

Untersuchungen zur Ultraschallreinigung von Filtern beispielhaft für zentrale Kühlschmierstoffreinigungsanlagen¹

Dr.-Ing. Andreas Popp

1 Zielstellung

Als Entwicklungsziele und in einem Funktionsmuster umgesetzte Ergebnisse des Projektes werden eine prozesssichere, prozessintegrierte, adaptiv gesteuerte und regelbare Reinigung von Filtern am Beispiel der Kühlschmierstoffreinigung durch Einkopplung von Ultraschall in einem aufwandsarm anpassbaren Baukastensystem angestrebt /1, 2/. Die Ergebnisse der Untersuchungen liegen vor /3/.

2 Versuchsanordnungen

Aus der Konzepterarbeitung und Konstruktion der Lösungen wurde die bauliche Realisierung als iterativer Prozess zwischen den Projektpartnern realisiert. Das Ergebnis ist in Abbildung 1 mit 6 Versuchsanordnungen dargestellt.

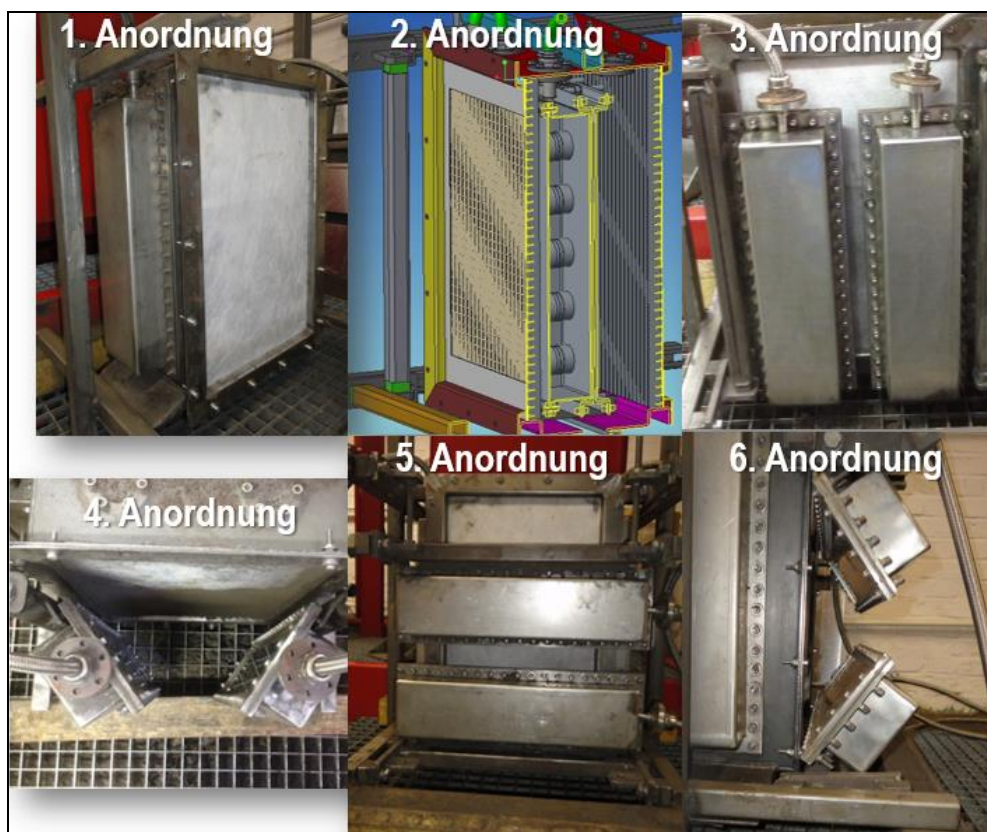


Abbildung 1: Versuchsanordnungen

Die Versuchsanordnungen unterschieden sich in folgenden Varianten:

1. Körperschalleinbindung über die Ultraschallsonotroden 1 und 5

¹ Das Projekt wird über die AiF im Rahmen der Fördermaßnahme Zentrales Innovationsprogramm Mittelstand (ZIM) des BMWi gefördert.

2. Kapselschwinger 2 und 3 im Inneren der Filterkassette
3. Kapselschwinger 4 und 6 senkrecht, gegenüber der Filterkassette
4. Kapselschwinger 4 und 6 senkrecht und um 45° geneigt, gegenüber der Filterkassette
5. Kapselschwinger 4 und 6 waagrecht, gegenüber der Filterkassette
6. Kapselschwinger 2 und 3 im Innern der Filterkassette sowie 4 und 6 waagrecht und um 45° geneigt, gegenüber der Filterkassette.

3 Versuchsergebnisse

Die Projektergebnisse lassen sich durch folgende Kernaussagen beschreiben:

1. Die zeitgleiche Kühlschmierstofffiltration und Ultraschallreinigung der Filter führte nicht zum Ergebnis. Es ist eine Unterbrechung des Filtrervorganges erforderlich.
2. Mit den Versuchsanordnungen 2, 3, 4 und 6 ist es möglich, die Filterreinigung so zu gestalten, dass die Durchflussmenge im Vergleich zum Ausgangszustand auf sehr hohem Niveau gehalten werden kann.

Beispielhaft ist dies in Abbildung 2 dargestellt. Bei allen erprobten Reinigungsregimen konnte das Ausgangsniveau des Durchflusses erreicht werden.

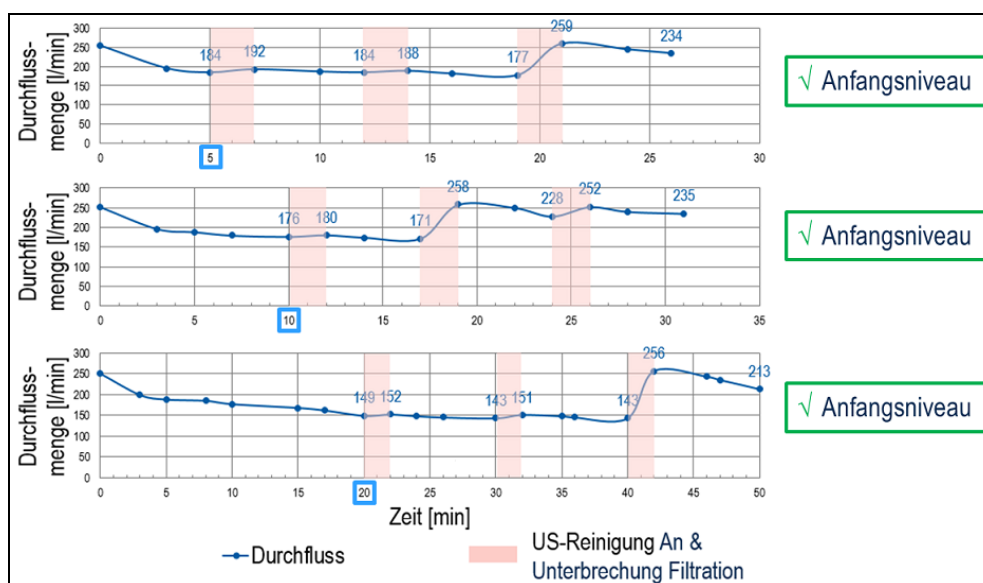


Abbildung 2: Beispielhafte Darstellung der Sondierungsversuche mit Anordnung 4

3. Die Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse konnte nachgewiesen werden. Beispielhaft ist dies in Abbildung 3 dargestellt. Die Schwankungen zwischen den Versuchswiederholungen sind auf die Stochastik des Vorganges der Filterkuchenbildung zurückzuführen. Die Ursachen für diese Stochastik sind in der Inhomogenität der Filterkuchenstruktur auf Grund der schwankenden Strömungsverhältnisse im Kühlschmierstoffbehälter und unterschiedlichen Feinschmutzteilchengröße zu suchen. Entscheidend ist die Aussage, dass der Durchfluss des Filtrates durch die Reinigungswirkung des Ultraschalls auf Ausgangsniveau gebracht werden kann.

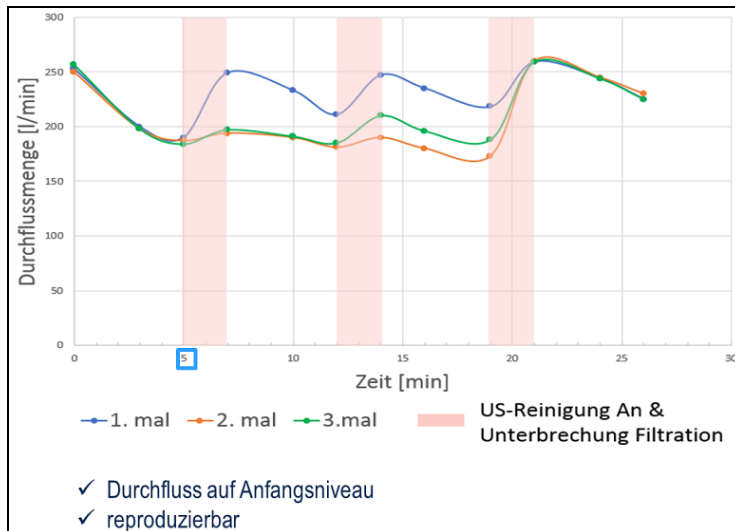


Abbildung 3: Nachweis der Reproduzierbarkeit der Versuchsergebnisse

4. Die Versuchsanordnung 6 (zeitgleiche Innen- und Außenbeschallung der Filter) wurde als Bestvariante ausgewählt.
5. Durch die Validierungsversuche mit der Versuchsanordnung 6 konnte die erforderliche Unterbrechung des Filtrationsprozesses auf 80 s reduziert und somit die Anlagenverfügbarkeit maximiert werden.

Beispielhaft ist dies in Abbildung 4 dargestellt. Aus Abbildung 5 ist die Reproduzierbarkeit der Ergebnisse ablesbar.

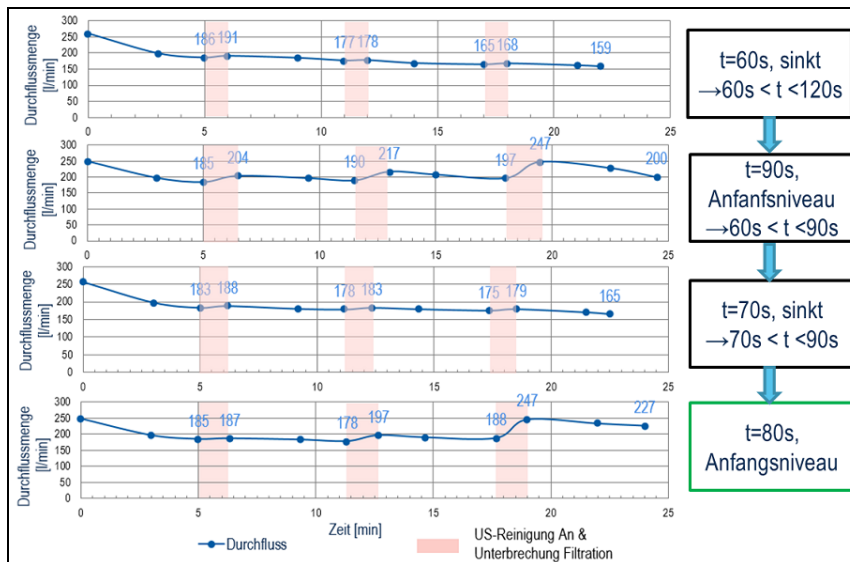


Abbildung 4: Beispielhafte Darstellung der Validierungsversuche mit Anordnung 4

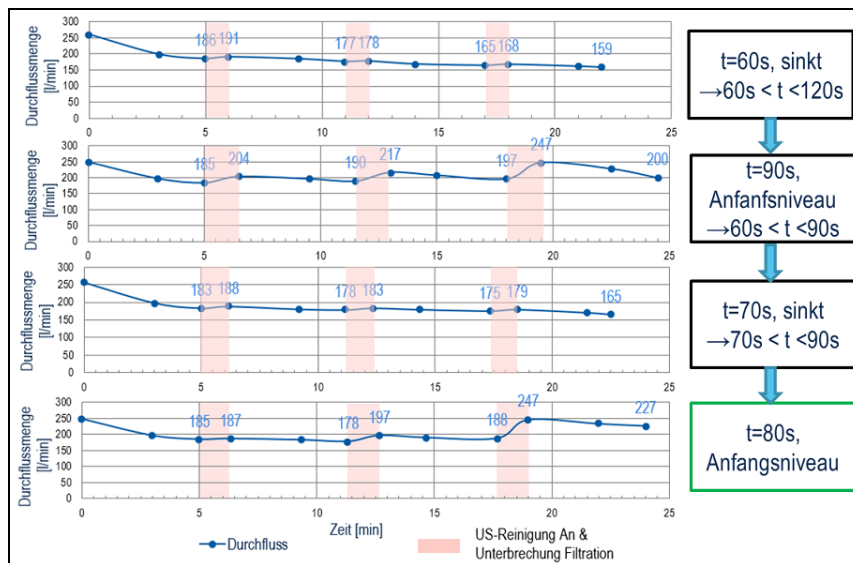


Abbildung 5: Nachweis der Reproduzierbarkeit der Validierungsversuche

4 Zusammenfassung

Mit den ermittelten Bestvariante (Versuchsmethode, Sonotrodenanordnung) wird eine konstante Filtration bei maximaler Anlagenverfügbarkeit gewährleistet. Damit kann das Filtervlies mittels Ultraschall vom Filterkuchen ohne Auszug der Filterkassette befreit und somit die Einsatzbereitschaft der Kühlschmierstoffanlage kontinuierlich gewährleistet werden. Dadurch lassen sich die Handhabung der Filterreinigung vereinfachen, der Zeitaufwand zur Filterreinigung reduzieren und Kosten sparen.

Literatur

- /1/ Popp, A.: Steigerung von Prozesssicherheit, Energieeffizienz und Anlagenverfügbarkeit durch prozessintegrierte und adaptiv initiierte Ultraschallreinigung von Filtern für zentrale Kühlschmierstoffreinigungsanlagen. In: Nestler, A.: Forschungsergebnisbericht 2015/16 der Arbeitsgruppe Produktionsautomatisierung, Zerspan- und Abtragtechnik. TU Dresden, 2017; S. 39-45
- /2/ Yazhu, Li.: Prozessintegrierte Ultraschallreinigung von Kühlschmierstofffiltern. Diplomarbeit, TU Dresden, Institut für Fertigungstechnik, 2017
- /3/ Popp, A.: Steigerung von Prozesssicherheit, Energieeffizienz und Anlagenverfügbarkeit durch prozessintegrierte und adaptiv initiierte Ultraschallreinigung von Filtern für zentrale Kühlschmierstoffreinigungsanlagen. Abschlussbericht AiF-ZIM, Dresden, 31.10.2017