

Verbesserung der Ressourceneffizienz von stetigen Schüttgutfördersystemen

Dipl.-Ing. Dr. mont. Michael Prenner

21.04.2022

60. Sicherheitstagung für den Österreichischen Bergbau und 70 Jahre BVÖ

Inhalt

- Einleitung
- Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape“
- Feststoffturbine
- Zusammenfassung und Ausblick

Einleitung

- Stetige Fördersysteme und im speziellen Gurtbandförderer sind im Vergleich zu unstetigen Systemen grundsätzlich sehr effiziente Maschinen
- Es lassen sich große Massenströme realisieren
- Nachteil ist die eingeschränkte Flexibilität
- Die auftretenden Bewegungswiderstände lassen sich optimieren
- Durch den Einsatz von Zusatzeinrichtung kann die Effizienz weiter gesteigert werden

Einleitung

Variante 1: Transport mit LKWs



Straße für Maschinen-, Personen- und Materialtransport
(Gesamtlänge 8 km)

Variante 2: horizontaler Stollen und Sturzschacht



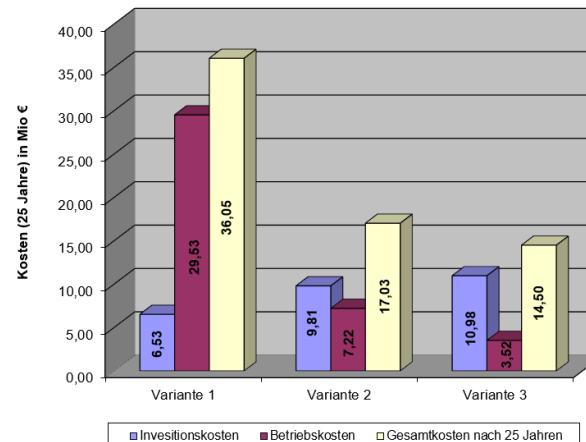
Straße für Maschinen- und Personentransport

Variante 3: Schräger Tunnel und Sturzschacht



Vergleich stetige Fördersysteme
mit
unstetigen Systemen

Vergleich der Fördervarianten



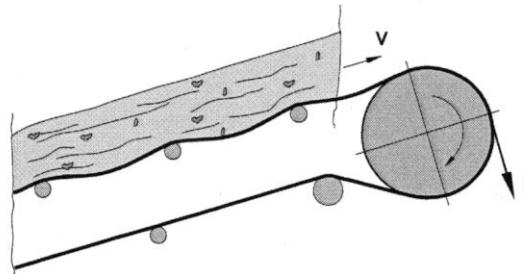
Spezifikation

- 50 Arbeitswochen pro Jahr - 5 Arbeitstage pro Woche = 250 Arbeitstage pro Jahr
- 1 Schichtbetrieb für die Förderung = 250 Tage x 8 Std. = 2000 Std. pro Jahr
- 2 Schichtbetrieb im Abbau = 250 Tage x 16 Std. = 4000 Std. pro Jahr
- 1 Mio Tonnen Schüttgut pro Jahr / 2000 Std. = 500 t/h

Energierückgewinnung mit ca. 140kW

Einleitung

Verbesserung der Ressourceneffizienz bezogen auf Gurtbandförderer



Zur Berechnung der Widerstände werden diese in

- F_H : Hauptwiderstände
- F_N : Nebenwiderstände
- F_{st} : Steigungswiderstände
- F_s : Sonderwiderstände

unterteilt.

Die Summe dieser Bewegungswiderstände ist gleich der von der Antriebstrommel auf den Gurt zu übertragenden **Umfangskraft F** :

$$F = F_H + F_N + F_{st} + F_s \quad [N]$$

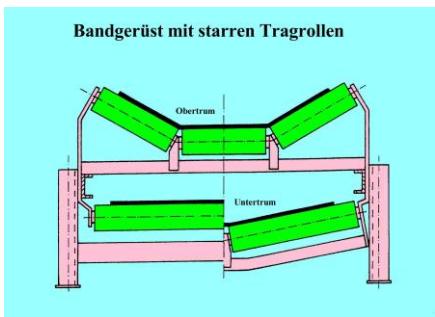
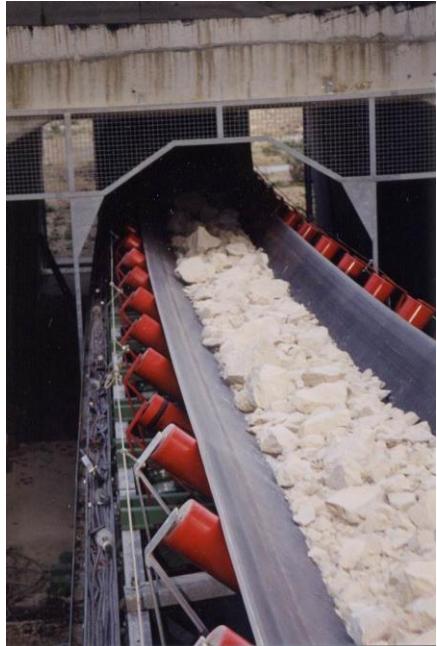
Hauptwiderstände F_H

- **Laufwiderstand der Tragrollen** : Lagerreibung, Dichtungsreibung
- **Walkwiderstände** : Gurteindrückung an den Tragrollen, Schwingbiegung des Gutes beim Lauf über die Tragrollen, Durchwalkung des Fördergutes

Nebenwiderstände F_N

- Widerstände an den Trommeln : Gurtbiegewiderstand beim Lauf des Gurtes über die Trommeln F_{Gb} ; Lagerreibung der nicht angetriebenen Trommeln F_{Tr}
- Trägheits- und Reibungswiderstände zwischen Fördergut und Gurt an einer Aufabestelle
- Reibungswiderstände zwischen Fördergut und seitlichen Schurren im Beschleunigungsbereich einer Aufabestelle F_{Schb}
- Reibungswiderstände durch Gurtreiniger (Gutabstreifer) F_{Gr}

Einleitung

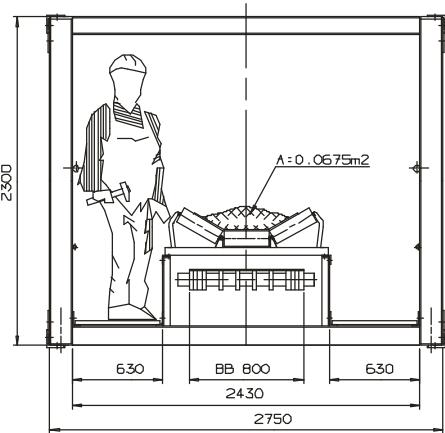


Vergleich Standard Gurtbandförderer - RopeCon

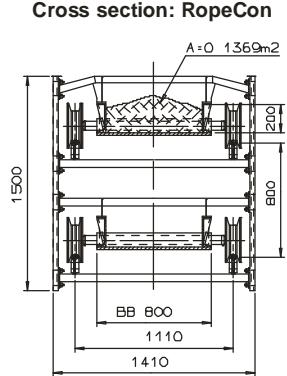


Einleitung

Cross section: conventional belt conveyor



Cross section: RopeCon

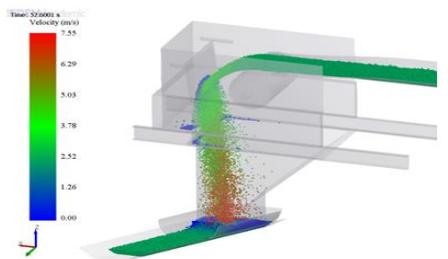
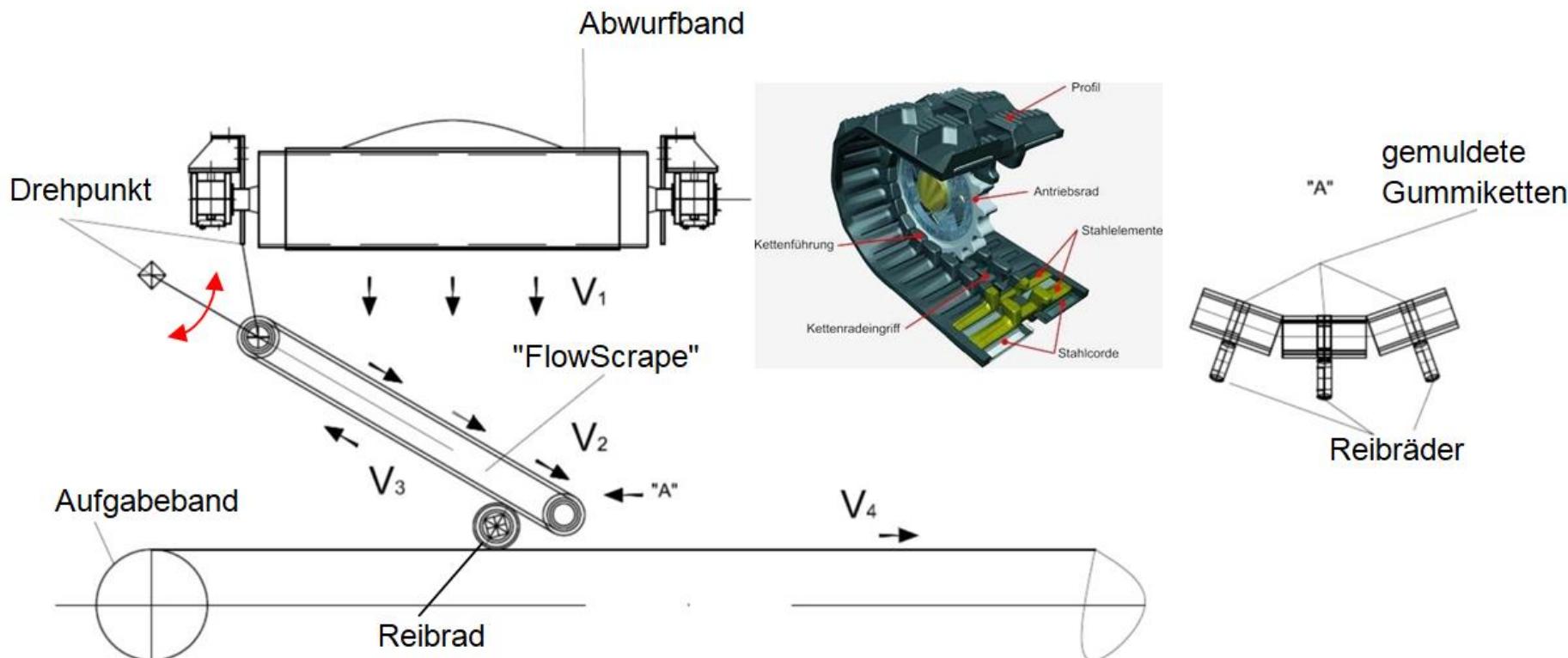


Energieeinsparung RopeCon-System:

- 1000 m unbeladener Gurt
beladener Gurt - 30 %
- 45 %
- 2000 m unbeladener Gurt
beladener Gurt - 36 %
- 51 %
- 3000 m unbeladener Gurt
beladener Gurt - 38 %
- 53 %
- 6000 m unbeladener Gurt
beladener Gurt - 40 %
- 55 %

Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape”

Effizienzsteigerungspotential besteht auch an Übergabe-, Abgabe- oder Aufgabestellen.



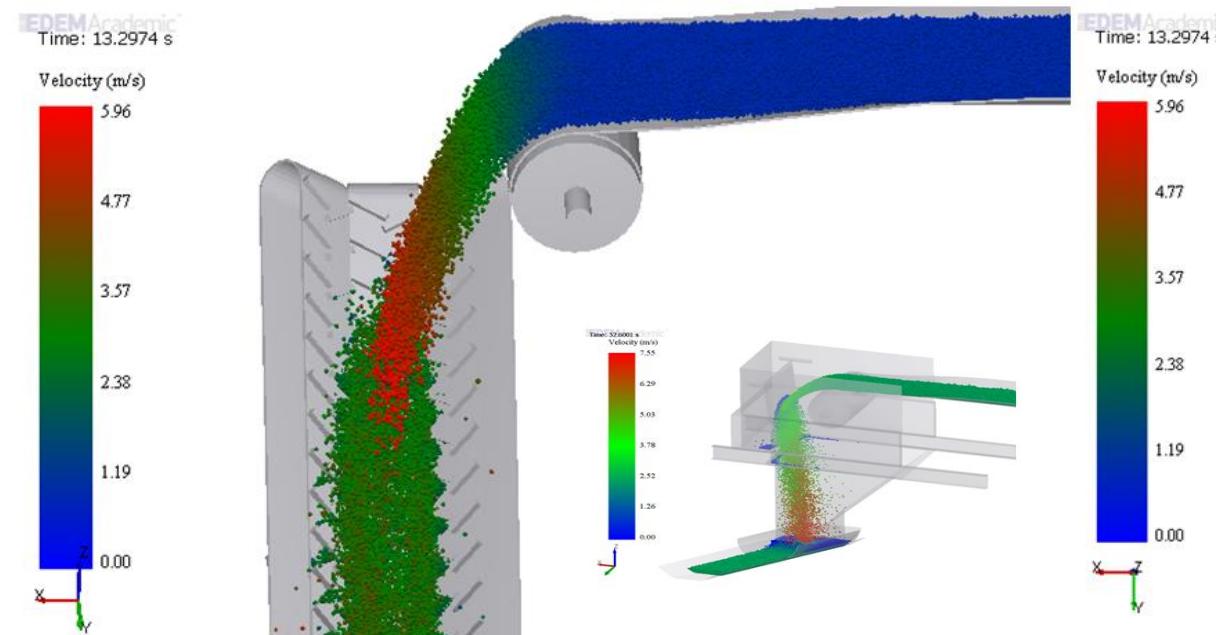
Vorteile:

- Schonung des Aufgabebandes
- Geringerer Partikelverschleiß
- „Softloading“ Effekt => energetischer Vorteil
- Höhere Standzeiten im Vergleich zu Standardschurrensystemen
- Energierückgewinnung
- Kein zusätzlicher E-Antrieb notwendig
- Einfacher kostengünstiger Aufbau
- Staubreduktion
- Vermeidung von Verstopfungen durch Materialanbackungen
- Vermeidung von Durchschlägen am Aufgabeband

(Die Entwicklung erfolgt in Zusammenarbeit mit ScrapeTec Trading GmbH, ScrapeTec GmbH und Wanggo Gummitechnik GmbH)

Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape”

Simulation einer realen Anlagensituation



Massenstrom = 800t/h

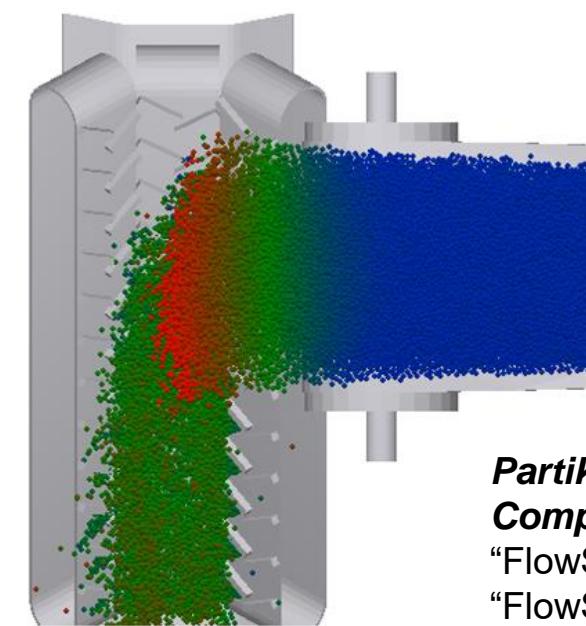
Fallhöhe ca. 3m

Neigung Aufgabeband = 16°

Neigung Übergabeband = 34°

Bandgeschwindigkeit = 1m/s bzw. 2,4m/s

Schüttgut = Eisenerzpellets



- Hangabtriebskraft von ca. 746N
- Leistung von 1.789W
- Aufgabegeschwindigkeit auf das Aufgabeband von 8m/s auf 3,1m/s reduziert
- Maximale Aufgabegeschwindigkeit auf den “FlowScrape” 5,9m/s

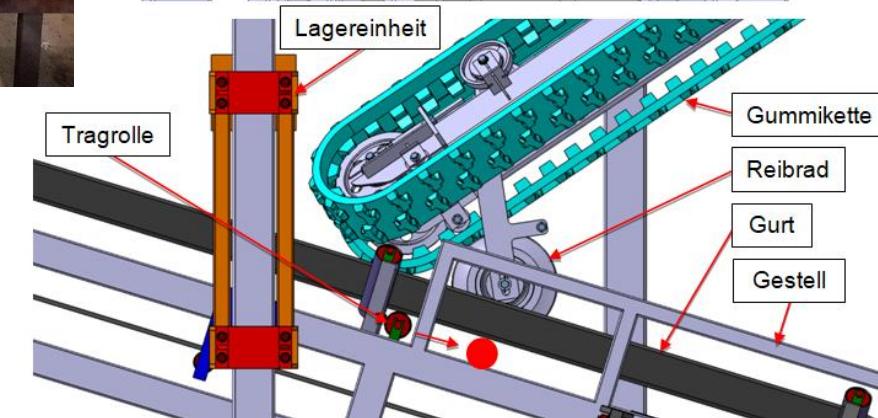
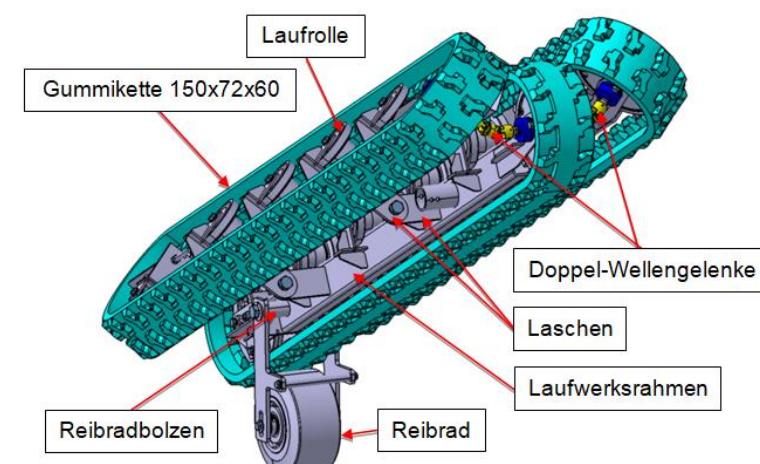
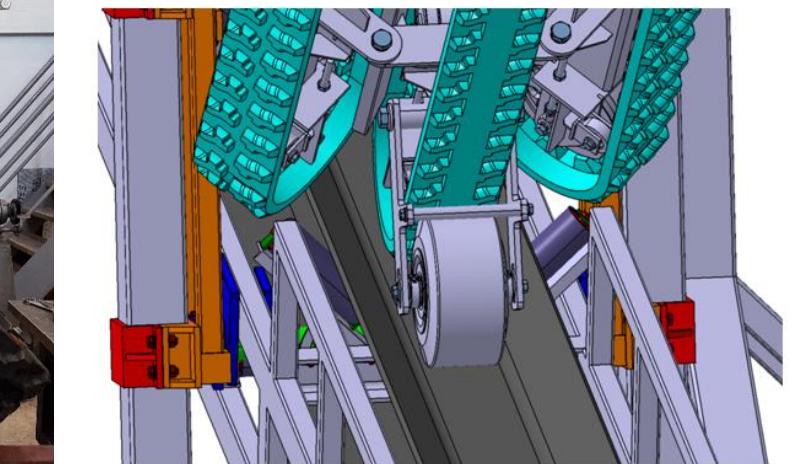
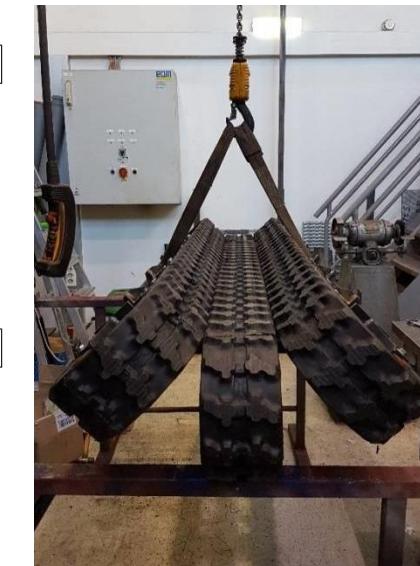
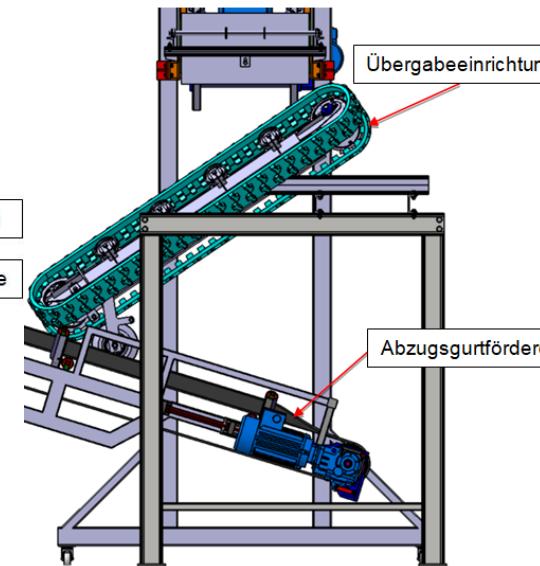
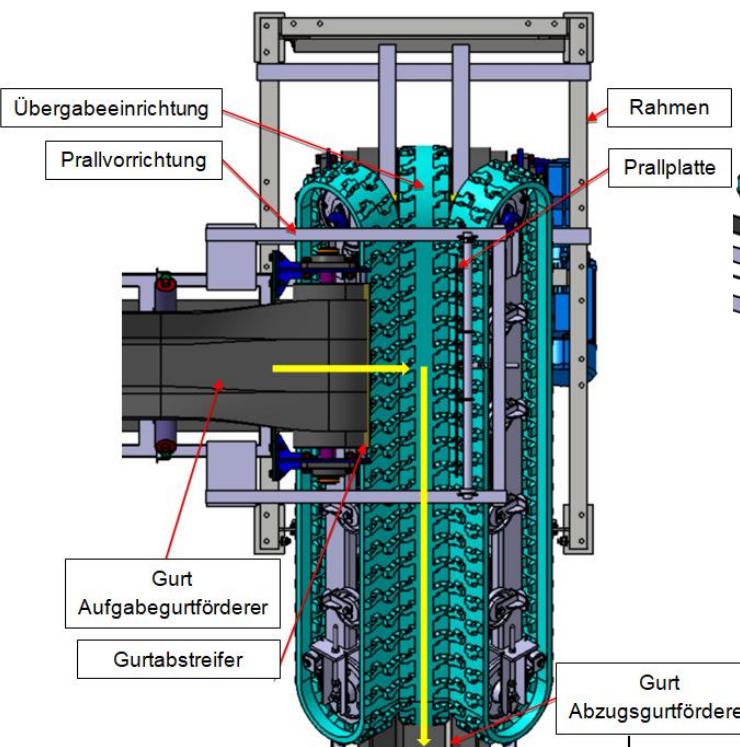
Partikelbelastung in der Simulation (max. Compressive Force)

“FlowScrape”	100%
“FlowScrape” auf Aufgabeband	117%
Ohne “FlowScrape”	176%

Durch den “FlowScrape” reduziert sich der Leistungsbedarf des Aufgabebandes um ca. 3,2kW.

Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape”

Erster Prototyp



Kettenbreite = 150mm

Teilung = 72mm

Anzahl der Stahleinlagen = 60

Gesamt Höhe = 322mm

Achsabstand = 1740mm

Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape”



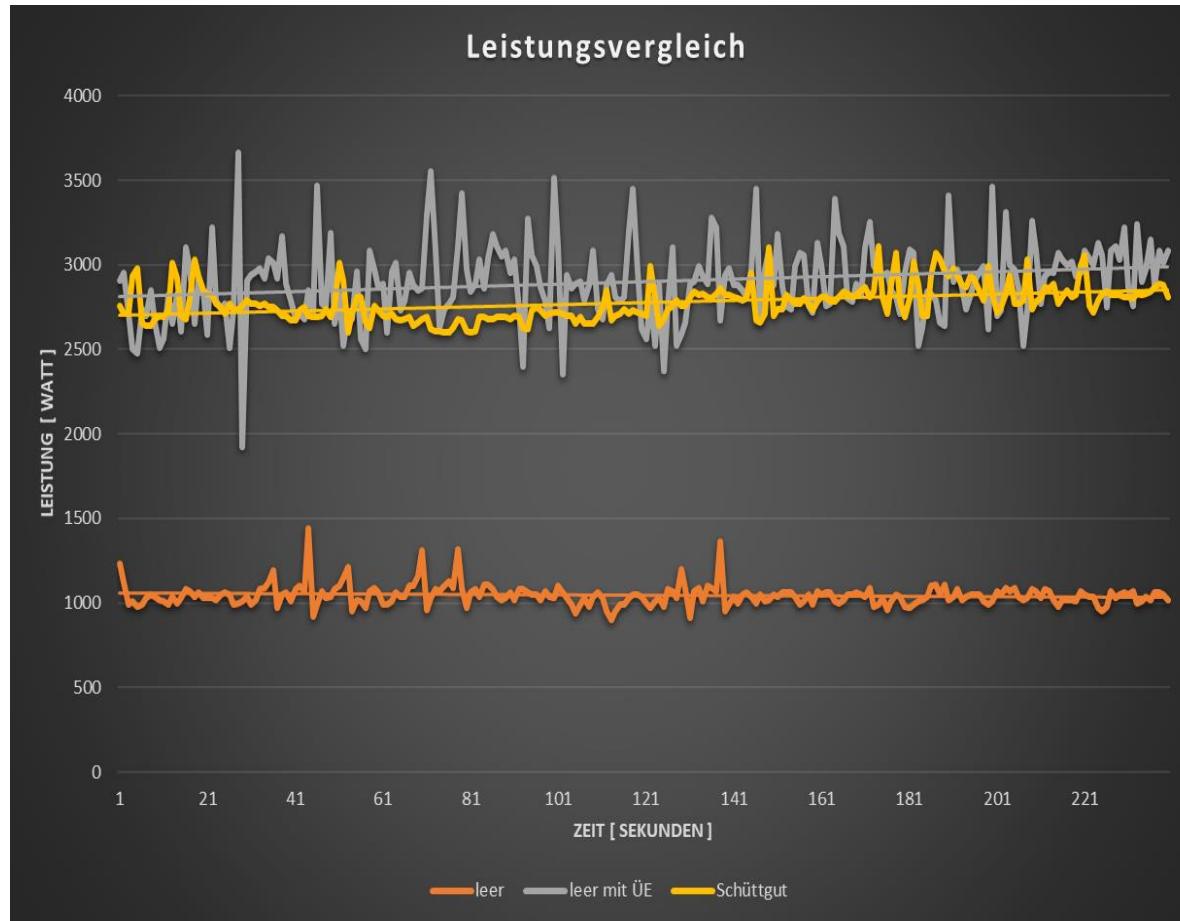
Erste Inbetriebnahme -
Längskantenberührung



Gurtüberdeckung => Reduktion der Spaltverluste



Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape”



Leistungsmessung

Leistungsbedarf „FlowScrape“ = 1.853W
 Reduktion durch das Schüttgut = 123W
 Massenstrom = 13kg/s (46,8t/h)
 Bandgeschwindigkeit = 1,5m/s

Dynamische Übergabeschurre – “FlowScrape”

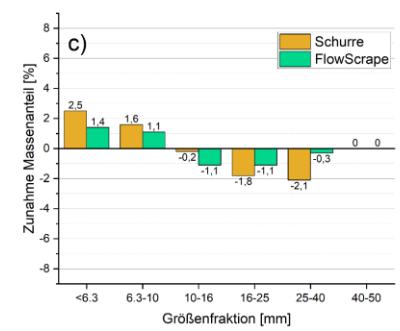
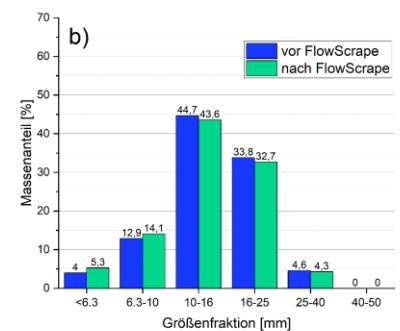
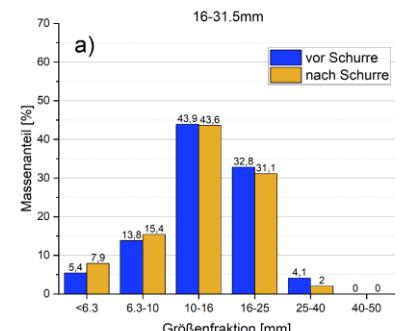
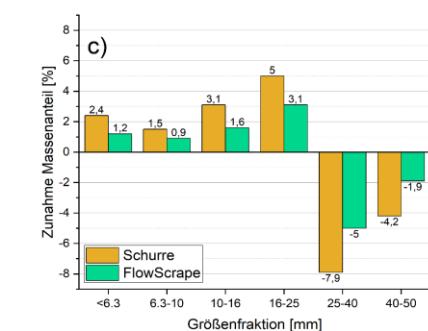
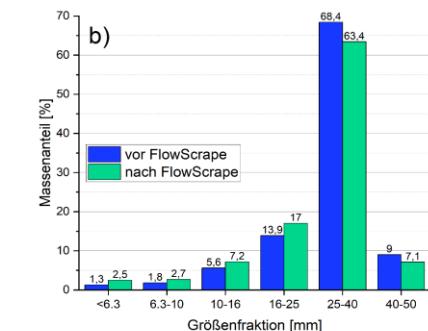
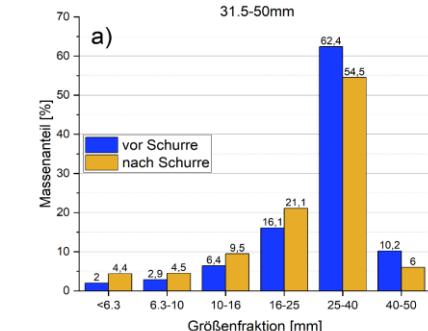


Gesamtfallhöhe = 1600mm

Bandgeschwindigkeiten = 1,5m/s

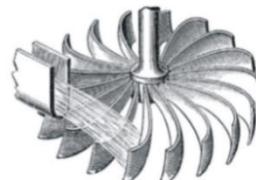
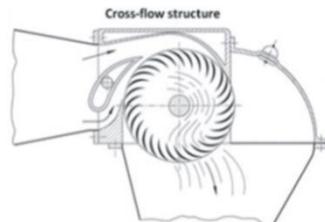
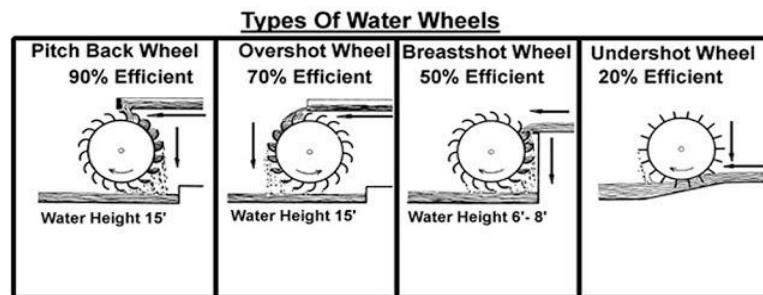


Partikelbruchverhalten von Sinter



Feststoffturbine

Energierückgewinnungssystem für
stetige Schüttgutförderer



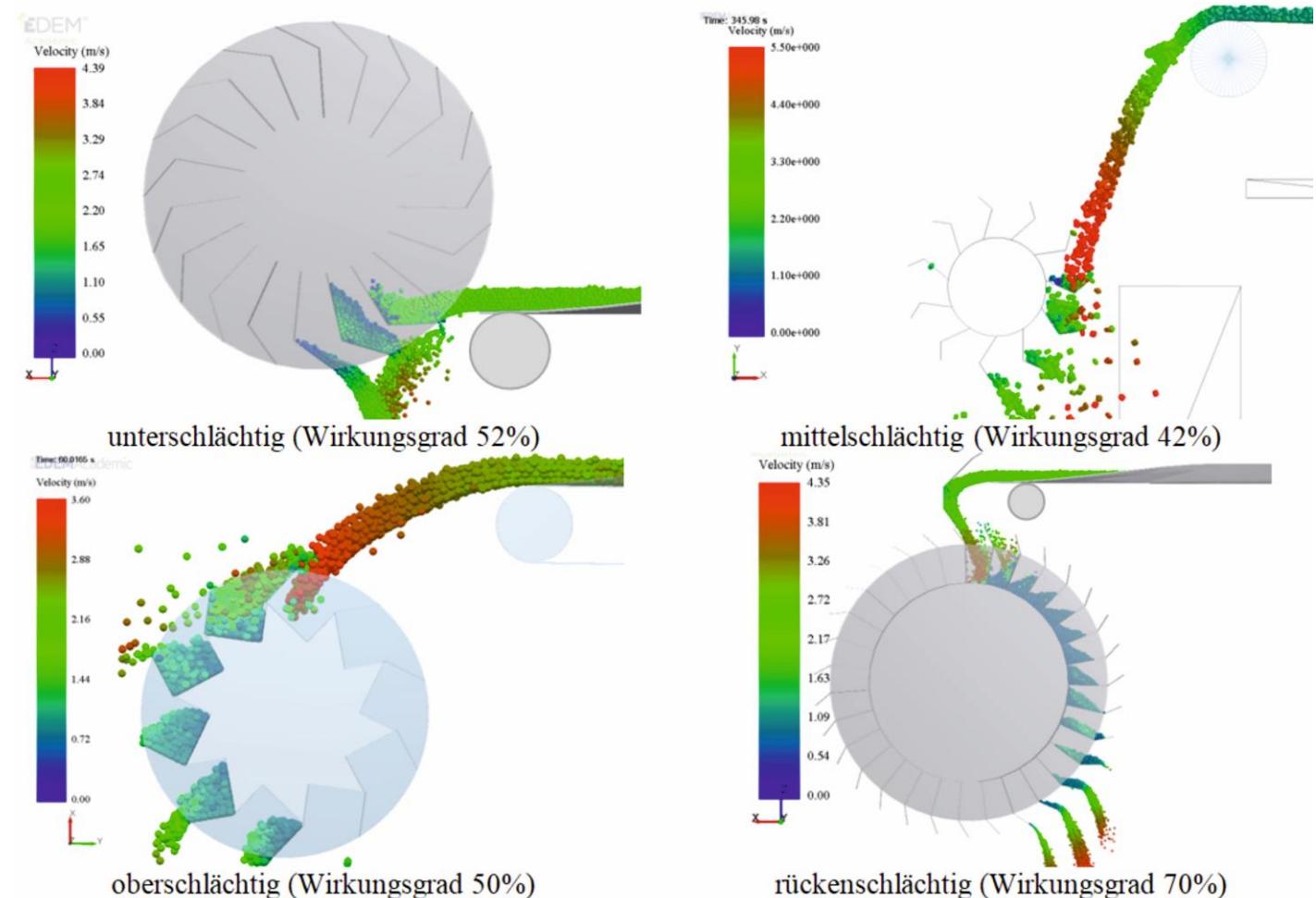
Beispiel:

Massenstrom 15.000t/h (4.166,7kg/s)

Fördergeschwindigkeit 6m/s

Fallhöhe 2m

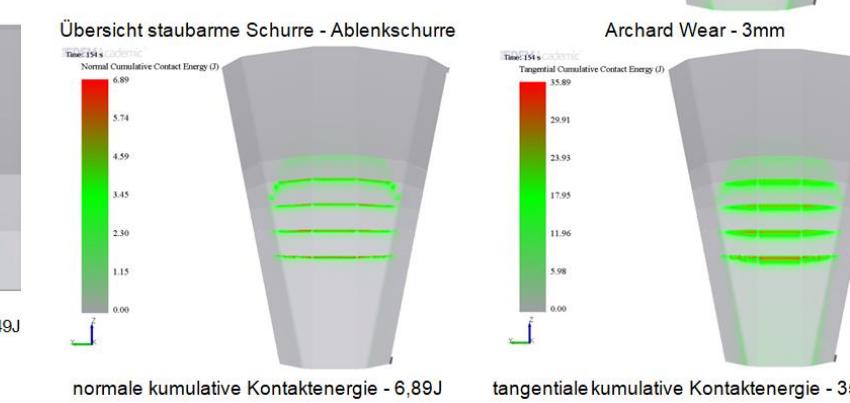
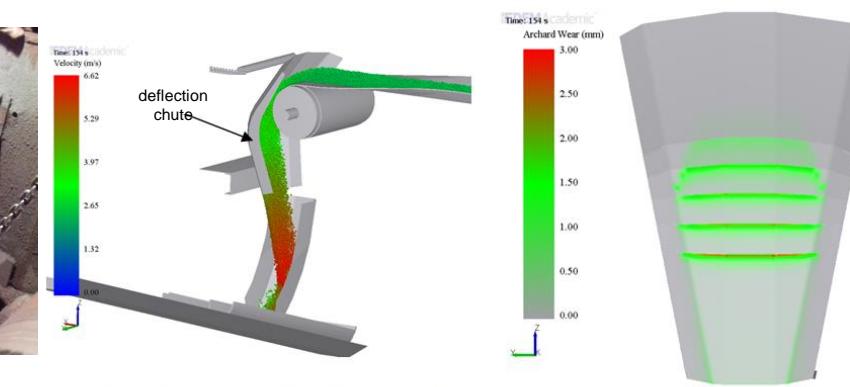
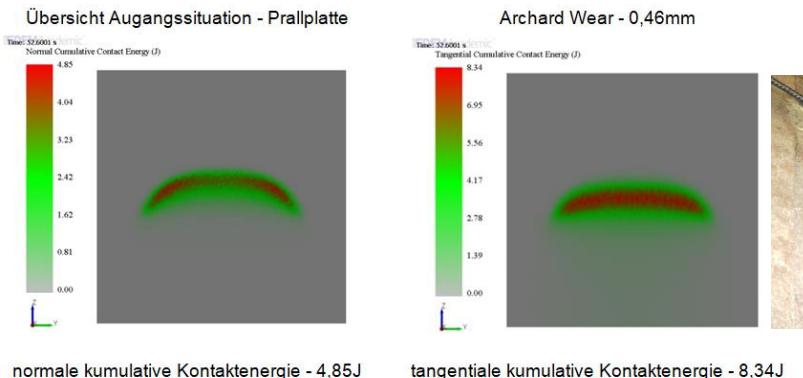
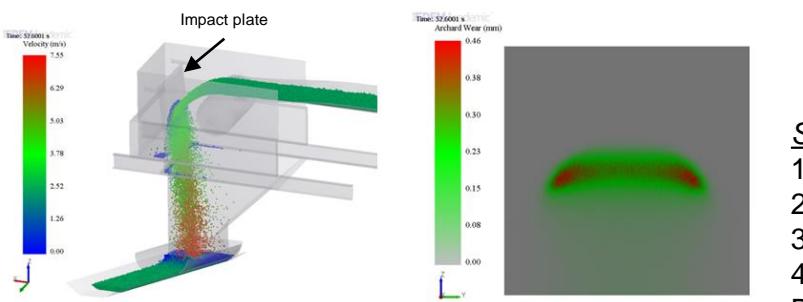
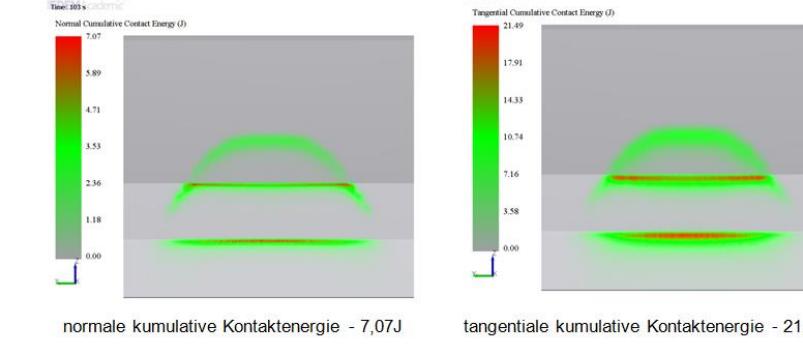
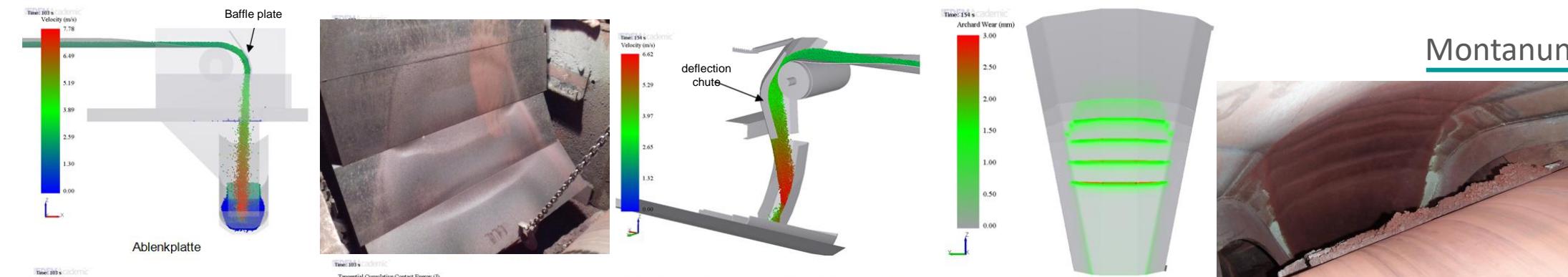
Leistungsinhalt des bewegten Schüttgutes ca. 157kW.



Feststoffturbine

Vorteile:

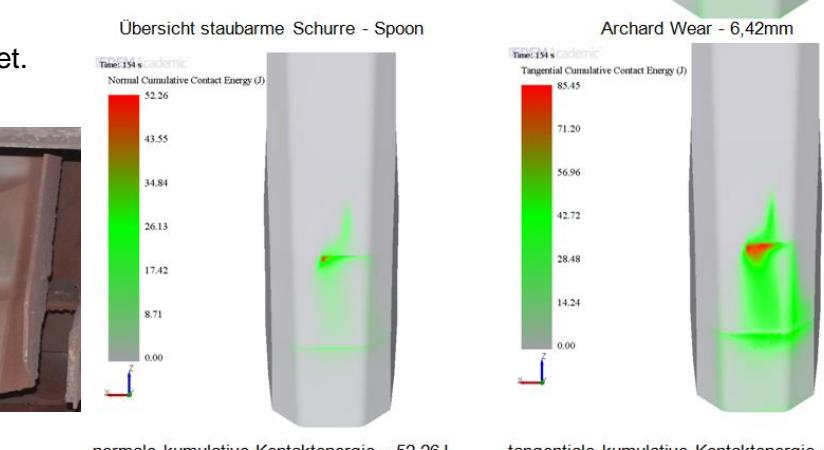
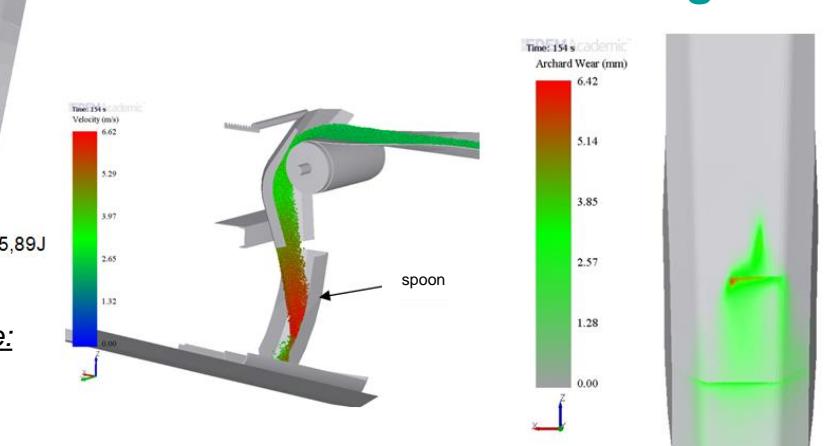
- Energierückgewinnung
- Verschleißvorteil gegenüber Standardübergabeschurren
- "Soft Loading Effekte" durch spezielle Turbinengeometrie => weiterer energetischer Vorteil und Verschleißvorteil am Aufgabeband
- Reduktion von Partikelbrüchen
- Vermeidung der Schüttgutpartikelentmischung



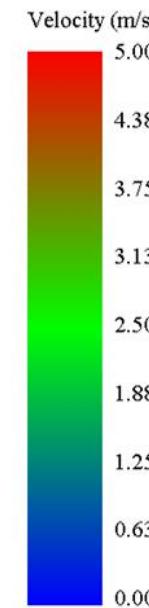
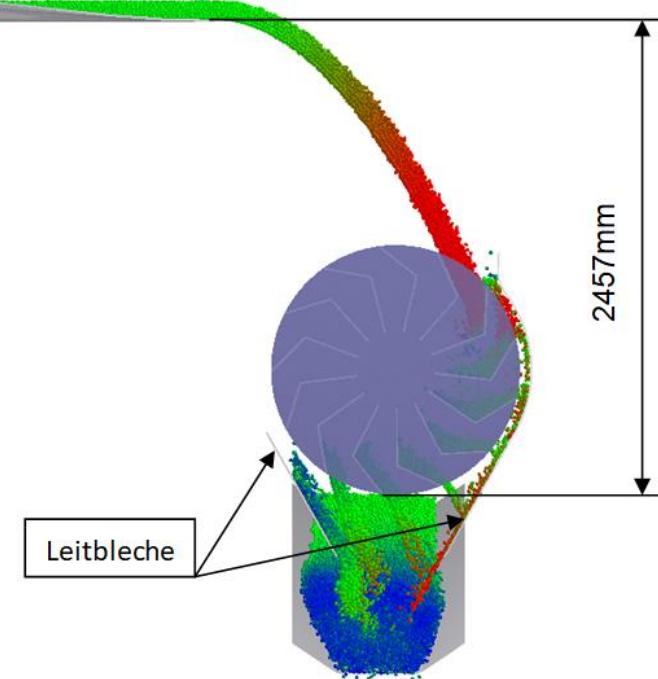
Summe der normalen und tangentialen kumulativen Kontaktenergie:

1. Prallplatte = 13,19J
2. Ablenkplatte = 28,56J
3. Ablenkschurre = 42,78J
4. Löffel = 137,71J

Diese Ergebnisse wurden für die Lebensdauervorhersage verwendet.



Feststoffturbine

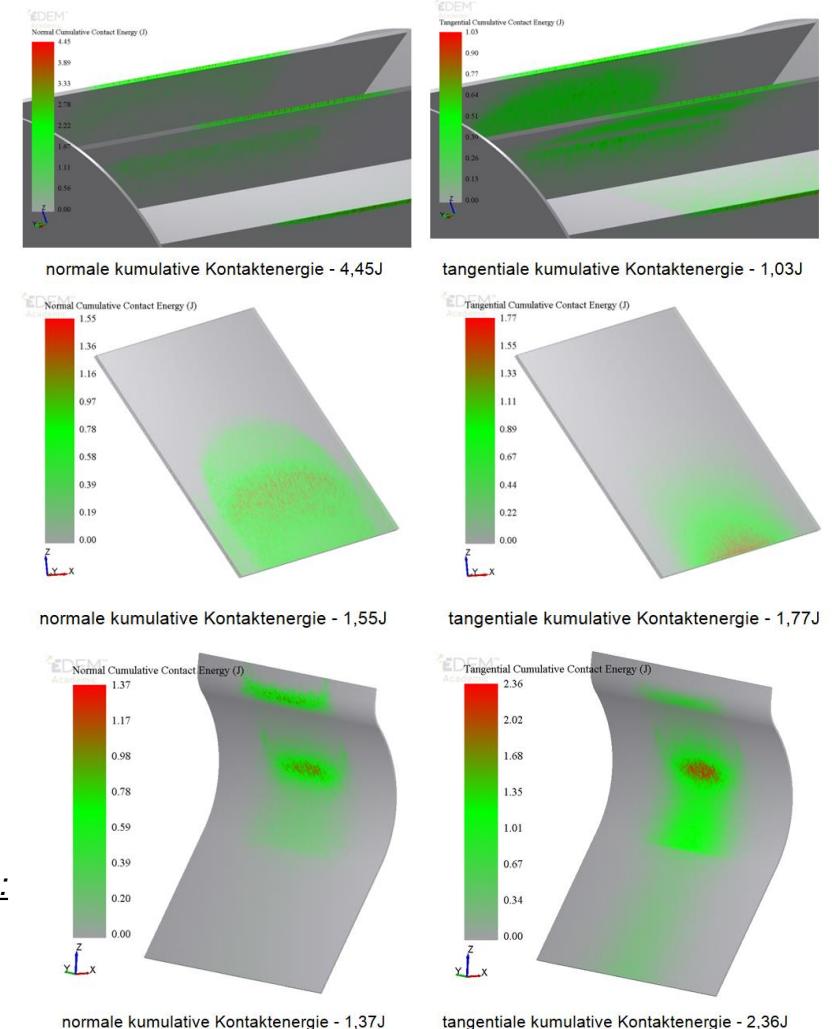


Fördergeschwindigkeit = 2,4m/s
 Turbinendurchmesser = 1.290mm
 Drehmoment = 909Nm
 Turbinendrehzahl = 40rpm
 Turbinenleistung = 3.807W
 Leistungsinhalt = 7.032W
 Wirkungsgrad = 54%

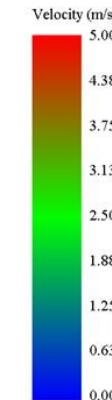
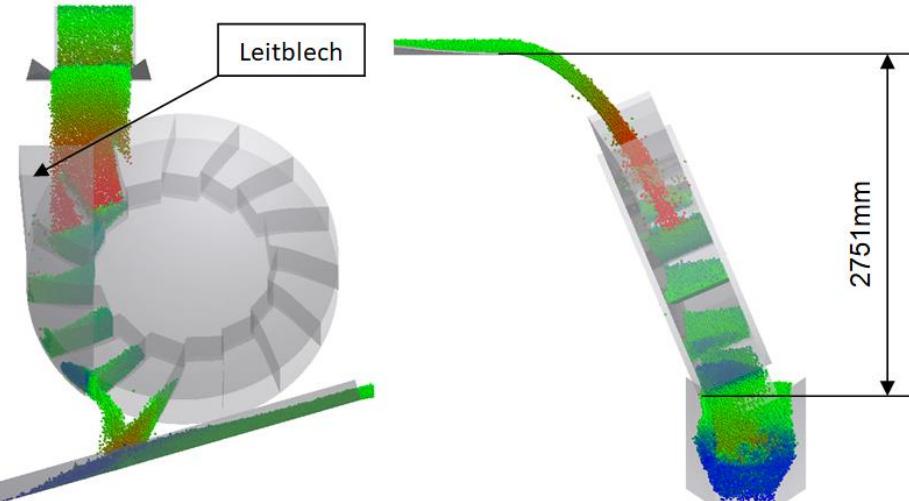
Oberschlächtige Feststoffturbinen

Summe der normalen und tangentialen kumulativen Kontaktenergie:

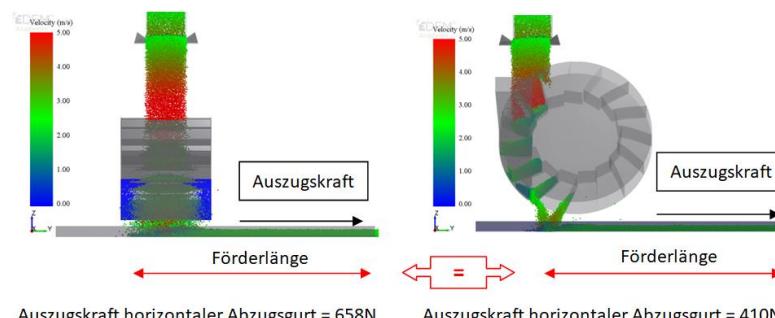
1. Oberschlächtige Turbine = 5,48J
2. Leitblech links = 3,32J
3. Leitblech rechts = 3,73J



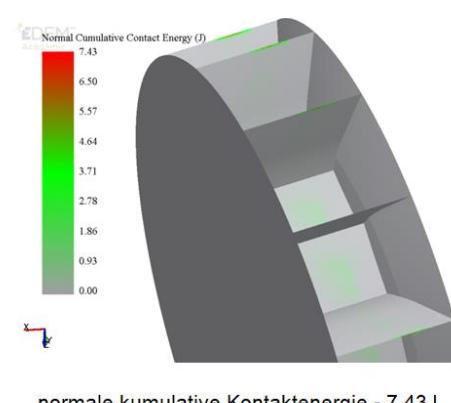
Feststoffturbine



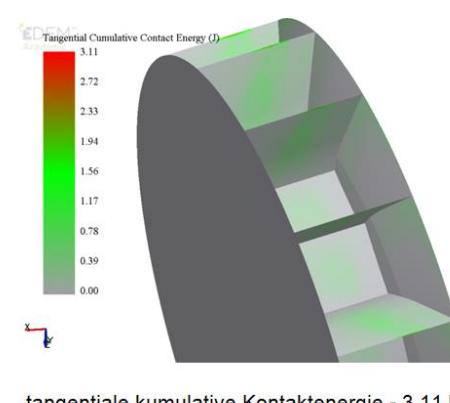
Fördergeschwindigkeit = 2.4m/s
 Turbinendurchmesser = 2500mm
 Drehmoment = 1936Nm
 Turbinendrehzahl = 18rpm
 Turbinenleistung = 3650W
 Leistungsinhalt = 7784W
 Wirkungsgrad = 47%
 Leistungseinsparungen am Abzugsförderband
 durch den Übergabeeffekt = 595W
 Summe der Einsparungen = 4245 W
 Gesamtwirkungsgrad = 55%



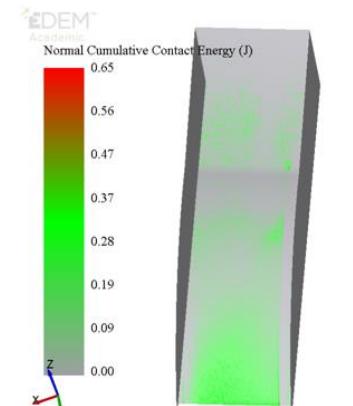
Summe der normalen und tangentialen kumulativen Kontaktenergie:
 1. Übergabeturbine = 10,54J
 2. Leitblech = 17,93J



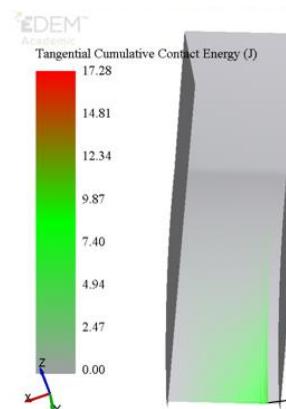
normale kumulative Kontaktenergie - 7,43J



tangentielle kumulative Kontaktenergie - 3,11J



normale kumulative Kontaktenergie - 0,65J

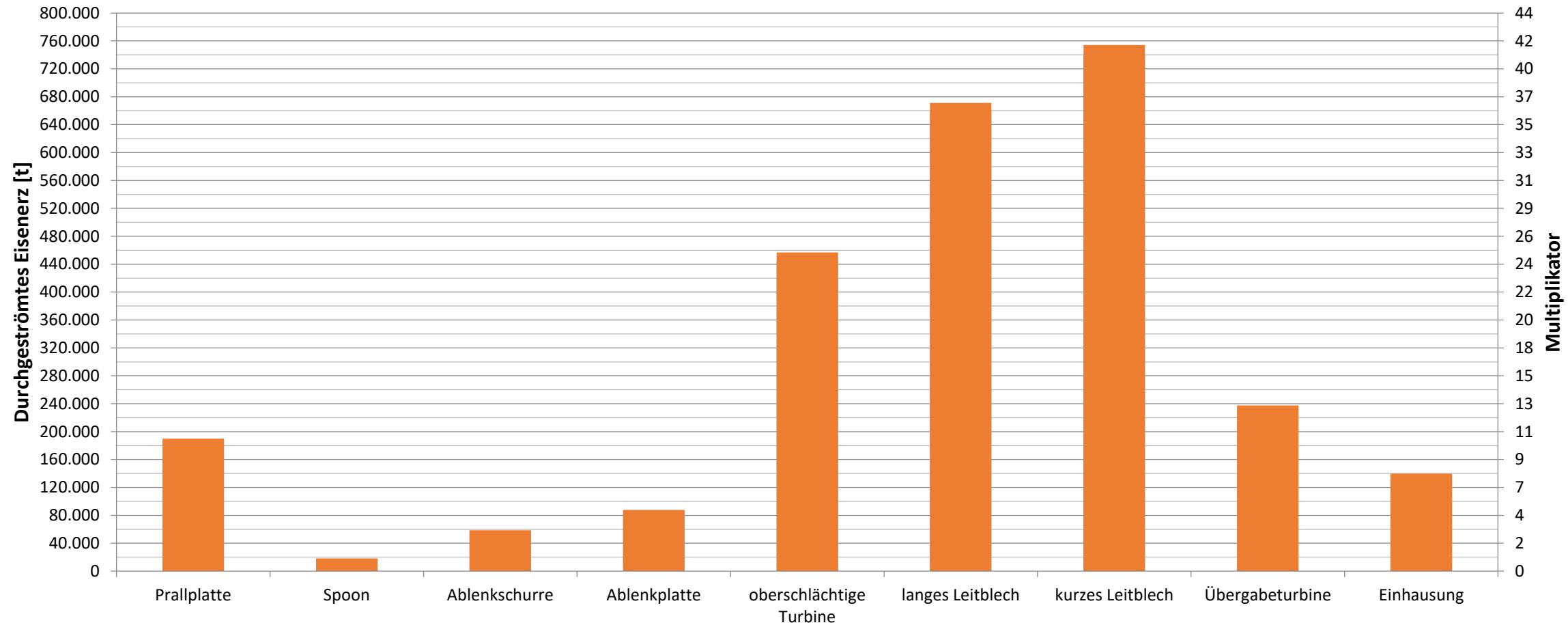


tangentielle kumulative Kontaktenergie - 17,28J

Übergabefeststoffturbine

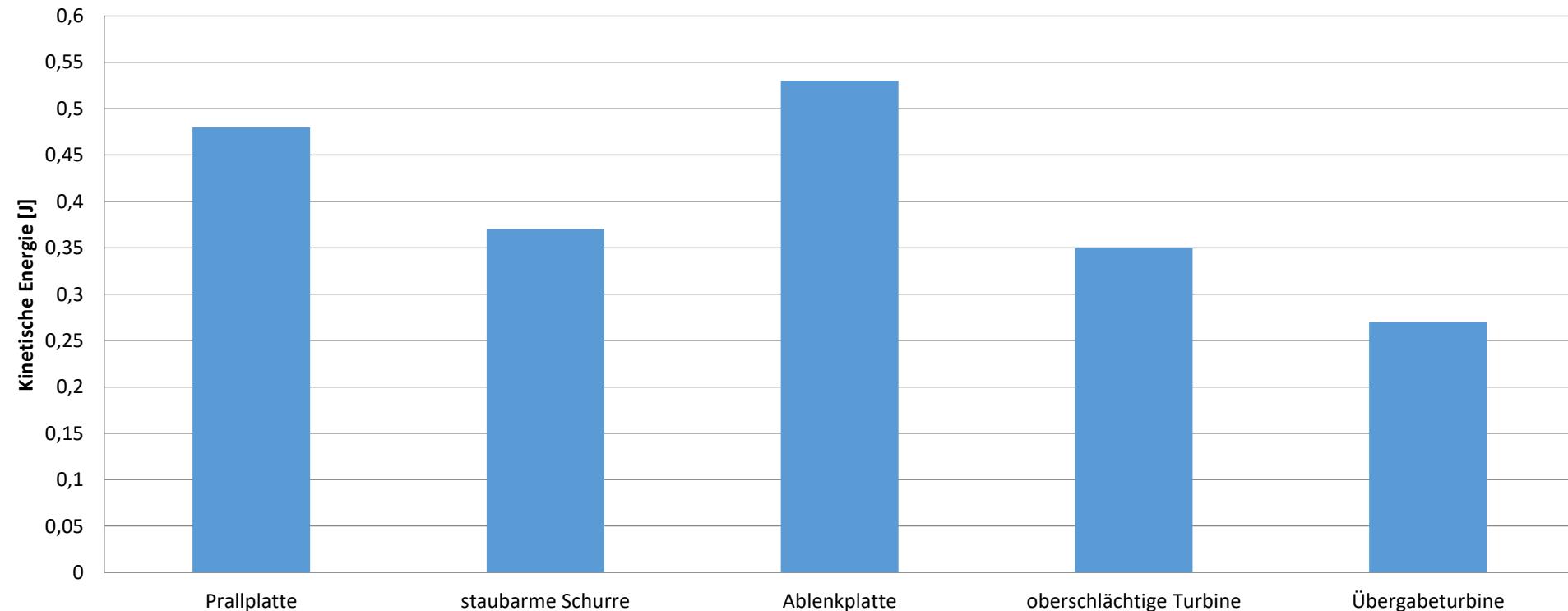
Feststoffturbine

Lebensdauer - Prallplatte als Basis



Feststoffturbine

Maximale kinetische Energie der Schüttgutpartikel
Partikeldurchmesser (Kugel) = 20mm, Masse = 0,0166714kg



Feststoffturbine

Vermeidung der Korngrößenentmischung

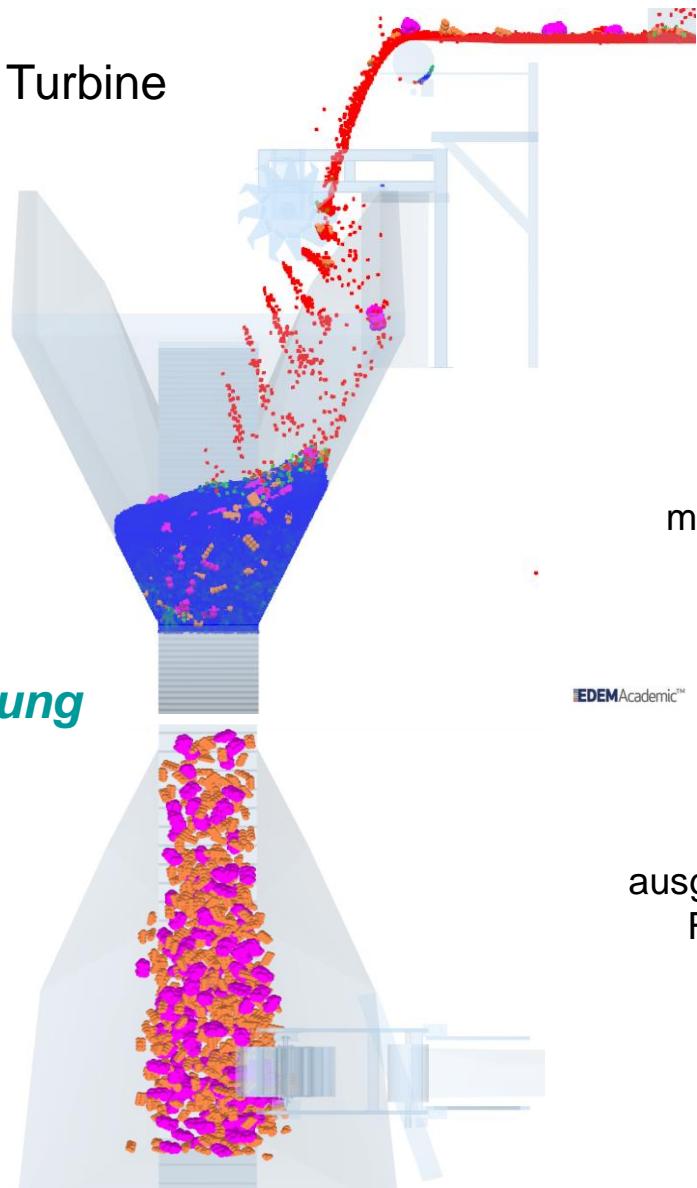
Partikelverteilung am Plattenbandförderer der Brecheranlage
mit Turbine (links) und ohne Turbine (rechts)



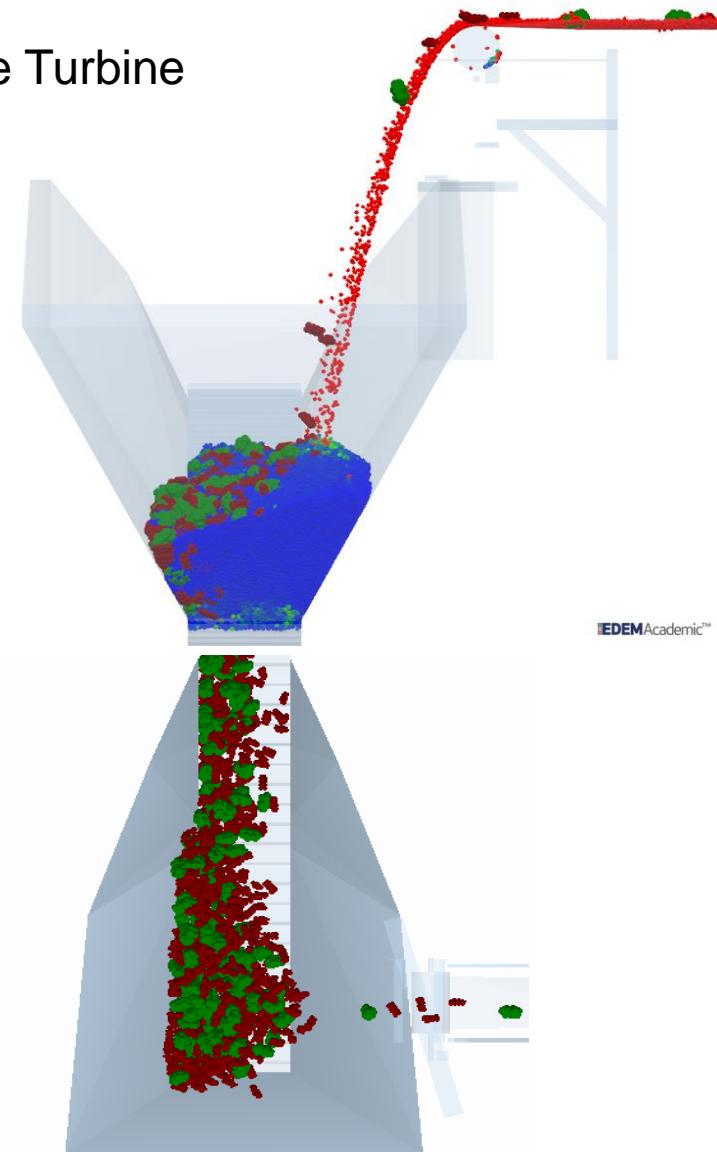
Gleichmäßige Brecherbelastung bzw. Verschleiß durch die Turbine



mit Turbine

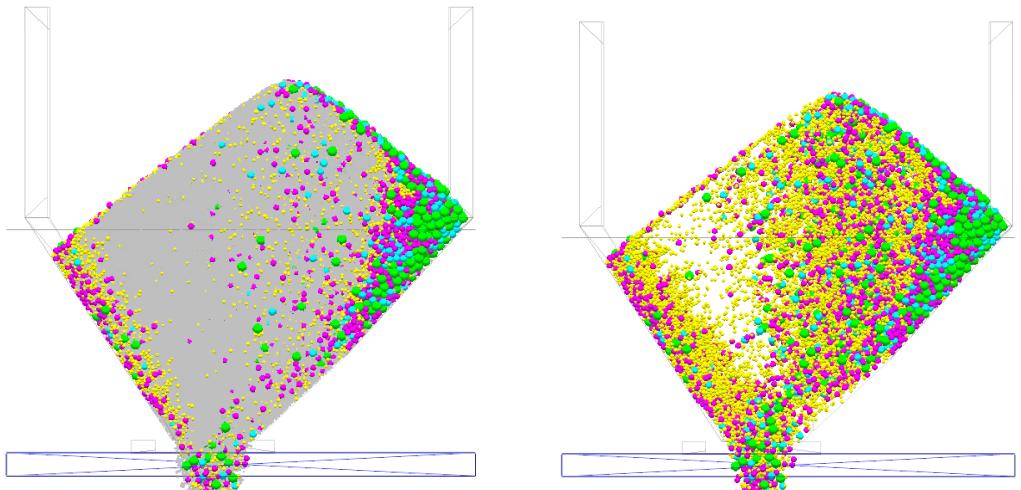
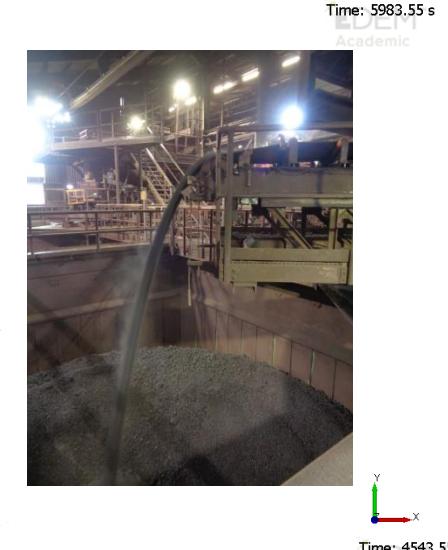
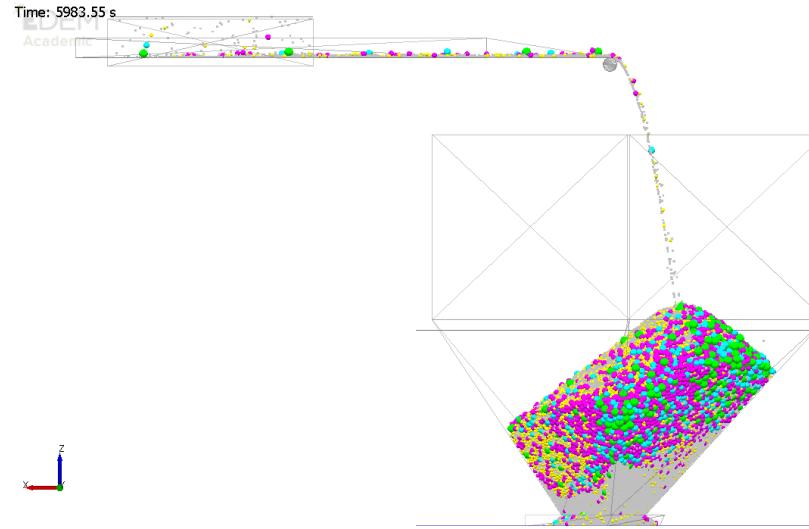


ohne Turbine

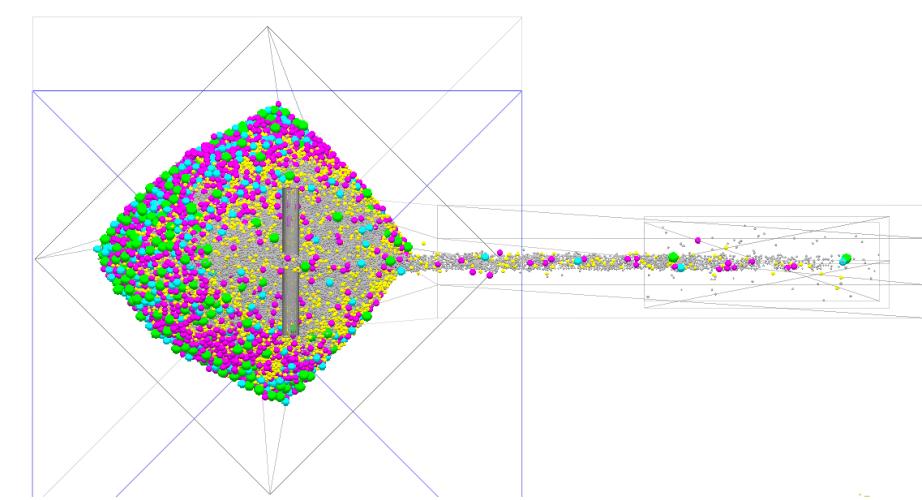


**Vermeidung der
Korngrößenentmischung**

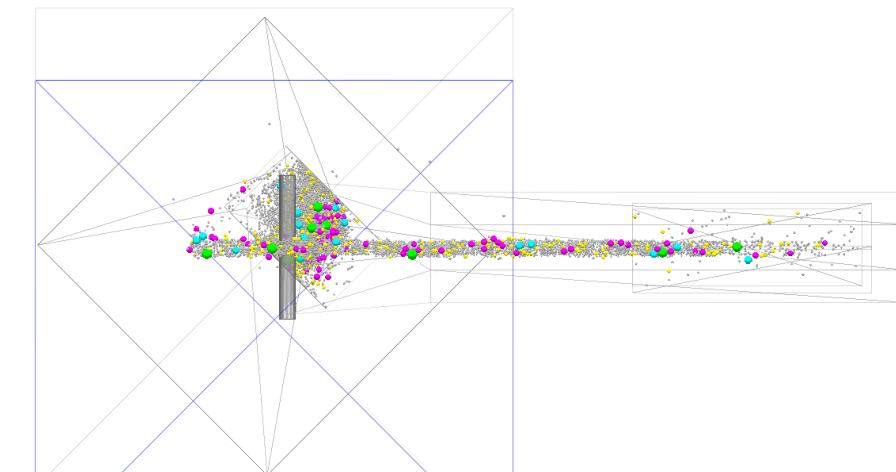
Feststoffturbine



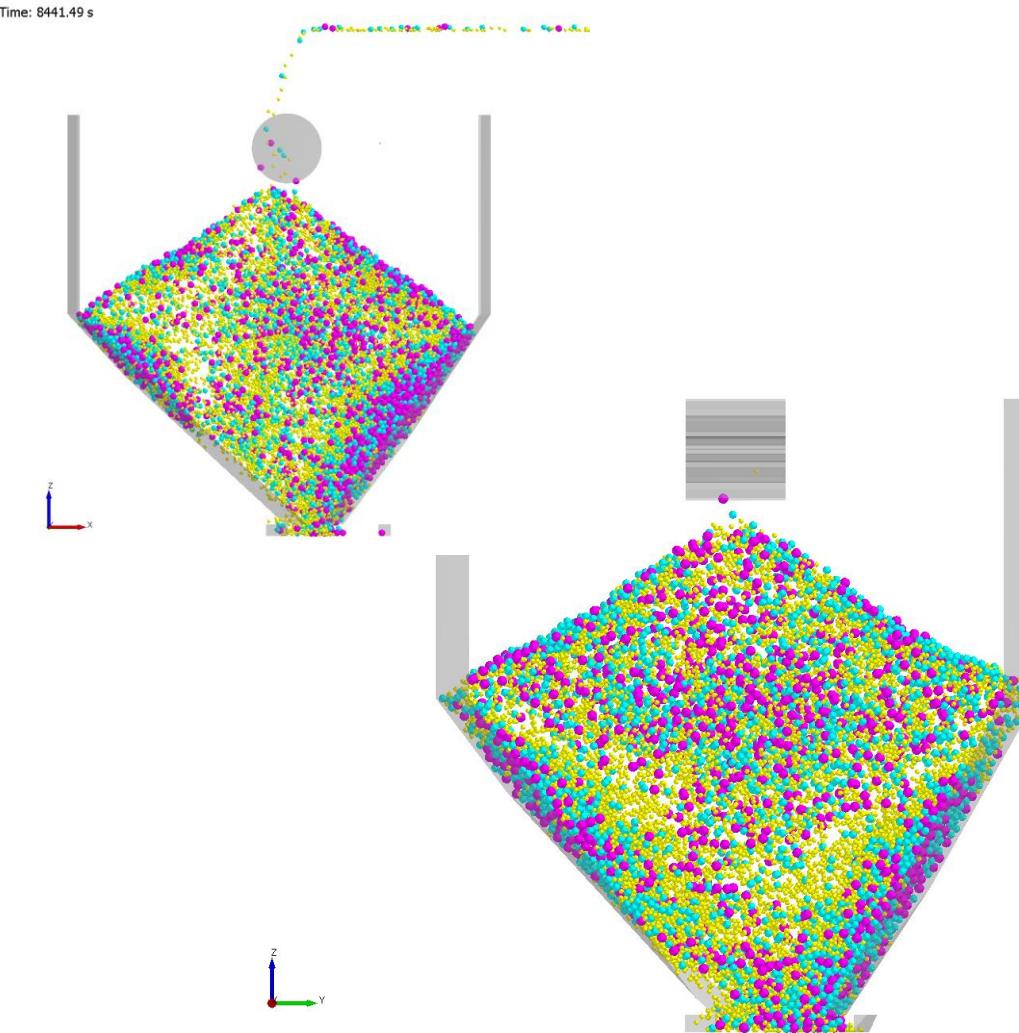
Feststoffturbine - Möllerbunker



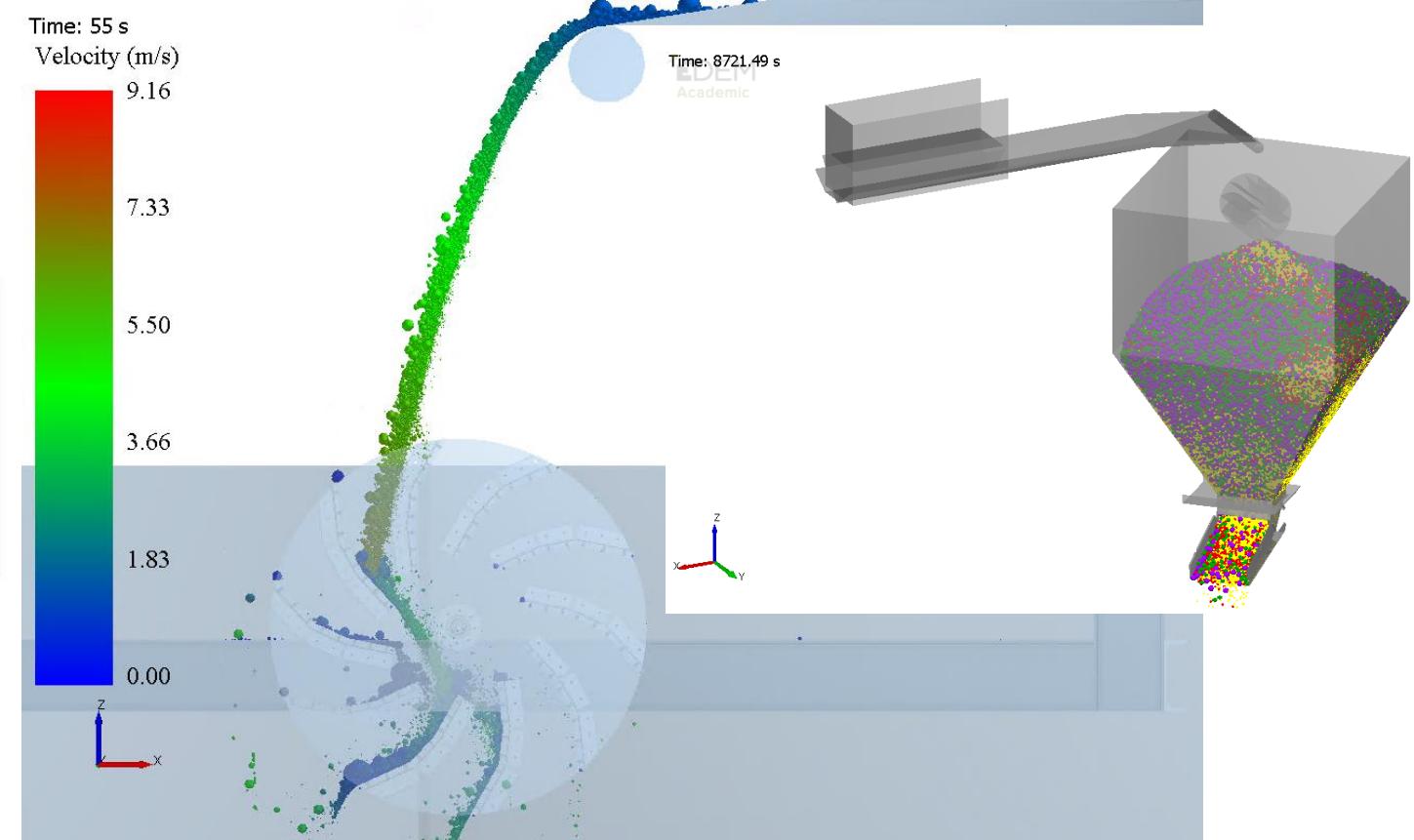
aktuelle Situation



Feststoffturbine



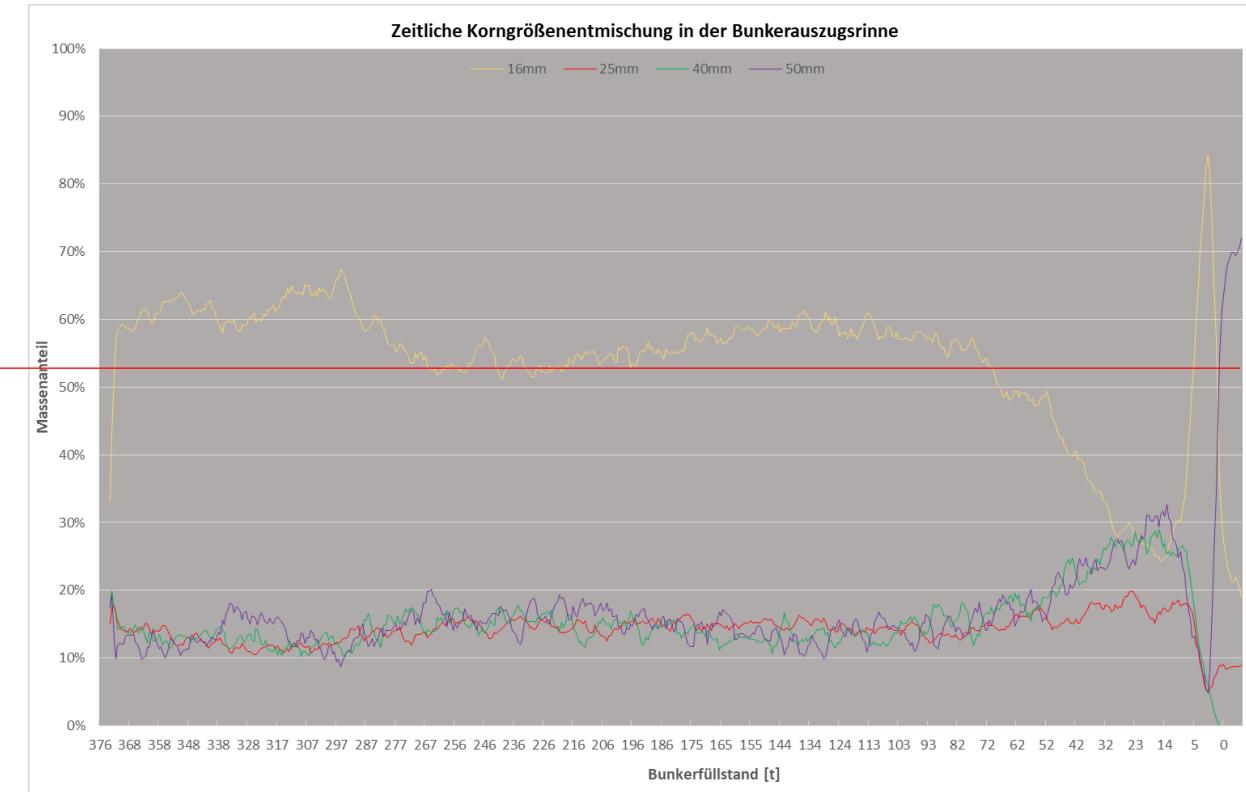
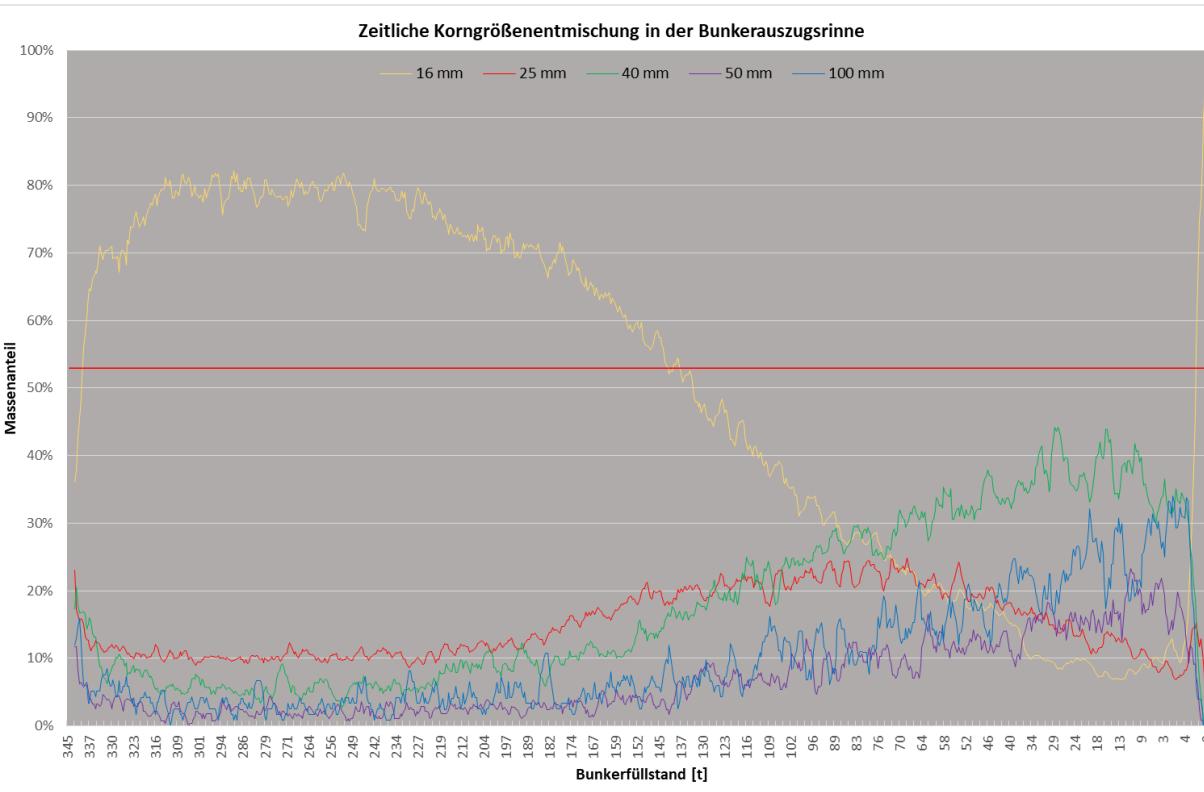
Feststoffturbine (Durchströmturbine) - Möllerbunker



Feststoffturbine

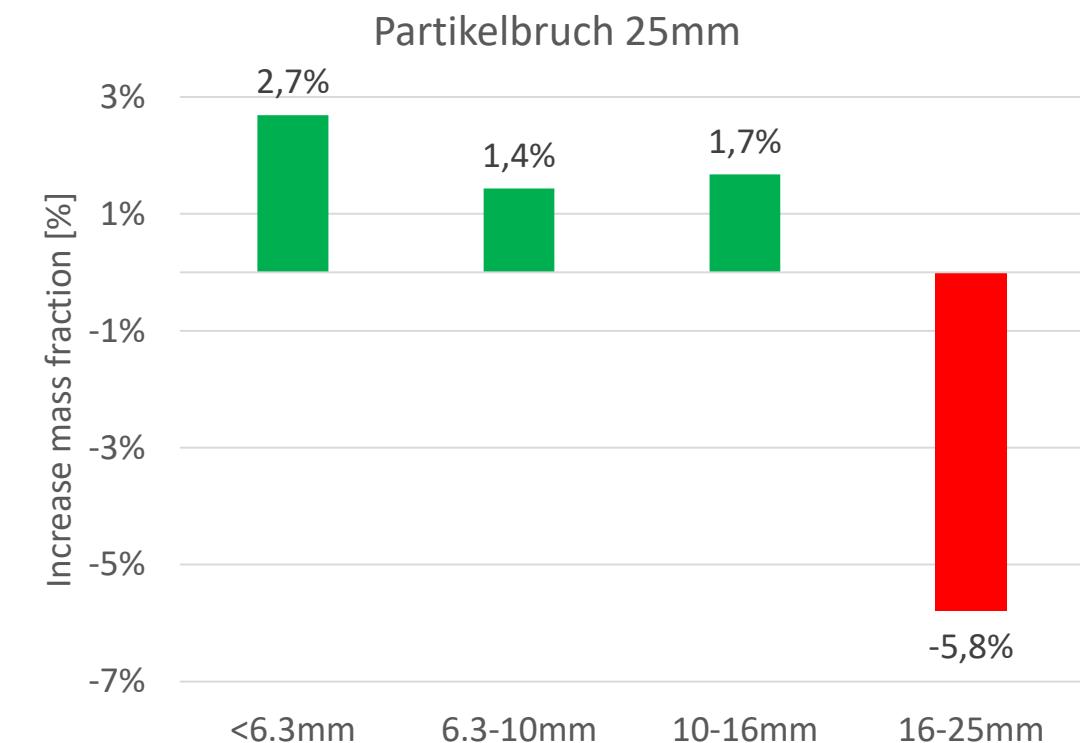
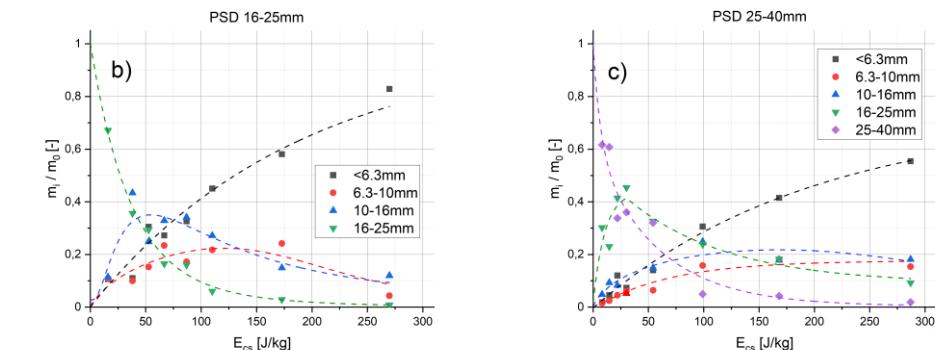
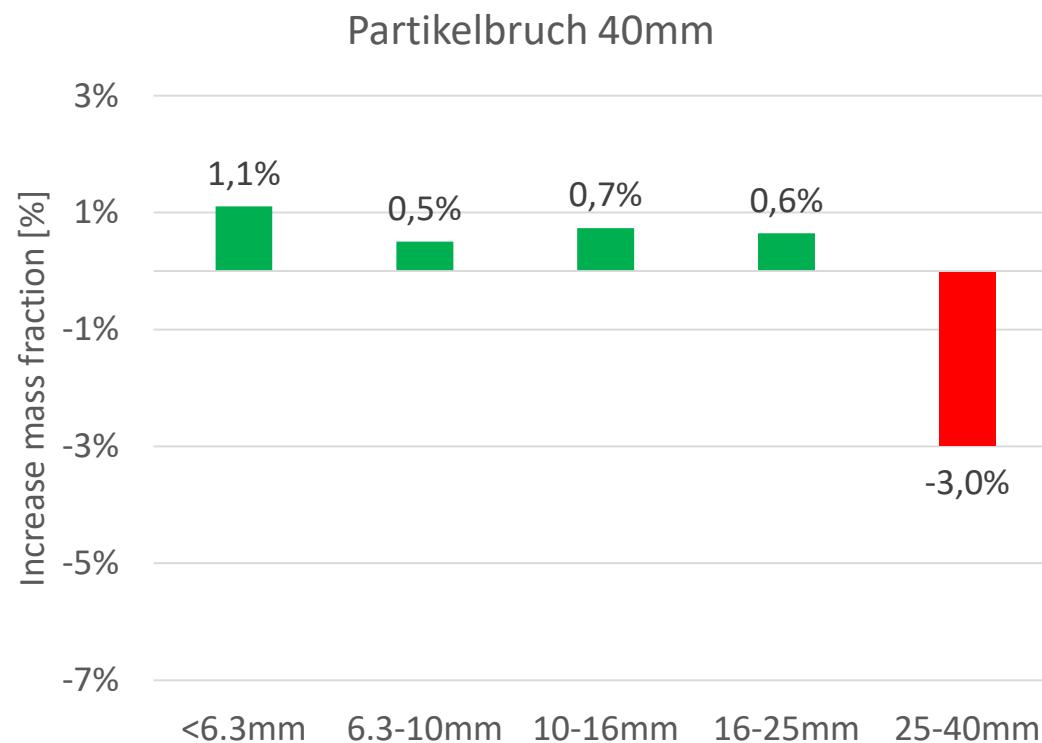
Korngrößenverteilung - Sollwerte

PSD [mm]	Mass [%]
100	9,393
50	6,404
40	17,033
25	14,925
16	52,245
	100

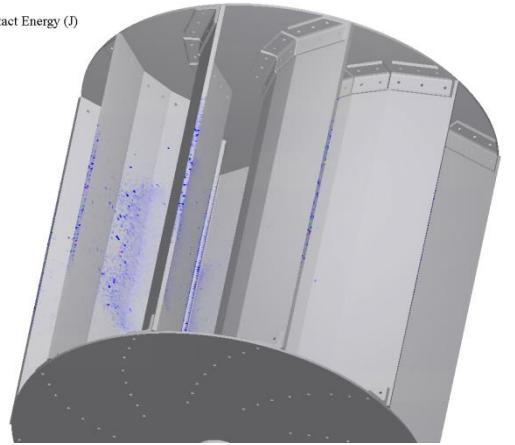
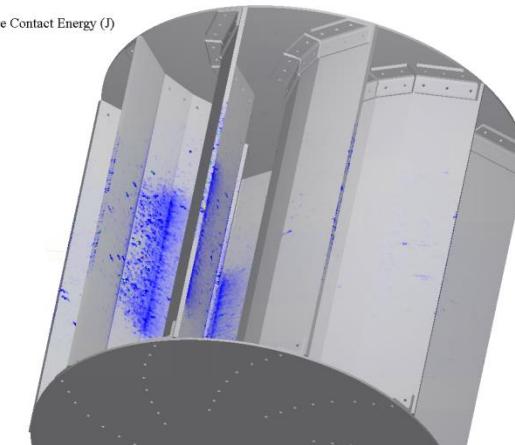
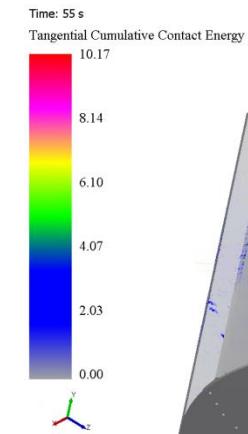
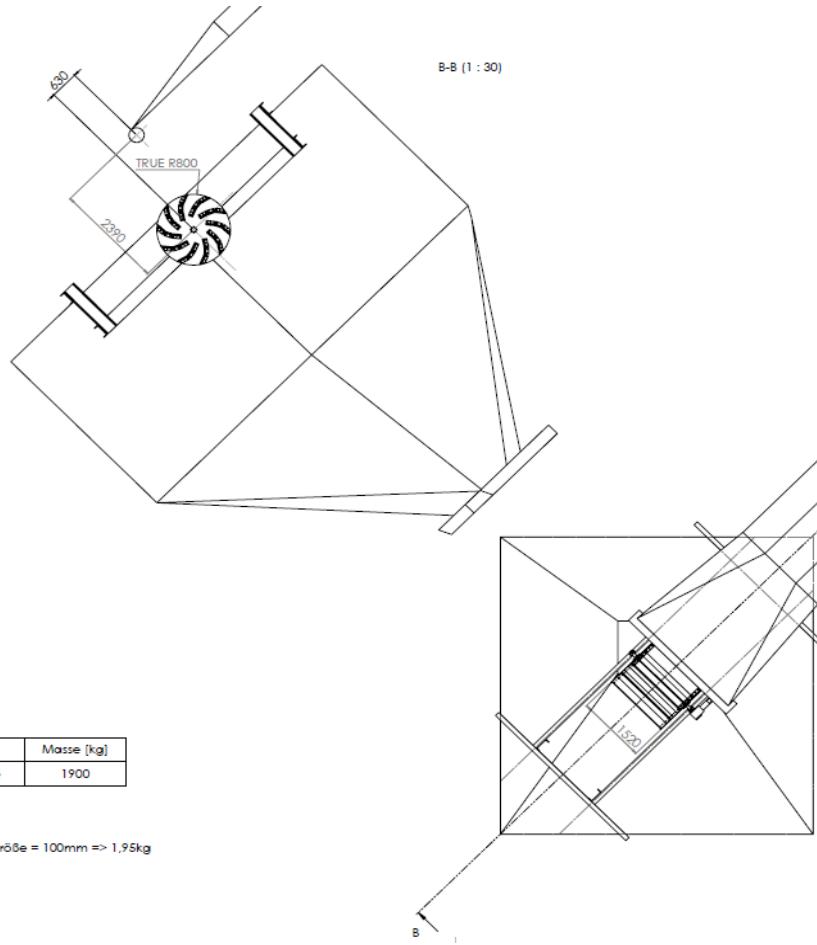


Feststoffturbine

- Partikelbruchverhalten mittels DE – Simulation evaluiert
- „compressive force“ Ansatz
- kalibriert durch Aufprallversuche



Feststoffturbine



Lebensdauer:

Hardox 400 ca. 75 596t = 126 Befüllungen (Bunkerkapazität 600t)
 Kalmetall W100 ca. 265 Befüllungen

Zusammenfassung und Ausblick

- Die vorgestellten Einrichtungen leisten einen wichtigen Beitrag zu Effizienzsteigerung von Industrieanlagen
- Derzeit werden weitere Testreihen bzw. Langzeituntersuchungen vorbereitet
Weitere Ansätze zur Erhöhung der Ressourceneffizienz von Förderanlagen
- Entwicklung von Monitoringsystemen
- Optimierung der Gurtverbindungen
- Neues stetiges Fördersystem mit niedrigem Bewegungswiderstand



Danke für Ihr Interesse!

Dipl.-Ing. Dr. mont. Michael Prenner
Senior Scientist

Bergbaukunde - Fördertechnik und Konstruktionslehre
Mail: michael.prenner@unileoben.ac.at
Tel.: [+43 3842 402 2803](tel:+4338424022803)
Fax.: [+43 3842 402 2802](tel:+4338424022802)
Mobil: [+43 664 80898 2803](tel:+43664808982803)

Montanuniversität Leoben
Franz-Josef-Straße 18
8700 Leoben