

## Strömungsmodellierung der Partikelbewegung im Sichter

Trennscharfer Abweiseradsichter für die Trockenfraktionierung submikroner Partikeln bei hohen Beladungen mit integrierter Materialsortierung

G. Brenner, T. Settgaß, Institut für Technische Mechanik, Technische Universität Clausthal

### Kurzgefasst

- Validierung und Weiterentwicklung des Simulationsmodells eines Hochgeschwindigkeitsabweiseradsichters (HAS) mittels RANS-SST
- Numerische Untersuchung des Einflusses der Rotor- und Sichtraumgeometrie des HAS auf Trennschärfe und Trenngrenze
- Numerische Ermittlung der Betriebspunkteinflüsse am HAS auf Trennschärfe und Trenngrenze
- Detaillierte Analyse der besten Geometrikombinationen mittels einer Einwegkopplungssimulation zwischen Partikel und Fluid

In der mechanischen Verfahrenstechnik werden Windsichter verwendet, um Partikel nach ihrer Größe zu klassieren. Die Wirkung beruht auf einem Zusammenspiel aus Massenkräften und Schlepp- bzw. Widerstandskräften, die an den Partikeln in einem Luftstrom wirken. Für die Trennung von Partikeln im Mikrometerbereich wird dieses Verfahren in einem Fliehkraftfeld realisiert, da nur dann die Relativgeschwindigkeit der Partikel zur Luft hinreichend hoch ist. Dies geschieht zum Beispiel in Abweiseradsichtern. Die Luft strömt durch ein drehendes Sichterrad radial nach innen und trägt die kleinen Partikel mit sich, wenn die Widerstandskraft an den Partikeln größer als die Zentrifugalkraft ist. Größere Partikel hingegen verbleiben im Außenraum, da in ihrem Fall die Zentrifugalkraft dominiert. Die technische Auslegung eines Abweiseradsichters orientiert sich am sogenannten Trennkorn, d.h., an der Partikelgröße, für die sich am Sichterrad-Einlauf bei idealisierter Betrachtung Zentrifugal- und Strömungskraft genau aufheben.

Im Rahmen des Projektes soll ein neuer Hochgeschwindigkeitsabweiseradsichter (HAS) konstruiert und erforscht werden, welcher bei hohen Beladungen Trenngrenzen im Bereich um  $1 \mu\text{m}$  eine Trennschärfe von mindestens 0,6 realisieren soll. Ziel ist ein vertieftes Verständnis der Gasströmung im Bereich des Sichtraumes eines HAS zu erhalten, um zukünftigen Konstrukteuren von HAS eine trennscharfe Auslegung (hohe Trennschärfe) im möglichst feinen Bereich (Trenngrenze im Nanometer-Bereich) zu ermöglichen. Für die Weiterentwicklung der Apparate,

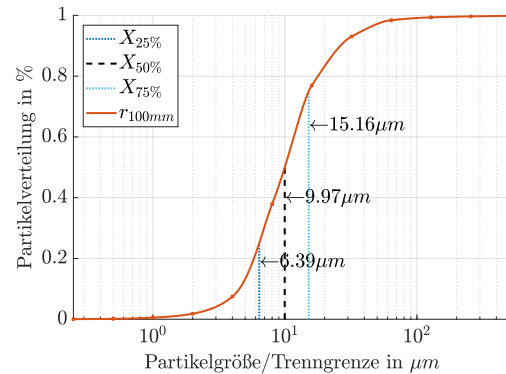


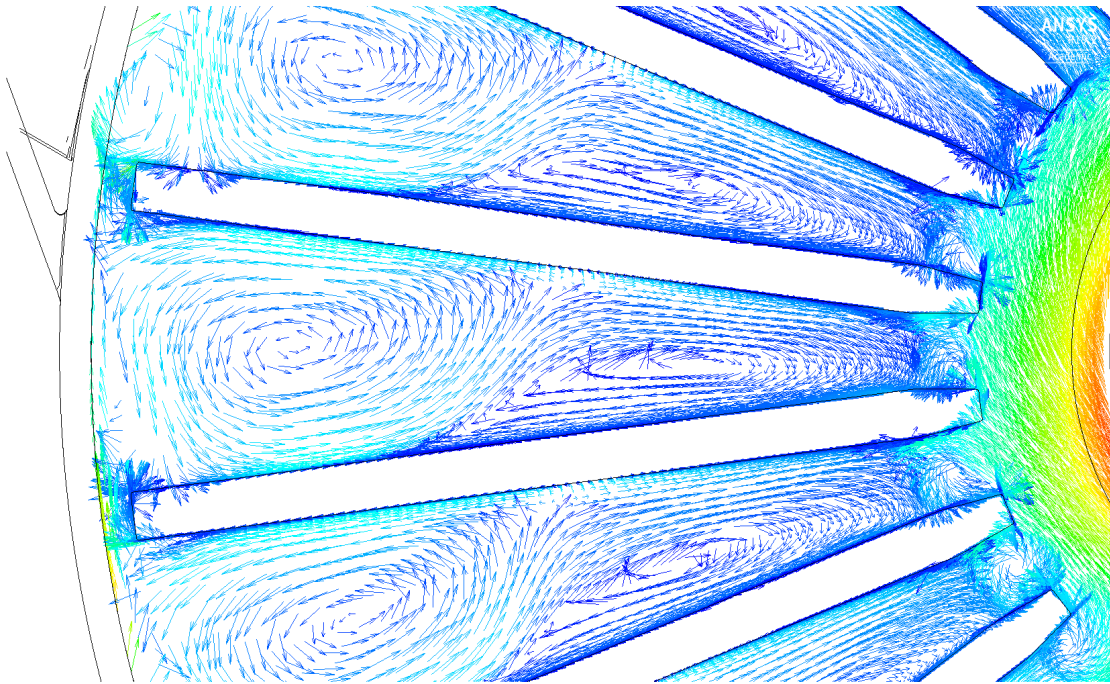
Abbildung 1: HAS - Summenkurve, 10000 U/min

sei es durch das Implementieren von Zusatzeffekten oder Absenkung der Trenngrenze bis in den Nanometerbereich, ist ein grundlegendes Verständnis aller Strömungseffekte unverzichtbar.

Mit numerischen Mitteln sollen geeignete Geometrien für eine trennscharfe Sichtung im möglichst feinen Bereich eines Abweiseradsichters identifiziert werden. Hierfür soll das vorhandene numerische Modell des HAS erweitert werden. Bei Vorarbeiten zeigte sich bereits, dass die Berechnungen sinnvolle Hinweise für Auslegung und Optimierung des HAS liefern können. Abbildung [1] zeigt die aus einer Simulation berechnete Summenkurve für eine Drehzahl des HAS von 10000 U/min. Die Trennschärfe sollte mindestens 0,6 betragen, jedoch weißt die Summenkurve aus Abbildung [1] nur eine Trennschärfe von 0,42 auf. Dies zeigt den weiteren Optimierungsbedarf des HAS.

Für die hochturbulente Strömung wird aus Effizienzgründen in den Simulationen das hybride RANS Modell Shear-Stress-Transport (SST) verwendet. Aus der Analyse der bisher numerische Berechnungen geht hervor, dass das Hauptaugenmerk auf der numerischen Untersuchung des Einflusses verschiedener Rotor- und Sichtraumgeometrien auf die Trennschärfe und Trenngrenze gelegt werden muss.

Um einen Ansatz für das Verhalten der Trennschärfe zu bekommen, wurden CFD-Simulationen von Toneva ausgewertet, [1]. Diese deuteten darauf hin, dass eine hohe Trennschärfe mit einer möglichst wirbelfreien Strömung zwischen den Schaufeln einhergeht. Daher schlägt Toneva vor, keine geraden Schaufeln zu verwenden, sondern Konturen, die den Stromlinien folgen, also bogenförmige Schaufeln, wie sie aus Turbinen bekannt sind. Diese Schaufel-



**Abbildung 2:** Wirbelstrukturen in den Schaufelkanälen

geometrie soll Strömungsablösungen an den Schaufelkanten verhindern. Abbildung [2] zeigt die Wirbelstrukturen in einem Schaufelkanal des HAS.

Die Arbeit von Ren et al. [2] hat dann gezeigt, dass eine reine Optimierung der Strömung zwischen den Schaufeln allein nicht zielführend ist. Ren et al. haben bogenförmige Schaufeln in den numerischen Simulationen ( $k-\epsilon$ -Modell) verwendet, welche zu einem deutlich homogenen Verlauf der Stromlinien zwischen den Schaufeln führten. Dennoch stellten Sie nur eine experimentelle Trennschärfe von 0,62 fest. Darüber hin stößt dieser Ansatz im Nanometer-Bereich auf grundsätzliche Grenzen, da hier die Umfangsgeschwindigkeit in der Größenordnung von 250 m/s liegt bei radialen Strömungsgeschwindigkeiten in der Größenordnung von 1 m/s, sodass der Anstellwinkel der Schaufel bei ca. 1 Grad liegen müsste.

Die vielversprechendste Kombination der verschiedenen Geometrien soll dann mittels einer Einwegkopplung zwischen Partikel und Fluid simuliert und detaillierter analysiert werden.

[2] W. Ren. Design of a rotor cage with non-radial arc blades for turbo air classifiers. Powder technology. Elsevier (2016)

#### Förderung

Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG), Projektnummer 382121149, [www.dfg.de](http://www.dfg.de)

#### WWW

<https://www.itm.tu-clausthal.de/>

#### Weitere Informationen

[1] P. Toneva. Experimentelle und numerische Untersuchungen zur Mehrphasenströmung in Sichtertermühlen. Cuvillier (2010)