



Florian Gruschwitz (Autor)

## **Filtration für die Schmierölsreinigung bei schwerölbetriebenen Großdieselmotoren**



<https://cuvillier.de/de/shop/publications/6485>

Copyright:

Cuvillier Verlag, Inhaberin Annette Jentsch-Cuvillier, Nonnenstieg 8, 37075 Göttingen,  
Germany

Telefon: +49 (0)551 54724-0, E-Mail: [info@cuvillier.de](mailto:info@cuvillier.de), Website: <https://cuvillier.de>



# Inhaltsverzeichnis

0	Einleitung .....	1
1	Problemstellung und Aufbau der Arbeit.....	3
1.1	Detaillierung Anwendungsfall .....	3
1.2	Stand der Technik und Problemstellung.....	4
1.3	Zielsetzung, Anspruch und Aufbau dieser Arbeit.....	7
2	Schmierölmedium und Leistungsreferenz .....	11
2.1	Charakterisierung Schmieröl und Betriebsbelastungen .....	11
2.2	Ermittlung und Beschreibung der verwendeten Partikelanalytik.....	19
2.3	Charakterisierung verwendeter Versuchsöle .....	21
2.4	Betriebsverhalten Tellerseparator-Reinigungssystem .....	24
2.5	Untersuchung des Kontaminantensystems .....	29
2.6	Modellierung Schmutzentstehungsprozess und Leistungsreferenz für die Fest-Flüssig-Trennaufgabe .....	33
3	Qualifizierung und Charakterisierung verwendeter Filtermedien.....	41
3.1	Anforderungen an Filtermedium und Bewertungsmethodik.....	41
3.2	Auswahlprozess und Qualifizierung der Filtermedien.....	43
3.3	Charakterisierung Metallfaservlies-Filtermedien.....	48
4	Betrachtung und Modellierung Filtrationsprozess .....	55
4.1	Theoretische Basis Filtration mit faserigen Filtermedien .....	55
4.2	Strömung und Druckverlust im Filter .....	57
4.2.1	Grundlagen und Vorüberlegungen.....	58
4.2.2	Experimentelle Betrachtung.....	59
4.2.3	Numerische Betrachtung und Diskussion .....	61
4.3	Modellierung und mathematische Beschreibung des Filtrationsprozesses .	66
4.3.1	Modellentwicklung für den vorliegenden Fall .....	67
4.4	Experimentelle Untersuchungen zum Filtrationsprozess.....	71
4.4.1	Material und Methoden .....	72
4.4.2	Ergebnisse und Diskussion.....	74
4.5	Betrachtung eines Modellmedien-Ansatzes .....	82
4.6	Anwendung der Modellierung für Scale-Up .....	86
4.7	Interpretation und Bewertung der Erkenntnisse .....	92

---

5	Partikuläre Haftkräfte .....	93
5.1	Haftkrafttheorie für den Anwendungsfall.....	93
5.2	Rechnerische Abschätzung Haftkräfte im Anwendungsfall .....	100
5.3	Experimentelle Untersuchung von Haftkräften im System Schmieröl- Edelstahl .....	103
5.3.1	Material und Methoden .....	103
5.3.2	Ergebnisse und Diskussion.....	107
5.4	Interpretation und Schlussfolgerung .....	109
6	Ultraschall im Schmierölmedium .....	111
6.1	Grundlagen und Technik Ultraschall.....	111
6.2	Nichtlineare Akustik und Ultraschallkavitation .....	113
6.3	Experimentelle Untersuchungen.....	121
6.3.1	Material und Methoden .....	122
6.3.2	Ergebnisse und Diskussion.....	126
6.4	Interpretation und Schlussfolgerungen .....	131
7	Betrachtung der Filterregeneration.....	133
7.1	Stand der Literatur, Ansatz und Methodenwahl.....	133
7.2	Modellentwicklung Rückspülprozess im Anwendungsfall .....	136
7.2.1	Modellierung der Partikelablagerung .....	136
7.2.2	Modellierung stationär hydrodynamischer Rückspülprozess .....	137
7.3	Material und Methoden für die Rückspülversuche .....	139
7.4	Experimentelle Untersuchung stationär hydrodynamische Rückspülung ..	144
7.5	Modellierung der ultraschallüberlagerten Rückspülung .....	155
7.6	Experimentelle Untersuchung der Filterregeneration mit Ultraschallüberlagerung .....	157
7.6.1	Material und Methoden .....	157
7.6.2	Ergebnisse und Diskussion.....	159
7.7	Betrachtung Wirkmechanismus Ultraschallüberlagerung .....	163
7.8	Betrachtung des synergetischen Effekts Ultraschall und Hydrodynamik ...	165
7.9	Schlussfolgerungen und Interpretation mit Hinblick auf die Modellierung..	167
7.10	Fazit und Bewertung für die Anwendung.....	171
8	Zusammenfassung, Fazit und Ausblick.....	175
8.1	Zusammenfassung der Arbeit und Erkenntnisse .....	175



---

8.2	Fazit und Ausblick für den verfahrenstechnischen Prozess und die Anwendung .....	176
9	Literaturverzeichnis .....	179
10	Abbildungsverzeichnis .....	197
11	Tabellenverzeichnis .....	201
12	Symbolverzeichnis .....	202
A	Anhang .....	207
A1	Prinzipschema Prüfstand Realmaßstab .....	207
A2	Prinzipschema Rückspülfilterapparat .....	208
	Lebenslauf .....	209