

Boysen-Preis

Wärme- und Stoffübertragung an Partikeln in pulsierenden Strömungen

Dr.-Ing. Stefan Heidinger (stefan.heidinger@gmx.de)

Prof. Dr.-Ing. Michael Beckmann, Professur für Energieverfahrenstechnik,
Fakultät für Maschinenwesen

In einem Pulsationsreaktor (PR) mit schwingender Heißgassäule, wie in Abbildung 1 gezeigt, lassen sich pulverförmige Materialien mit Partikelgrößen im Nanometerbereich synthetisieren (Abbildung 2). Die kleinen Partikel besitzen eine hohe spezifische Oberfläche, die für Katalysatoren zur Emissionsreduzierung, Vorläufermaterialien für elektrische Bauteile, Materialien für eine effiziente Energiespeicherung und viele weitere Materialien vorteilhaft ist. Die PR-Technologie wird seit Jahren kommerziell eingesetzt, die Einflüsse der Pulsation auf die Vorgänge am Einzelpartikel sind jedoch größtenteils noch unverstanden. Dieses Wissen ist jedoch notwendig für eine gezielte Synthese mit vordefinierten Produkteigenschaften. Deshalb wurde ein dreistufiges Modell zum Verhalten eines Partikels in einer pulsierenden Strömung entwickelt. Nach der analytischen Modellierung der Bewegung des Partikels und der Berechnung der Strömungsmuster um das Partikel mittels direkter numerischer Simulation, wird in der letzten Stufe des Modells die Intensität des Wärme- und Stoffübergangs (WSÜ) am Partikel quantifiziert. Diese Größen sind entscheidend, für die am Partikel ablaufenden Reaktionen und die resultierenden Produkteigenschaften.

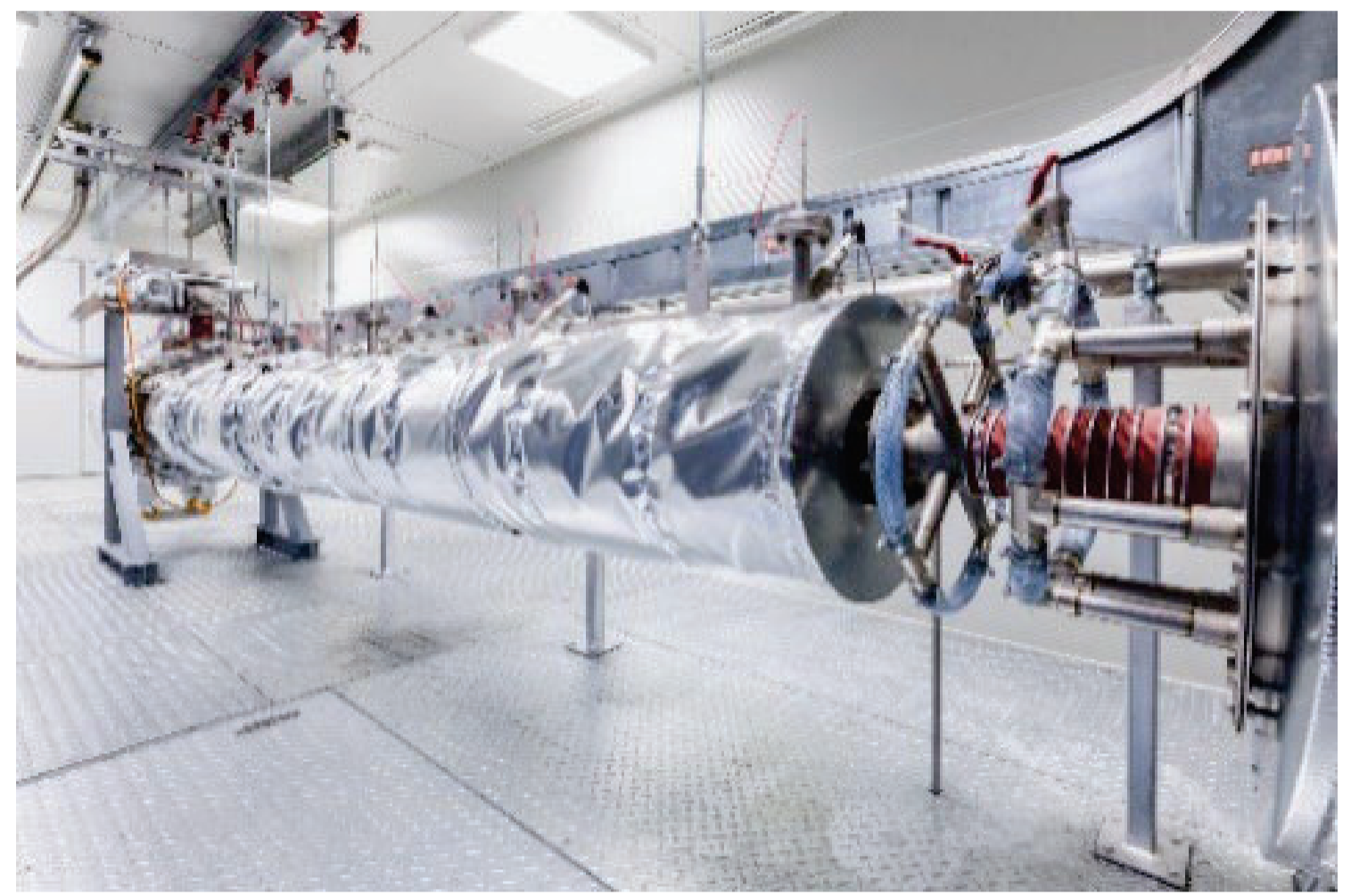


Abbildung 1: Kommerzieller Pulsationsreaktor der Firma „IBU-tec advanced materials AG“ in Weimar

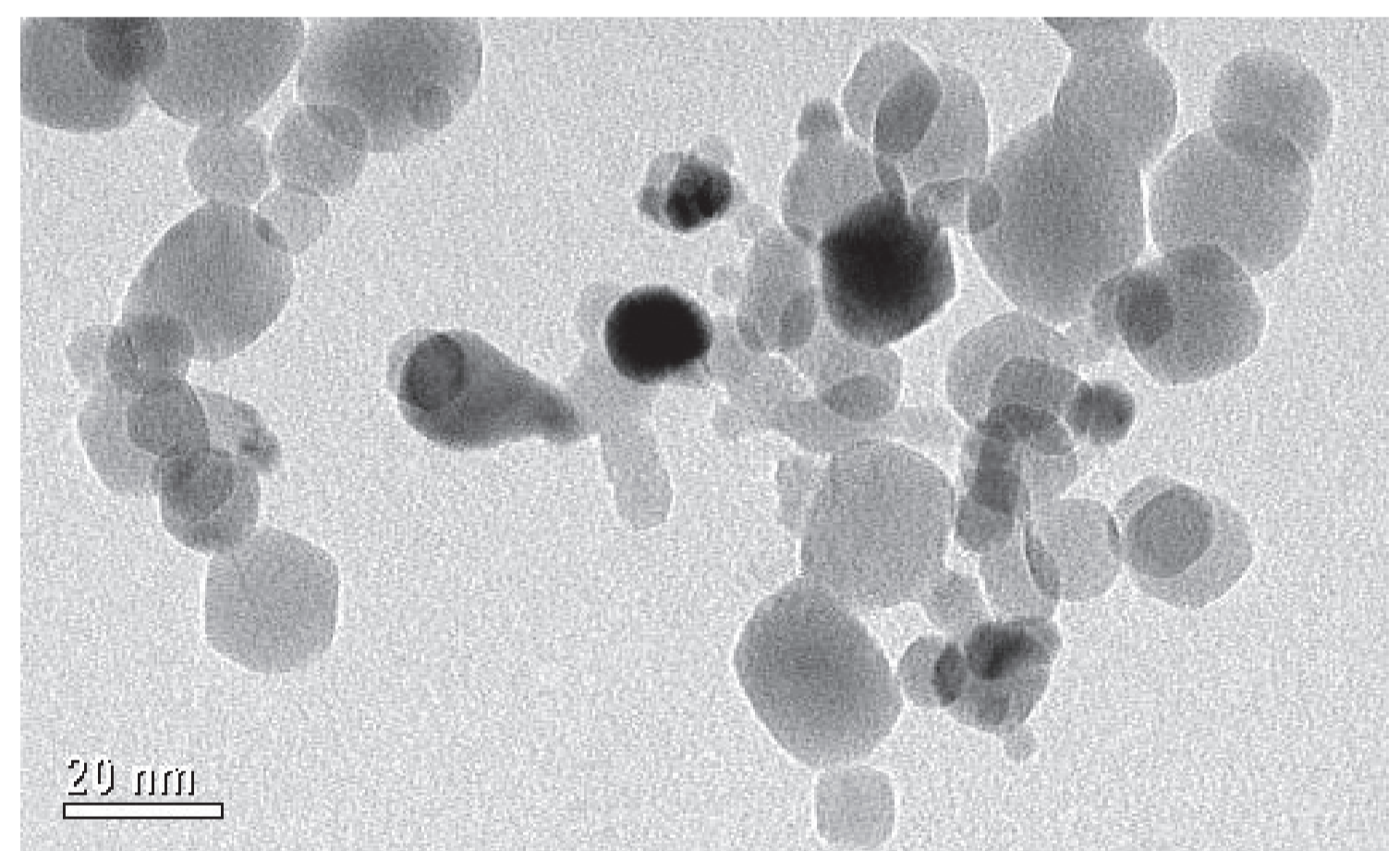


Abbildung 2: Im Pulsationsreaktor synthetisiertes Zirconiumoxid mit hoher spezifischer Oberfläche

Die Strömungsmuster um das einzelne Partikel in einer pulsierenden Strömung sind entscheidend für die in der Grenzschicht ablaufenden Prozesse der Wärme- und Stoffübertragung. Es konnten Bereiche der entscheidenden Prozessparameter eines PRs identifiziert werden, in denen das spezielle Strömungsphänomen „Steady Streaming“ auftritt. Dessen beiden Formen, Steady Streaming mit dominanter innerer, bzw. dominanter äußerer Grenzschicht, wie in Abbildung 3 gezeigt, konnten mit einer Verminderung, bzw. Erhöhung des WSÜ am Einzelpartikel in Verbindung gebracht werden.

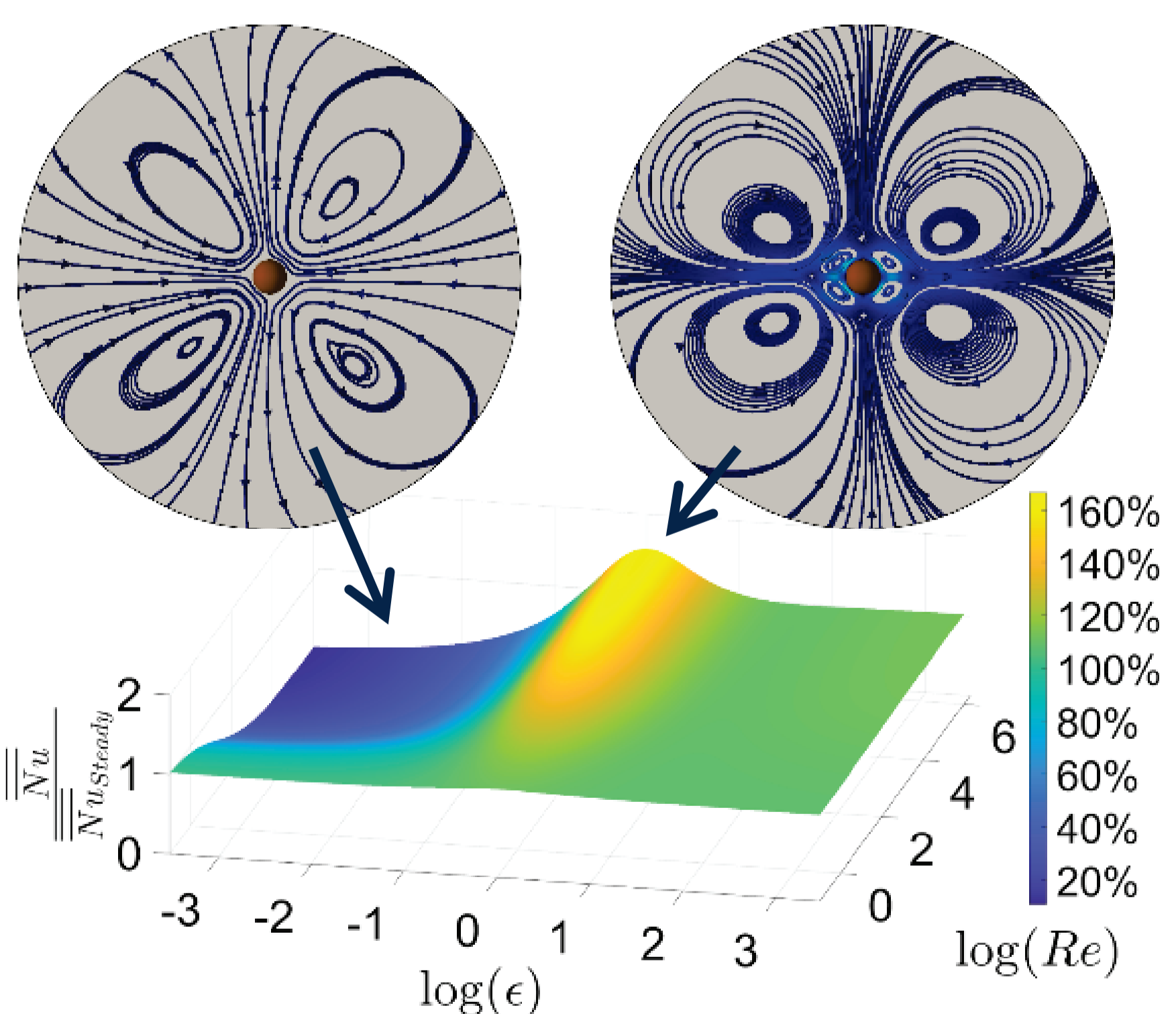


Abbildung 3: Einfluss der Pulsation auf die Intensität des WSÜ am Einzelpartikel für verschiedene Kombinationen von Prozessparametern. Dazu die entsprechenden Strömungsmuster „Steady Streaming“ mit direkter numerischer Simulation berechnet: **links** mit dominanter äußerer Grenzschicht und **rechts** mit dominanter innerer Grenzschicht.

Die Friedrich und Elisabeth Boysen-Stiftung und die TU Dresden würdigen mit dem Förderpreis der Friedrich und Elisabeth Boysen-Stiftung besonders herausragende Dissertationen junger Wissenschaftler:innen auf dem Gebiet der Umweltechnik mit dem Fokus auf ingenieurwissenschaftlichen Lösungen zur Reduktion von Schadstoffen, Lärm und Energieverbrauch. Er ist mit 5.000 € dotiert