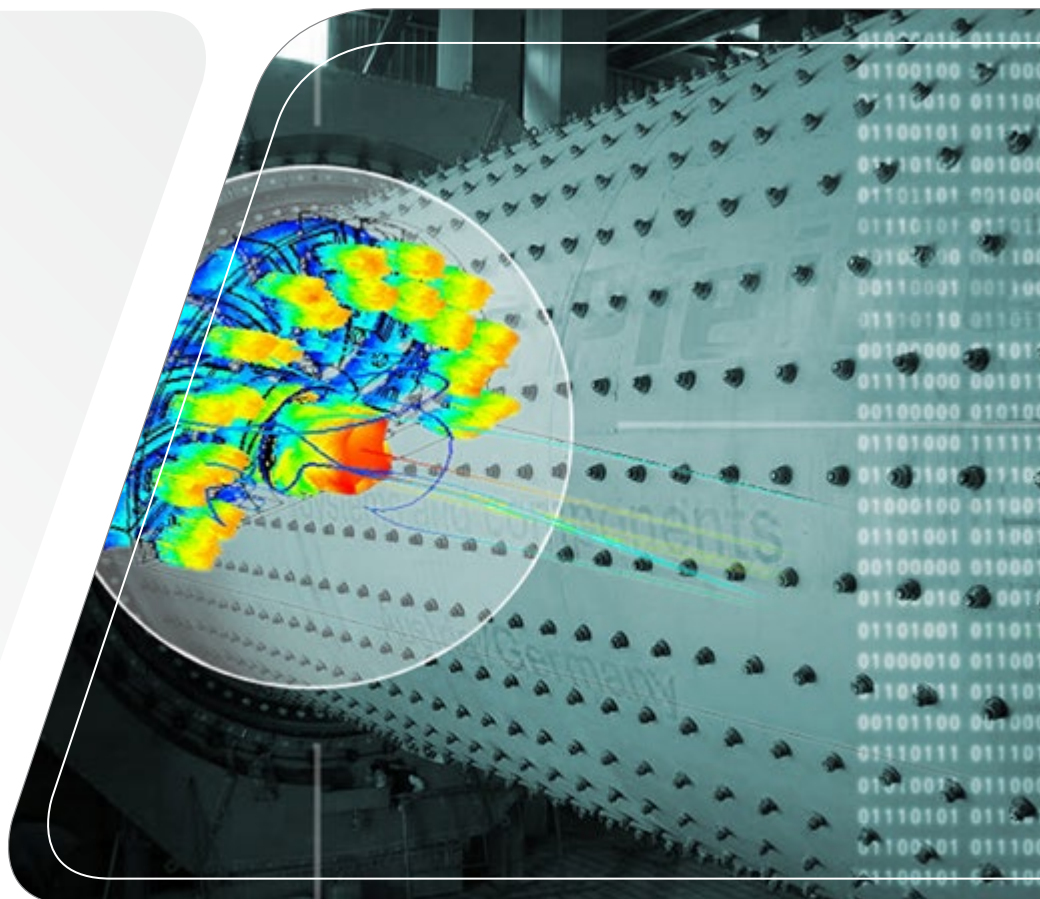


BRANCHE: MASCHINENBAU

CFD-SIMULATION

GEHEN SIE TURBULENZEN
AUS DEM WEG



Effizienzsteigerung und Verschleißminimierung mittels Strömungsanalyse

Das Problem: Druckverlust bei der Belüftung einer Übertragtrennwand bei Rohrmühlen.

Unsere Aufgabe: Durchführung von entwicklungsbegleitenden Strömungssimulationen im Rahmen der Neuentwicklung einer Übertragtrennwand.

Unser Ziel: Durch CFD-Simulation Einsichten in komplexe Strömungsvorgänge erlangen und so zur konstruktiven Optimierung der Übertragtrennwand beitragen.

STRÖMUNGS- SIMULATIONEN

Das Ausgangsobjekt:

Die Rohrmühle

Mit einem Leistungsbedarf von bis zu 10 MW und einer maximalen Größe von 20 m in der Länge und 5,6 m im Durchmesser gehören Rohrmühlen zu den größten Arbeitsmaschinen. Sie zerstoßen und pulverisieren Mineralien und Erze ebenso gründlich wie Kohle oder Zementklinker.

In rotierenden Mahlkammern wird das Material von Mahlkugeln durch Reibung oder Schlag zerkleinert. Dabei teilt eine Übertragtrennwand (ÜTW) die Rohrmühle in zwei Mahlkammern mit unterschiedlicher Kugelgröße. Mithilfe der ÜTW wird das Mahlgut bis zur optimalen Vorzerkleinerung in der ersten Kammer gehalten.

Die Ausgangssituation:

Druckverlust an der Übertragtrennwand

Bei der Belüftung einer Rohrmühle stellt die ÜTW eine strömungstechnische Behinderung dar, die einen Druckverlust verursacht. Diesen Druckverlust bei der Durchströmung der ÜTW galt es daher durch eine konstruktive Änderung zu verringern.

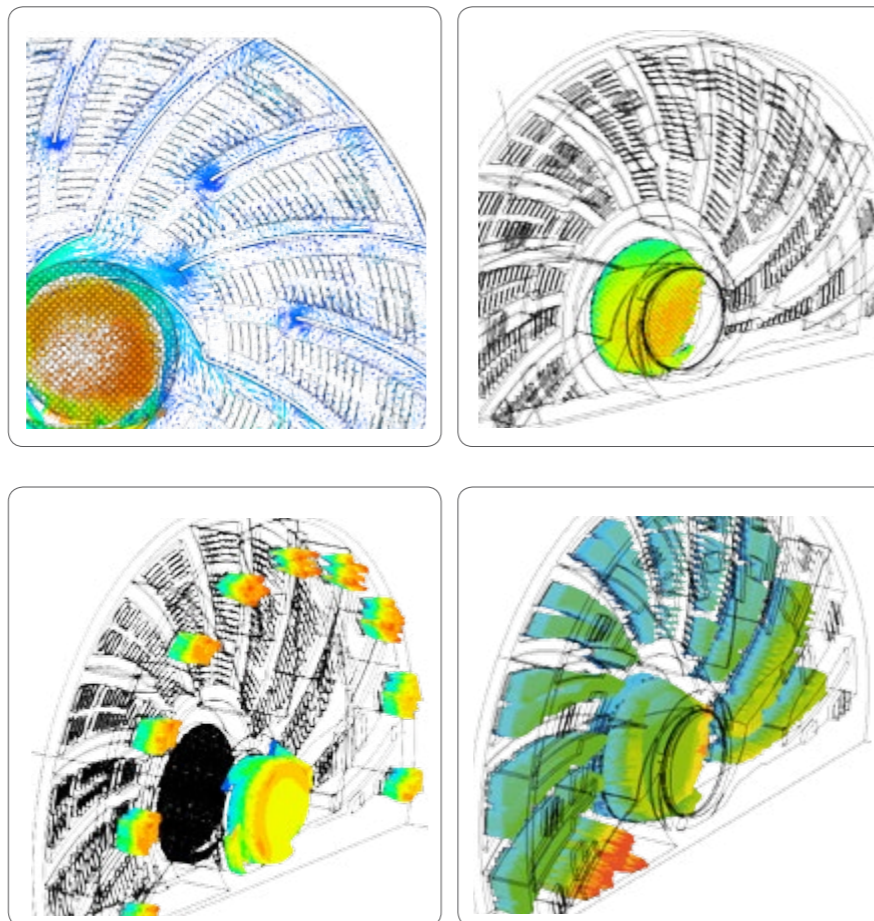
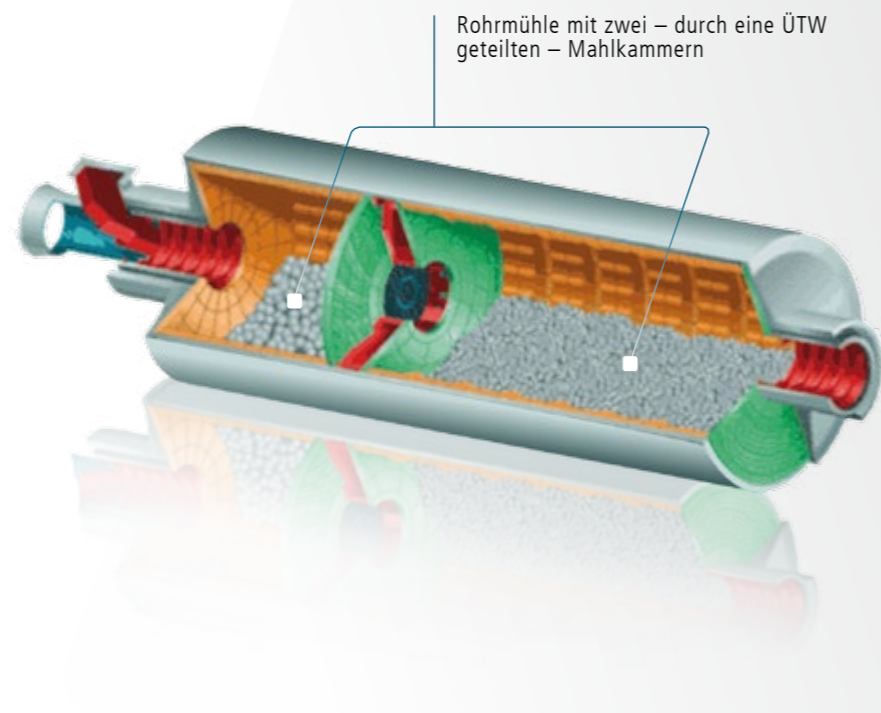
Mit ihrem Know-how auf dem Gebiet der CFD-Simulation konnte die CAE Innovative Engineering GmbH die Firma Christian Pfeiffer bei der Neuentwicklung der ÜTW optimal unterstützen. Mithilfe der ermittelten Daten konnten die CAE-Ingenieure die in der ÜTW auftretenden Strömungen abbilden und im Folgenden die Schwachstellen des Bauteils analysieren.

Die Anforderungen:

Neuentwicklung der Übertragtrennwand

Die neue ÜTW sollte folgende wichtige Anforderungen erfüllen:

- mehr freie Durchtrittsfläche für staubhaltige Luft
- geringere Luftgeschwindigkeiten und dadurch weniger Stahlverschleiß innerhalb der ÜTW
- homogener Strömungsverlauf in der ÜTW



Zur weiteren Optimierung des Konstruktionsprozesses wurden von den Mitarbeitern der CAE Innovative Engineering GmbH FE-Analysen sowohl an der bisherigen ÜTW als auch an der optimierten ÜTW durchgeführt und miteinander verglichen. (Die Ergebnisse dieser Analysen können den FEM-Berechnungen entnommen werden.)

Der Projektplan: In 9 Schritten zum Projektziel

Um die komplexe Aufgabe effizient und effektiv umzusetzen, haben die CAE-Ingenieure das Projekt in neun einzelne Schritte unterteilt:

- | | |
|---|---|
| <p>01 Projektbesprechung</p> <p>02 CFD-Analyse Istzustand</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Aufbereitung / Nachbildung der CAD-Daten ■ Erstellung des Negativvolumens in Ansys Workbench Design Modeler ■ Erstellung des CFD-Netzes ■ CFX-Pre: Definition der Randbedingungen ■ Solve-Vorgang ■ CFD-Post: Validierung der Ergebnisse ■ Präsentation der Ergebnisse <p>03 FE-Analyse Istzustand</p> | <p>04 Vorschläge der konstruktiven Verbesserungsmaßnahmen</p> <p>05 Aufstellung der Varianten für die Einzeluntersuchungen</p> <p>06 CFD-Analyse Variante 1 bis 6 (zur Vorgehensweise siehe Unterpunkte 2)</p> <p>07 FE-Analyse einer optimierten Übertragtrennwand</p> <p>08 Zusammenfassung und übersichtliche Darstellung der Ergebnisse</p> <p>09 Abschlusspräsentation</p> |
|---|---|

Die Umsetzung: Vorgehensweise der CAE-Ingenieure

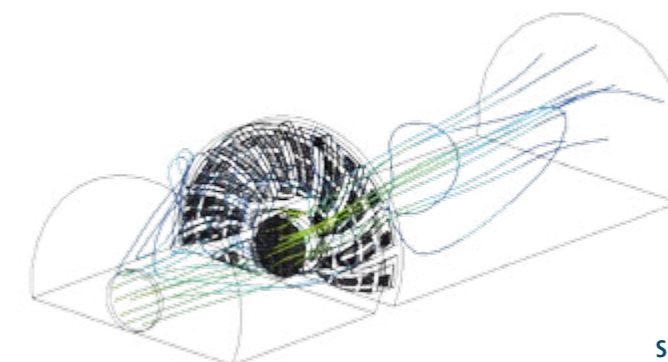
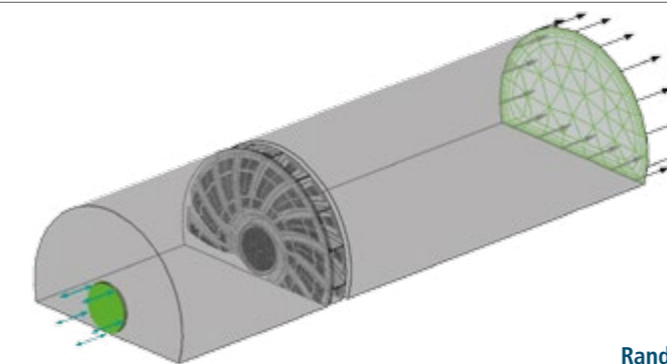
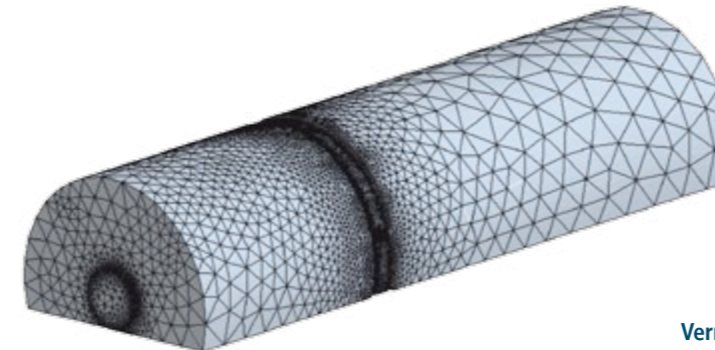
Das ehrgeizige Hauptziel der Mitarbeiter der CAE Innovative Engineering GmbH war die Optimierung der Übertragtrennwand (ÜTW) einer Rohrmühle. Diese vielschichtige Aufgabe sollte mithilfe der CFD-Simulation realisiert werden.

Zunächst wurde mit dem FE-Tool CFX von Ansys Workbench eine Strömungssimulation der ÜTW erstellt. Die dafür erforderlichen Geometriedaten der ÜTW wurden von der Firma Christian Pfeiffer zur Verfügung gestellt. Anhand dieser Daten wurde ein Modell der Rohrmühle mit vereinfachter Geometrie erzeugt. Innerhalb des Objektes wurde ein Negativvolumen (Luftvolumen) definiert und mit Tetraederelementen vernetzt. Für eine bessere Auflösung der Strömung wurde die Randschicht mit Prismenelementen abgebildet. Aufgrund der komplexen Geometrie wurde bei der Vernetzung eine sehr hohe Knotenanzahl von bis zu 20 Millionen erreicht.

Um die Einflüsse – die vor und nach der Trennwand auftreten – realistisch abzubilden, waren neben der ÜTW die erste und die zweite Kammer der Rohrmühle ebenfalls wichtige Bestandteile der Simulation. Dabei konnten die Kammern in jeweils drei verschiedenen Beladungszuständen dargestellt werden. So konnte zwischen einer Abbildung ohne Beladung, mit 50prozentiger oder 100prozentiger Beladung gewählt werden.

Anschließend wurden Randbedingungen auf das Modell aufgebracht und dann die Berechnungen durchgeführt. Die Ergebnisse der Strömungsanalyse – bestehend aus verschiedenen Abbildungen der Strömungsgeschwindigkeiten, Drücke und Massenströme – wurden von den CAE-Ingenieuren umfassend ausgewertet. Die Resultate konnten durch praktische Erfahrungen der Firma Christian Pfeiffer bestätigt werden. Bei der Auswertung wurde zunächst jede mögliche Variante berechnet. Schließlich wurden die Resultate miteinander verglichen und übersichtlich in einer Tabelle zusammengefasst. Somit konnten die Mitarbeiter der CAE Innovative Engineering GmbH die optimalen Veränderungen für die Neuentwicklung der ÜTW ermitteln. Mögliche negative Einflüsse konnten so schon vor der Konstruktion erkannt und eliminiert werden.

So konnte die CAE Innovative Engineering GmbH das anspruchsvolle Projekt durch Genauigkeit, Gewissenhaftigkeit und Gründlichkeit zu einem besonders gelungenen Abschluss bringen.



FAZIT DES PROJEKTES

Durch die Berechnung der unterschiedlichen Varianten konnten die günstigsten Strömungsverläufe an der ÜTW ermittelt und die Schwachstellen des Bauteils eliminiert werden.

Somit konnten durch die konstruktive Änderung der Geometrie sämtliche Anforderungen an die neuentwickelte ÜTW erfüllt werden:

- Druckverlust-Verminderung bei der Durchströmung der Übertragrennwand
- niedrigere Luftgeschwindigkeiten innerhalb der ÜTW
- homogenere Strömung in der ÜTW
- Verminderung des Strahlverschleißes

VORTEILE DER CFD-SIMULATION

- Konstruktionsbegleitende Strömungsanalysen
- Druckverlustuntersuchung
- Einsichten in komplexe Strömungsvorgänge, die auf experimentellem Wege nicht erzielbar sind.
- Darstellung der Geschwindigkeiten, Drücke, Massenströme, Strömungslinien u.v.m.
- Berechnung des Luftvolumens.
- Darstellung der ungünstigen Strömungsbereiche
- Optimierung der Geometrie anhand der ermittelten Ergebnisse.

Wir verwenden CFX FLUENT und NX Flow für unsere Berechnungen.

WIR SCHAFFEN VORSPRUNG: IHR PARTNER – CAE INNOVATIVE ENGINEERING GMBH

Ob mit Komplett- oder individuellen Detaillösungen, die CAE Innovative Engineering GmbH ist Ihr Partner für eine erfolgreiche Produktentwicklung und -optimierung. Wir liefern Ihnen maßgeschneiderte Konzepte und Lösungen von der Idee bis zur Serienreife – und geben damit Ihrem Erfolg neue Impulse.

**Fordern Sie uns heraus?
Wir sind gespannt auf Ihre Aufgaben.**



CAE Innovative Engineering GmbH

Welle 15 | 33602 Bielefeld | Tel. +49 (0) 521 329681-22 | Fax +49 (0) 521 329681-29 | cae@cae-online.de

Vorhelmer Straße 81 | 59269 Beckum | Tel. +49 (0) 2521 859-0 | Fax +49 (0) 2521 859-360 | cae@cae-online.de

Humboldtstraße 30-32 | 70771 Leinfelden - Echterdingen | Tel. +49 (0) 711 252 862-0 | Fax +49 (0) 711 252 862-99 | cae@cae-online.de