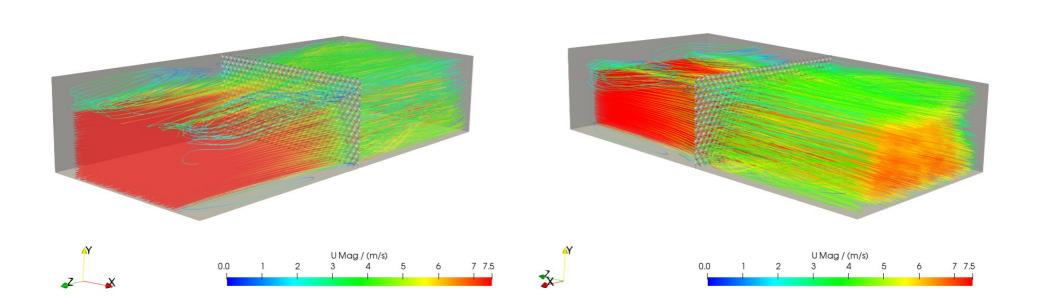


CFD-Analyse – Lochblechstudie

ProcEng Moser GmbH



ProcEng Moser GmbH

Seite 1 / 49



D.Hess

ProcEng Moser GmbH®
Montligstr. 23, 2575 Täuffelen
Tel: 032 396 37 14
www.proceng.ch



Zusammenfassung

- In der Verfahrenstechnik werden Lochbleche eingesetzt, um schiefe Geschwindigkeitsverteilungen zu homogenisieren.
- Ein Lochblech geometrisch in einer CFD-Simulation aufzulösen, benötigt in der Regel viele Rechenzellen, was zu hohen Simulationszeiten führt. Deshalb werden Lochbleche oft mit Hilfe einer porösen Zone simuliert.
- Ziel dieser kleinen Studie war die Betrachtung eines konkreten Falls, einmal geometrisch aufgelöst und einmal mit poröser Zone gerechnet.
- Es wurden drei Quader mit je einem Lochblech mit 40, 50 und 60 prozentiger freier Fläche und ein Quader mit poröser Zone modelliert und simuliert.



D.Hess

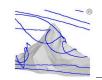
ProcEng Moser GmbH®
Montligstr. 23, 2575 Täuffelen
Tel: 032 396 37 14
www.proceng.ch



Zusammenfassung

- Die Resultate der jeweiligen Varianten weichen nur wenig voneinander ab. Gerade auch in Bezug auf den uniformity index werden ähnliche Resultate erzielt.
- Turbulenzen welche durch die einzelnen Löcher entstehen, treten bei der porösen Zone nicht auf.
 Diese Turbulenzen beruhigen sich in der Regel aber innerhalb kurzer Strecke.
- Durch die Querschnittsverengung des Lochblechs kommt es zu Geschwindigkeitsspitzen. Bei den gewählten Lochbleche (Seite 6) und Randbedingungen (Seite 7) beträgt die Länge dieser Spitzen unter 200 mm, wenn die Löcher einen Durchmesser kleiner als 20 mm aufweisen (Seite 14).





Zusammenfassung

Freie Fläche	40%		50%		60%	
Lochblech	aufgelöst	Poröse Zone	aufgelöst	Poröse Zone	aufgelöst	Poröse Zone
Max. Abweichung Geschwindigkeits- mittelwert (Seite 10)	+20% / - 20%	+14% / -18%	+30% / -25%	+21% / -27%	+42% / -39%	+27% / -35%
Uniformity index	0.967	0.962	0.939	0.945	0.915	0.930
Druckabfall /mbar	0.64 mbar	0.64 mbar	0.31mbar	0.31 mbar	0.14 mbar	0.14 mbar

* Details auf Seite 7 und 12.

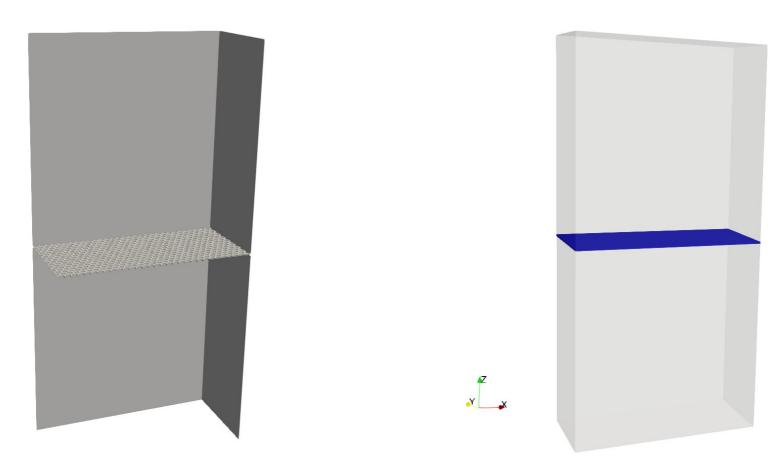


ProcEng Moser GmbH® Montligstr. 23, 2575 Täuffelen

Montligstr. 23, 25/5 Täuttele Tel: 032 396 37 14 www.proceng.ch



Geometrie

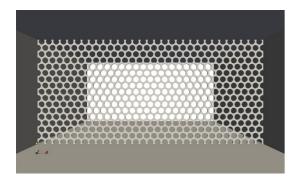


Die Abbildung links zeigt den Quader mit aufgelöstem Lochblech, rechts ist die poröse Zone, blau dargestellt, ersichtlich.

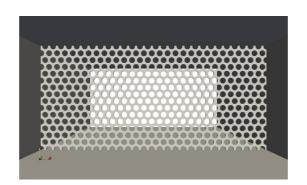


Geometrie

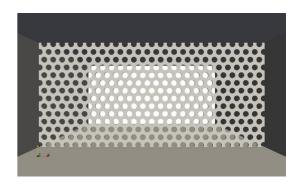
60% freie Fläche



50% freie Fläche



40% freie Fläche



Die Abbildungen zeigen die drei Lochbleche.



ProcEng Moser GmbH® Montligstr. 23, 2575 Täuffelen

Montligstr. 23, 2575 Täuffelen Tel: 032 396 37 14 www.proceng.ch



Randbedingung

Mit folgenden Werten wurde simuliert:

Einlassgeschwindigkeit: 10m/s

Temperatur: 20°C

Druckabfall poröse Zone:

Die Widerstandswert der Zone wurde jeweils so gewählt, dass sich Druckabfälle identisch zu den drei Lochblech-Varianten ergeben.

Uniformity Index:

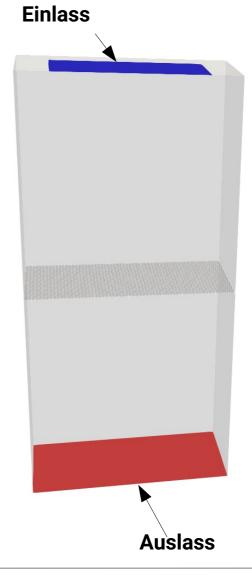
$$\gamma = 1 - \frac{\sum_{i=1}^{n} \frac{\sqrt{(w_i - \overline{w})^2}}{\overline{w}} \cdot A_i}{2 \cdot n \cdot A}$$

 $\lambda = uniformity index$ $A_i = local cell area$ A = total brick area $w_i = local velocity$ n = number of cells

 $\overline{w} = mean \ velocity$

$$=\frac{\sum_{i=1}^{n}w_{i}\cdot A_{i}}{n\cdot A}$$





Seite 7 / 49

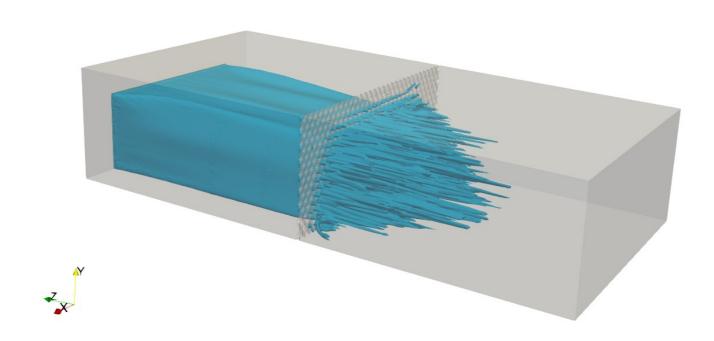


ProcEng Moser GmbH® Montligstr. 23, 2575 Täuffelen

Tel: 032 396 37 14 www.proceng.ch



Randbedingung



In einem ersten Durchgang ist die Fläche des Einlasses halb so gross wie der Kanalquerschnitt. Bei 10m/s am Einlass beträgt die Leerrohrgeschwindigkeit im Quader 5m/s. Somit trifft jeweils ein Jet mit ca. 8 m/s auf das Lochblech / poröse Zone. Die Abbildung oben zeigt die Strömung welche eine höhere Geschwindigkeit als 7.5m/s aufweist, als blaues Volumen.

Seite 8 / 49

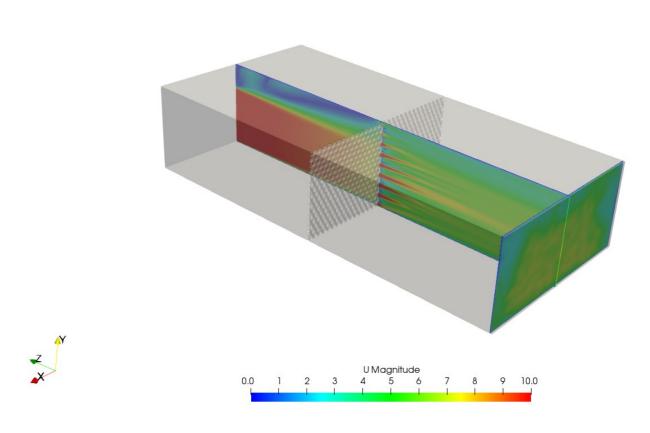


ProcEng Moser GmbH® Montligstr. 23, 2575 Täuffelen

Tel: 032 396 37 14 www.proceng.ch



Schnittflächen

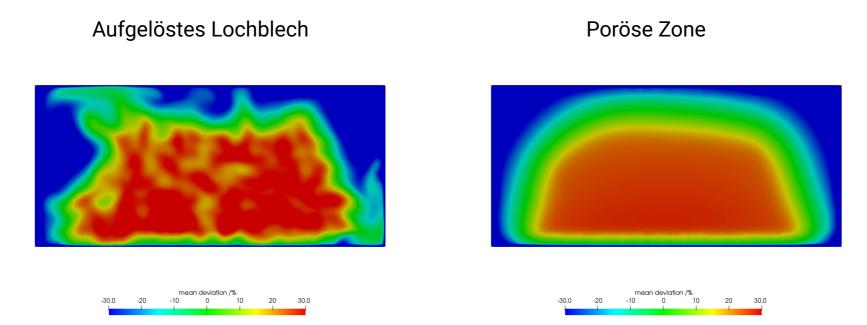


Die Geschwindigkeitsverteilung wurde auf der Schnittfläche kurz vor dem Auslass ausgewertet. Zu sehen ist jeweils die prozentuale Abweichung vom Mittelwert, welcher 5m/s beträgt. Weiter wurde der uniformity index für die Fläche errechnet. Bei einer gleichmässigen Strömungsgeschwindigkeit über den ganzen Querschnitt, beträgt dieser Index 1. Je schiefer die Geschwindigkeitsverteilung ist, umso tiefer ist der Index.

Seite 9 / 49



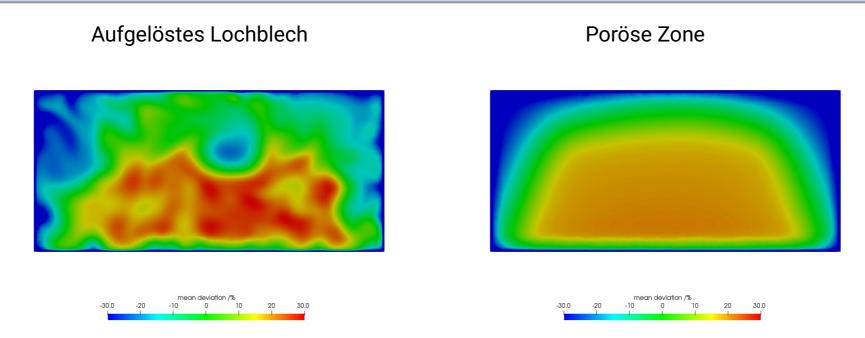
Geschwindigkeitsverteilung – 60% freie Fläche



Bei 60% freier Fläche wird die Strömungsgeschwindigkeit des Jets von 10m/s auf ca. 6.5 m/s ver-ringert. Das entspricht einer Abweichung von 30%. Was die Form der Geschwindigkeitsverteilung betrifft, ähneln sich die beiden Varianten stark. Der Unterschied liegt hauptsächlich darin, dass Turbulenzen, welche von den einzelnen Löchern verursacht werden, nach 200 mm immer noch sichtbar sind. Der uniformity index beträgt für die aufgelöste Variante 0.915, bei der porösen Zone sind es 0.93.



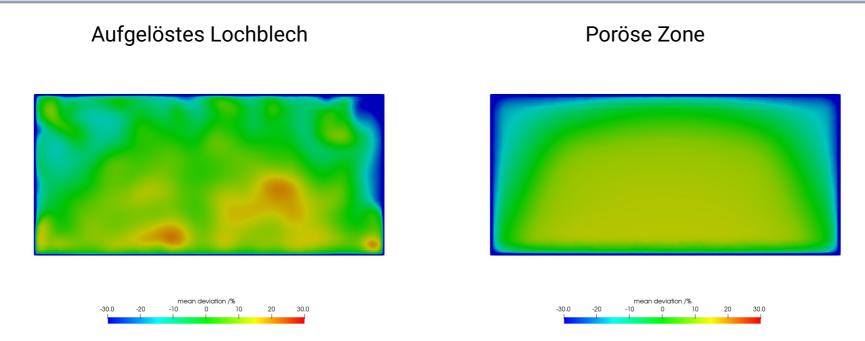
Geschwindigkeitsverteilung – 50% freie Fläche



Auch hier machen die Turbulenzen, verursacht durch die Löcher den Unterschied. Die uniformity Indizes betragen 0.94 beim aufgelösten Lochblech und 0.945 bei der porösen Zone und liegen somit nahe beieinander.



Geschwindigkeitsverteilung – 40% freie Fläche



Auch bei 40% freier Fläche zeigen beide Varianten ähnliche Ergebnisse. Uniformity index beträgt für die aufgelösten Variante 0.967 und für die Variante mit poröser Zone 0.962.

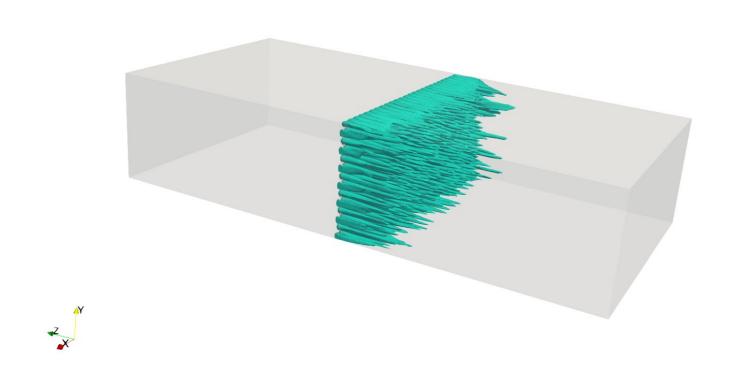


ProcEng Moser GmbH[®] Montligstr. 23, 2575 Täuffelen

Tel: 032 396 37 14 www.proceng.ch



Länge der Jets nach dem Lochblech



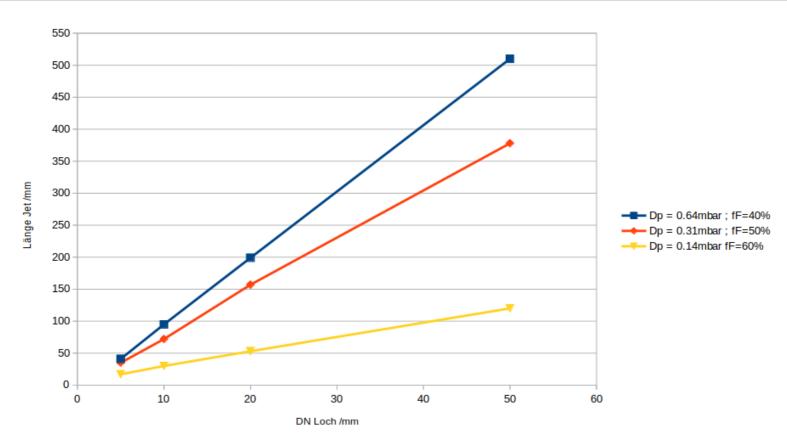
In einem zweiten Durchgang wurde der gesamte Querschnitt als Einlass verwendet. Leerrohrgeschwindigkeit beträgt wiederum 5m/s. Durch die Querschnittsverengung des Lochblechs entstehen Geschwindigkeitsspitzen. Die Länge dieser Spitzen ist abhängig vom Durchfluss, von der freien Fläche des Lochblechs und vom Lochdurchmesser. Für diese Studie wurde ein Jet als Volumen definiert, welcher Strömungsgeschwindigkeiten höher als 150% (7.5m/s) der Leerrohrgeschwindigkeit aufweist.



www.proceng.ch



Länge der Jets in Abhängigkeit des Lochdurchmessers



Das Diagramm oben zeigt die Länge der Jets in Abhängigkeit des Lochdurchmessers bei 40, 50 und 60% freier Fläche. Bei Löcher unter 20mm sind die Jets in der Regel kürzer als 200mm.