit-methode zur quantitativen und differenzierten Hg(0) / Hg(ox)-Messung mit Dowex/Aktivkohle (AC)-Sammlern zukünftig als validiertes Alternativ-Verfahren für die manuelle Überprüfung von Quecksilbergehalten in Feuerungsabgasen einsetzen zu können. Dazu soll zunächst eine abgesicherte Arbeitsvorschrift der Geräte, Reagenzien, Probenahme und analytischen Auswertung erstellt werden. Dann soll durch eine interne Kalibrierung anhand von Feldmessungen, an denen verschiedene Messinstitutionen beteiligt werden, eine Kurzzeit-variante dieses Verfahrens mit dem nasschemischen Referenzverfahren nach DIN EN 13211 verglichen und validiert werden. Zusätzlich sollen Vergleichsmessungen mit der EPA Methode 30B sowie einem kontinuierlichen Hg-Messgerät neuerer Bauart durchgeführt werden. Zudem soll im Vorhaben der Einsatz des Dowex/AC Verfahrens für die Ermittlung der Hg-Speziesverteilung in den Rohgasen vor REA-Wäschern abgesichert werden. Die Kenntnis der Hg-Spezies ist von grundlegender Bedeutung für die Optimierung der Abgasreinigung im Hinblick auf die Mitabscheidung von Quecksilber.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Heinz Köser  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Jan Schütze  
**Förderer:** Industrie; 01.05.2011 - 30.01.2012

#### **Minderung von Spurenelementemissionen in Feuerungsabgasen**

In den REA-Wäschern eines Kraftwerkes wird ein hoher Anteil der wasserlöslichen oxidierten Quecksilber-Spezies im Abgas (Hgox-Anteil ca. 90%) nach dem Übergang in die Waschsuspension wieder in elementarer Form re-emittiert. Die Abscheidung des Quecksilbers in den Wäschern ist infolge dieser Re-Emission unbefriedigend. Derartig hohe Re-Emissionen sind ungewöhnlich und bisher nicht in der Literatur beschrieben. Folglich sind auch keine Standard-Maßnahmen zur Beherrschung dieses Phänomens verfügbar. Im Rahmen des Vorhabens sollen folgende Betriebsversuche geplant zur Minderung der Hg-Emissionen begleitet werden: -

- Betrieb der Waschsuspensionsaufbereitung mit erhöhter Hg-Ausschleusung
- Betrieb der REA-Wäscher in Ca(OH)<sub>2</sub>-CaCO<sub>3</sub>-Hybrid Fahrweise
- Betrieb der REA-Wäscher mit TMT Zugabe
- Nutzung des Aktivkohleflugstromverfahrens für die Hg-Minderung

Zudem ist vorgesehen, die potentielle Spurenelement-Emissionen bei der Stabilisatherstellung zu bewerten.

---

**Projektleiter:** Prof. Dr. Heinz Köser  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Katharian Zeng  
**Förderer:** Industrie; 08.08.2010 - 15.08.2012

#### **Quecksilberoxidationsaktivität von neuartigen SCR-DeNO<sub>x</sub>-Katalysatoren**

Von SCR-DeNO<sub>x</sub> 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:** Prof. Dr. Heinz Köser  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Jan Schütze  
**Förderer:** Industrie; 01.08.2011 - 30.01.2012

#### **Untersuchung zum Einfluss der Bromid-Dosierung auf das Redoxpotential und die Hg-Abscheidung in REA-Wäschern von Kraftwerken**

Versuche in verschiedenen Kraftwerken belegten die Wirkung von Iodid als Inhibitor der metallkatalytischen Schwefeldioxid-Oxidation in REA-Wäschern. Durch Iodidzugabe lässt sich folglich das durch die Schwefeloxide maßgeblich bestimmte Redoxpotential in REA-Wäschern in hohen Bereichen steuern. Mit dem Redoxpotentials verändert sich die Hg-Wäscherchemie deutlich:

- Hohe Redoxpotentiale sind durch geringe Iodidkonzentration (<5 mg/l) geringe Hg-Dampfdrücke/Re-Emission sowie hohe gelöste Hg<sub>aq</sub>-Konzentration in der Waschsuspension (und damit geringe Hg-Gehalte im Gips) gekennzeichnet.
- Ein geringes Redoxpotential infolge der erhöhten Iodidgehalte führte zu verstärkten Hg-Konzentrationen an den Suspensionsfeinteilen (und damit im Gips), einem höheren Weißgrad und höheren Hg-Dampfdrücken/Emissionen.

Iodid ist jedoch eine vergleichsweise teure Prozesschemikalie. Im vorliegenden Projekt zur Steuerung und des Redoxpotentials soll die preiswertere Bromidzugabe zur Wäschersuspension in einem Kraftwerk getestet werden.

---

**Projektleiter:** Dipl.-Ing. Antje Stresing  
**Projektbearbeiter:** Dipl.-Ing. Klaus Walter, Dr.-Ing. Michael Jacob, Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. Lothar Mörl  
**Förderer:** Bund; 01.11.2010 - 30.09.2012

## **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 elektromagnetischen 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.

## **6. Eigene Kongresse, wissenschaftliche Tagungen und Exponate auf Messen**

### **7. Veröffentlichungen**

#### ***Begutachtete Zeitschriftenaufsätze***

##### **Hauptmanns, Ulrich**

Brände und Explosionen im Rahmen der Risikoermittlung

In: Chemie - Ingenieur - Technik. - Weinheim: Wiley-VCH Verl, Bd. 84.2012, 9, S. 1520-1530; ... [weitere Infos](#); 2012  
[Imp.fact.: 0,589]

##### **Krause, Ulrich**

Fundamentals of fire evolution of solid flammable matters

In: EUSAS journal. - Duisburg, 7, 2012; ... [weitere Infos](#); 2012

##### **Krause, Ulrich; Grosshandler, William; Gritzo, Louis**

The international FORUM of fire research directors - a position paper on sustainability and fire safety

In: Fire safety journal. - Kidlington, Oxford: Elsevier, Bd. 49.2012, S. 79-81; ... [weitere Infos](#); 2012  
[Imp.fact.: 1,017]

##### **Lerena, Pablo; Auerkari, Pertti; Knaust, Christian; Vela, Iris**

Approaches towards a generic methodology for storage of hazardous energy carriers and waste products

In: Journal of risk research. - London [u.a.]: Taylor & Francis, 2012; ... [weitere Infos](#); 2012  
[Imp.fact.: 0,880]

##### **Marx, Marcus; Hahn, Sarah**

CONRIS - Netzwerk internationaler Sicherheitsstudiengänge

In: Technische Sicherheit. - Düsseldorf: Springer-VDI-Verl, Bd. 2.2012, 1/2, S. 49-50; 2012

#### ***Buchbeiträge***

##### **Hauptmanns, Ulrich**

Do we really want to calculate the wrong problem as exactly as possible? - the relevance of initial and boundary conditions in treating the consequences of accidents

In: Process and plant safety. - Weinheim: Wiley-VCH, S. 333-346, 2012; 2012

##### **Hauptmanns, Ulrich**

Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen

In: Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium 2010 - 2011. - Wuppertal: Inst. ASER, S. 85-120, 2012 - (Schriftenreihe des Instituts ASER e.V.; Forschungsbericht-Nr. 27)

Kongress: Sicherheitswissenschaftliches Kolloquium; 65-74 (Wuppertal): 2010-2011.; 2012

##### **Hauptmanns, Ulrich**

Plant and process safety

In: Ullmann's encyclopedia of industrial chemistry. - Weinheim [u.a.]: Wiley-VCH, insges. 4 S., 2012; ... [weitere Infos](#); 2012

**Krause, Ulrich; Rabe, Frederik; Knaust, Christian**

Modelling fire scenarios and smoke migration in structures

In: Process and plant safety. - Weinheim: Wiley-VCH, 2012; 2012

### ***Dissertationen***

**Bernhardt, Alexander; Hauptmanns, Ulrich [Gutachter]; Dassow, Jürgen [Gutachter]**

Graphentheoretische Modellierung von Entfluchtungsvorgängen unter Berücksichtigung des Zusammenwirkens baulicher Gegebenheiten, Personeneigenschaften und Entscheidungsverhalten. - Zugl.: Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2012; Berlin: Pro Business; XVIII, 123 S.: graph. Darst., ISBN 978-3-86386-961-8; 2012

**Lorenz, Nadine; Krause, Ulrich [Gutachter]; Specht, Eckehard [Gutachter]**

Vereinfachtes eindimensionales Modell zur Simulation der Erderwärmung durch anthropogenes Kohlenstoffdioxid.

- Magdeburg, Univ., Fak. für Verfahrens- und Systemtechnik, Diss., 2012; XVI, 130, S.: graph. Darst.; 2012