

13.12.2018

3. Sitzung des projektbegleitenden Ausschusses

“SEEDT”- Steigerung der Energieeffizienz der Drucklufttechnik: Analyse von Zweiphasen-Prozessen in Filtrationsmedien

IGF-Projekt-Nr. 19109 N

IUTA – Institut für Energie- und Umwelttechnik e.V.

An-Institut der

UNIVERSITÄT
DUISBURG
ESSEN



JRF
MITGLIED Johannes-Rau-
DER Forschungsgemeinschaft

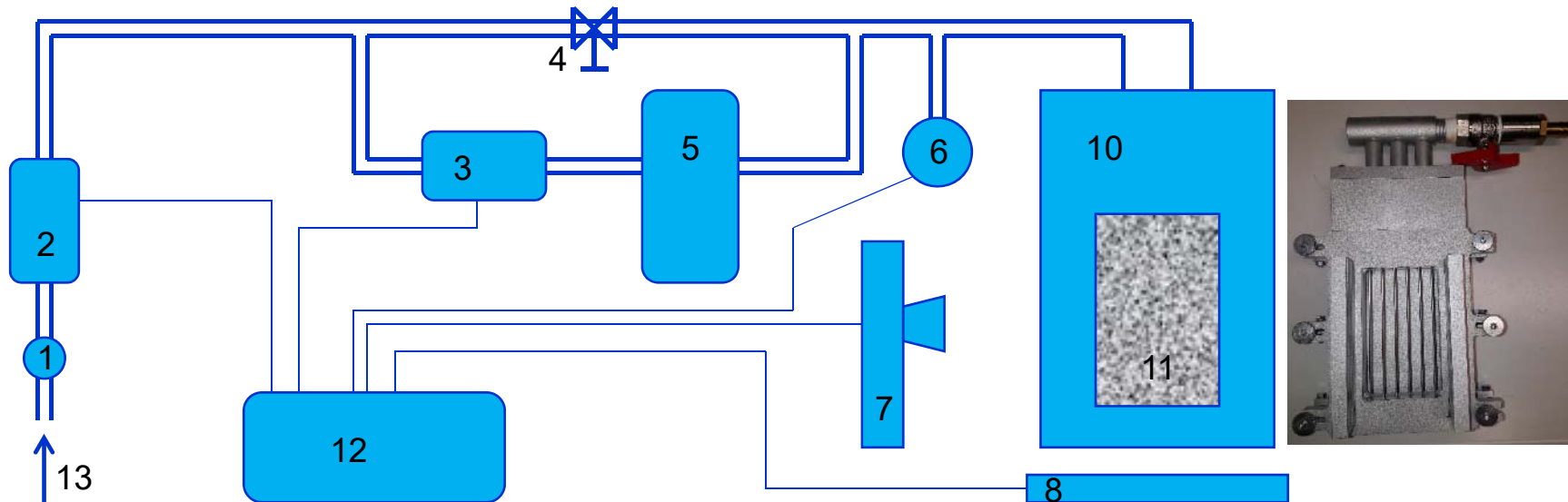


Af Mitglied

Übersicht

- 1. Untersuchungen zum Ausbreitungs- und Sättigungsverhalten des Öls in philen und phoben Medien, Beeinflussung des Differenzdrucks**
 - Volumenstromunterbrechung
 - Langzeitentwicklung
 - Maximale Sättigung
 - Gibt es Unterschiede zwischen phoben und philen Medien?
 - Rückschluss auf das Ausbreitungsverhalten möglich?
- 2. Visualisierung des Sättigungsverlaufs mittels Thermokamera**
- 3. Reproduzierbarkeit der Ergebnisse**
- 4. Einfluss der Gravitation? : Filterhalter 10cm → 30cm**

Flachmedienprüfstand



1: Druckminderer

2: MFC 1

3: MFC 2

4: Drossel

5: Tröpfchengenerator

6: Druckmessdose

7: Kamera

8: Waage

10: Filterhalter

11: Prüfling (Filtermedium)

12: Rechner

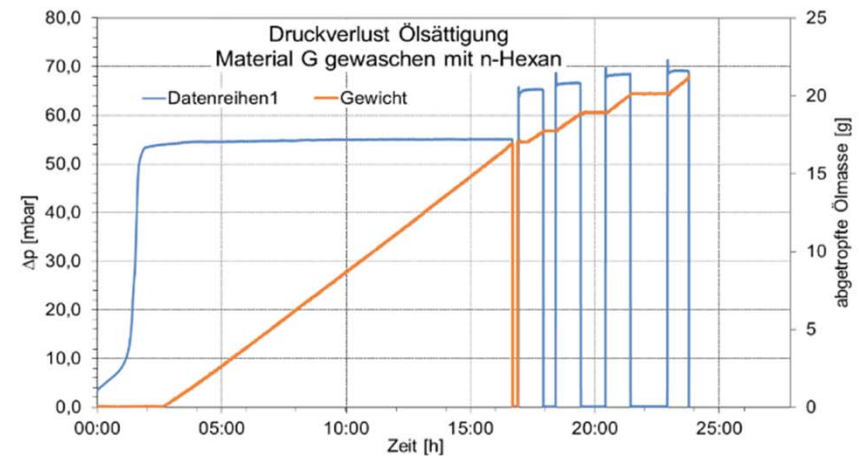
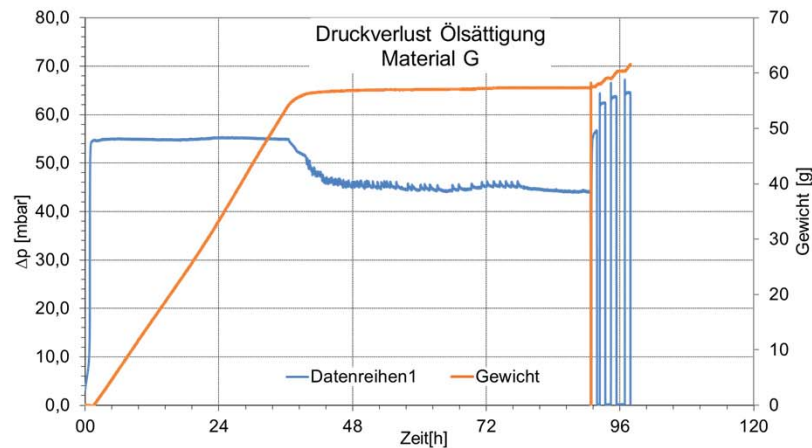
13: Druckluftversorgung

Einflussfaktoren auf die Sättigung und die Lage von Δp in Sättigung

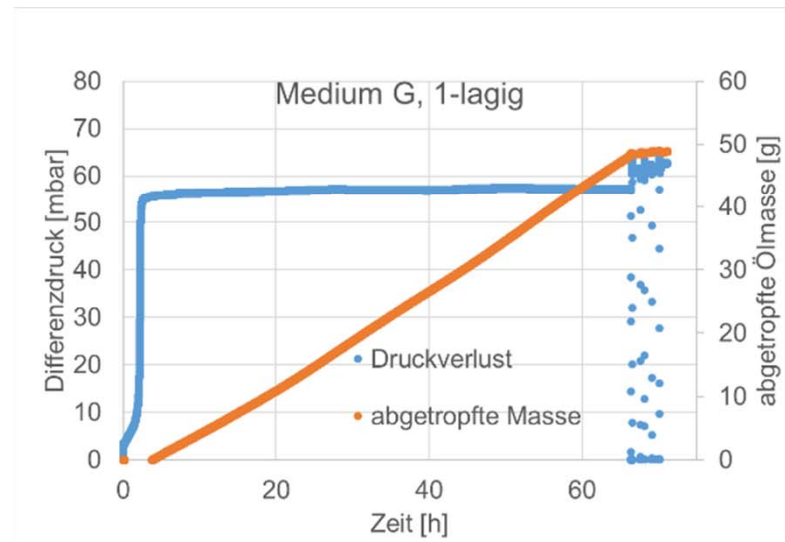


- 1. Gibt es einen charakteristischen finalen Druckabfall, der spezifisch für ein bestimmtes Medium bei einem bestimmten Volumenstrom ist?**
- 2. Welche Wirkung hat eine Volumenstromunterbrechung?**
 - Was beeinflusst den sich anschließend einstellenden Differenzdruck?
- 3. Was passiert beim Abschalten des Aerosolgenerators?**
- 4. Gibt es Unterschiede zwischen oleophoben und oleophilen Medien in diesen Zusammenhängen?**

Langzeitsättigung und Trockenlaufen: G

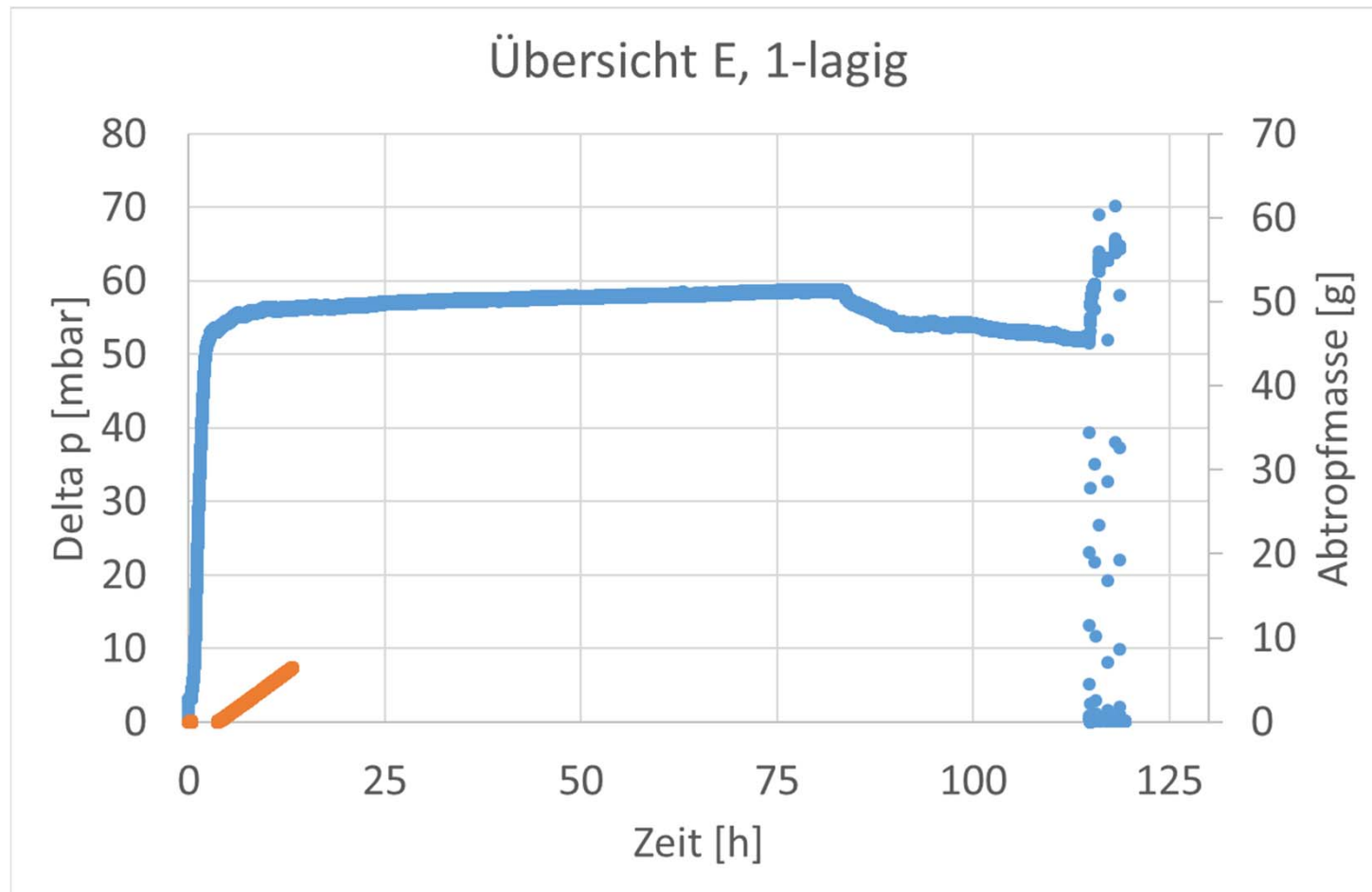


Wiederholung mit
weiterem Medium



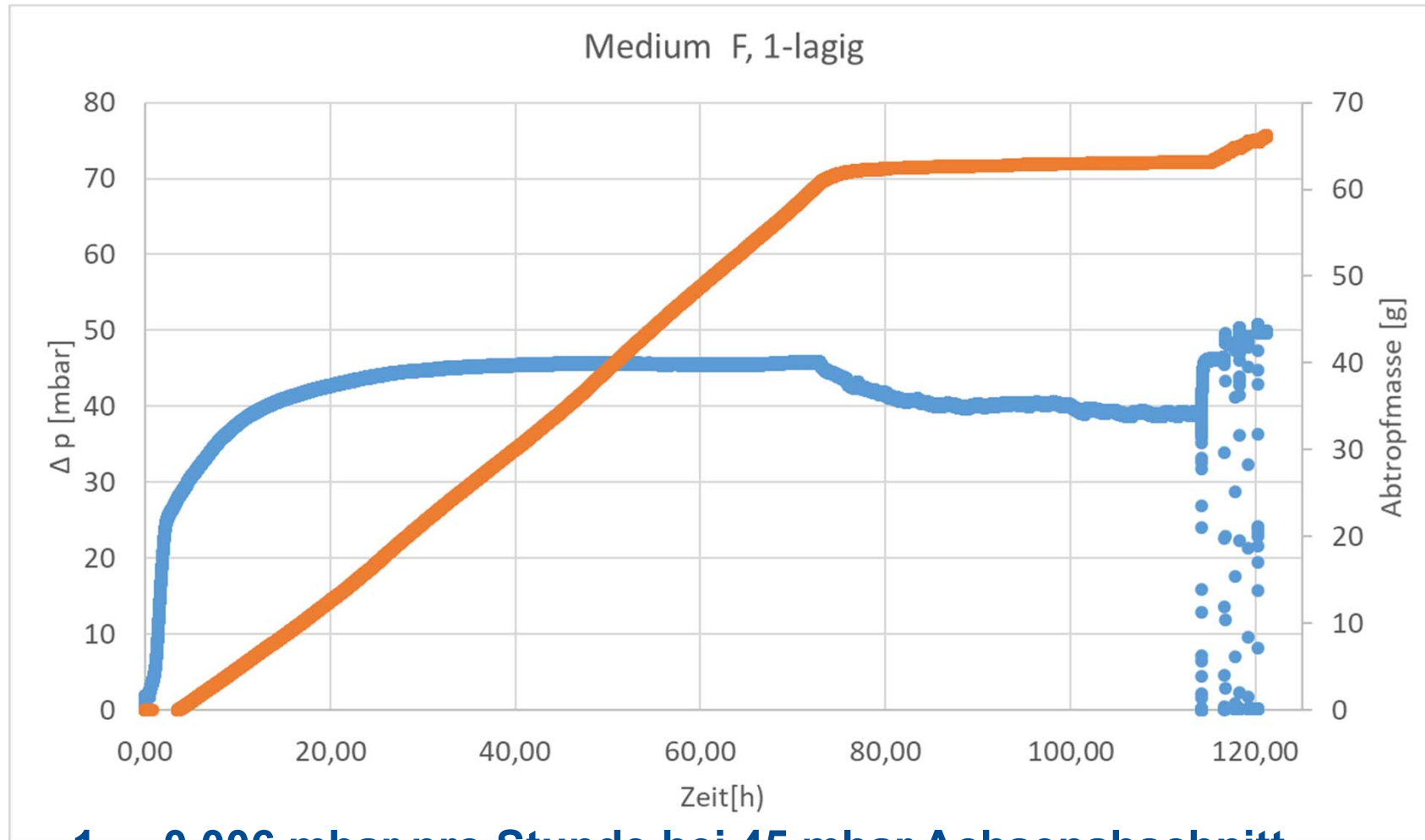
1. 0,02 mbar pro Stunde bei 54 mbar (56 mbar) Achsenabschnitt
2. Nach drei Unterbrechungen: Δp 64 mbar (68 mbar / 62,5 mbar)

Langzeitsättigung und Trockenlaufen: E



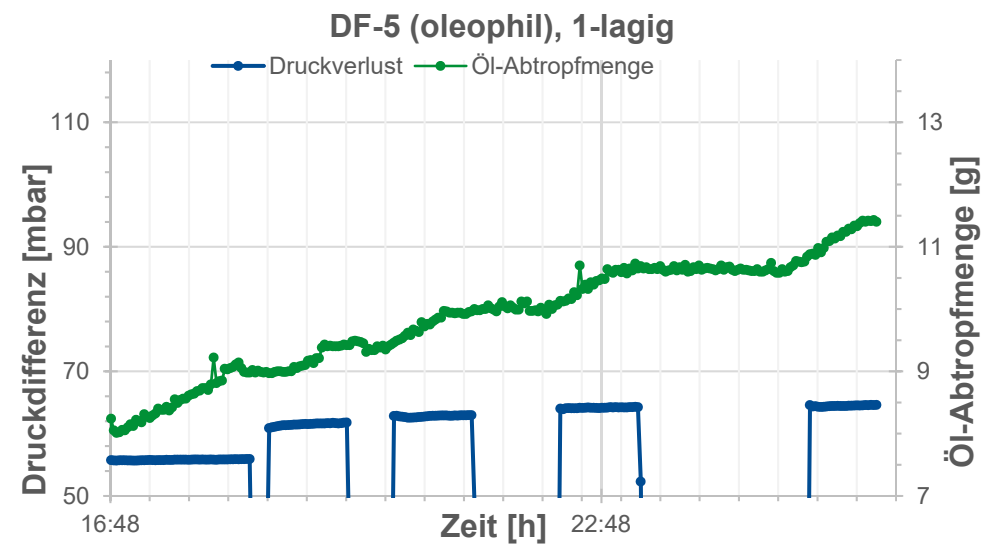
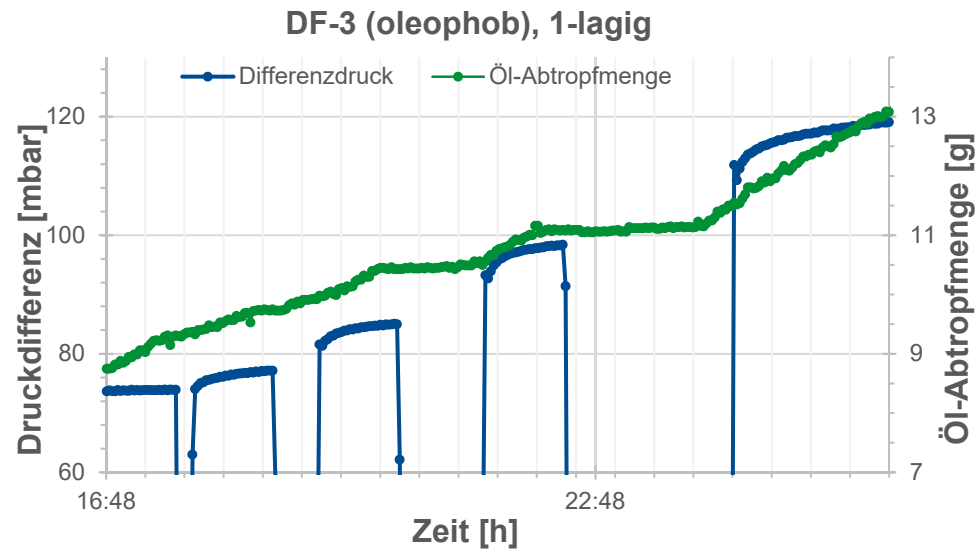
1. 0,03 mbar pro Stunde bei 56 mbar Achsenabschnitt
2. Nach drei Unterbrechungen: Δp 64 mbar

Langzeitsättigung und Trockenlaufen: F



1. 0,006 mbar pro Stunde bei 45 mbar Achsenabschnitt
2. Nach Unterbrechungen: Δp 49 mbar

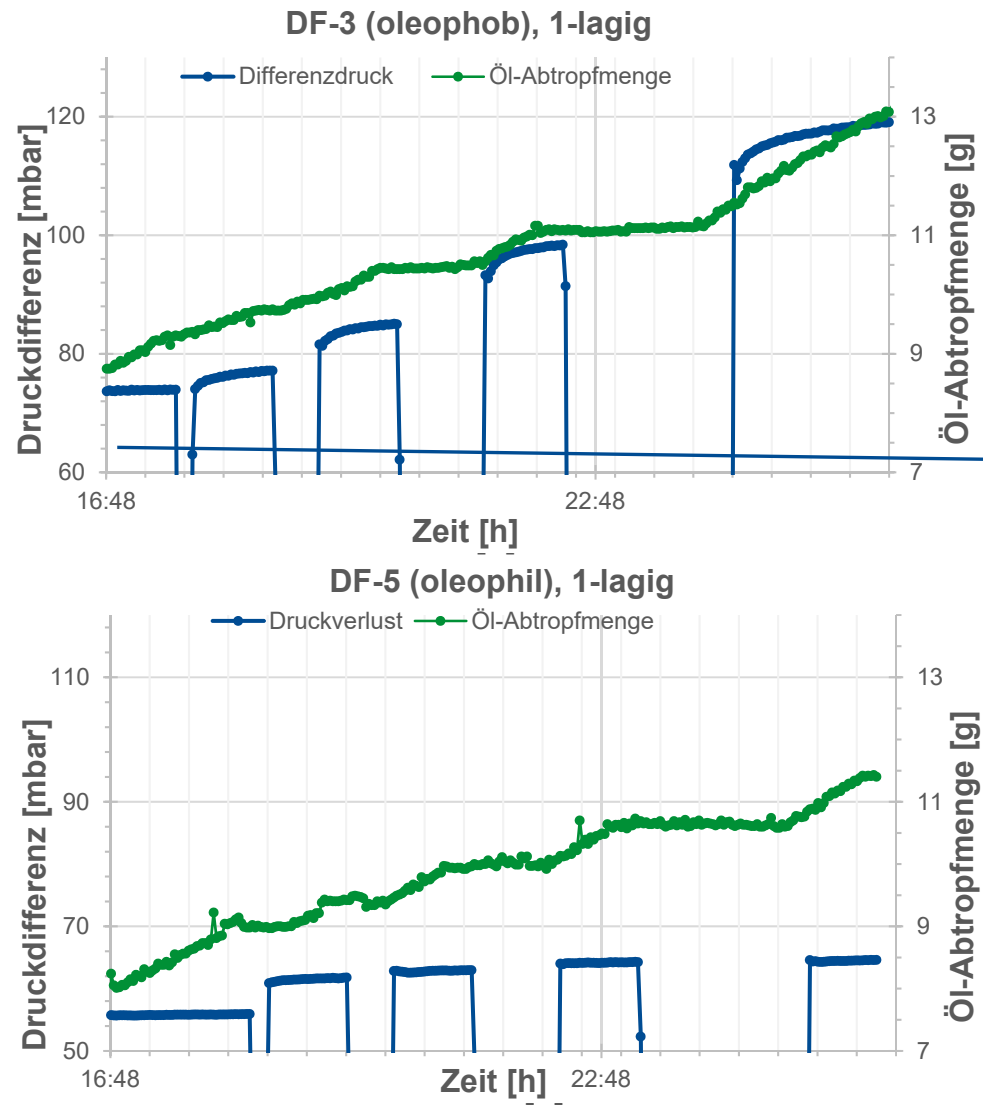
Sättigungsexperiment mit Volumenstromunterbrechung



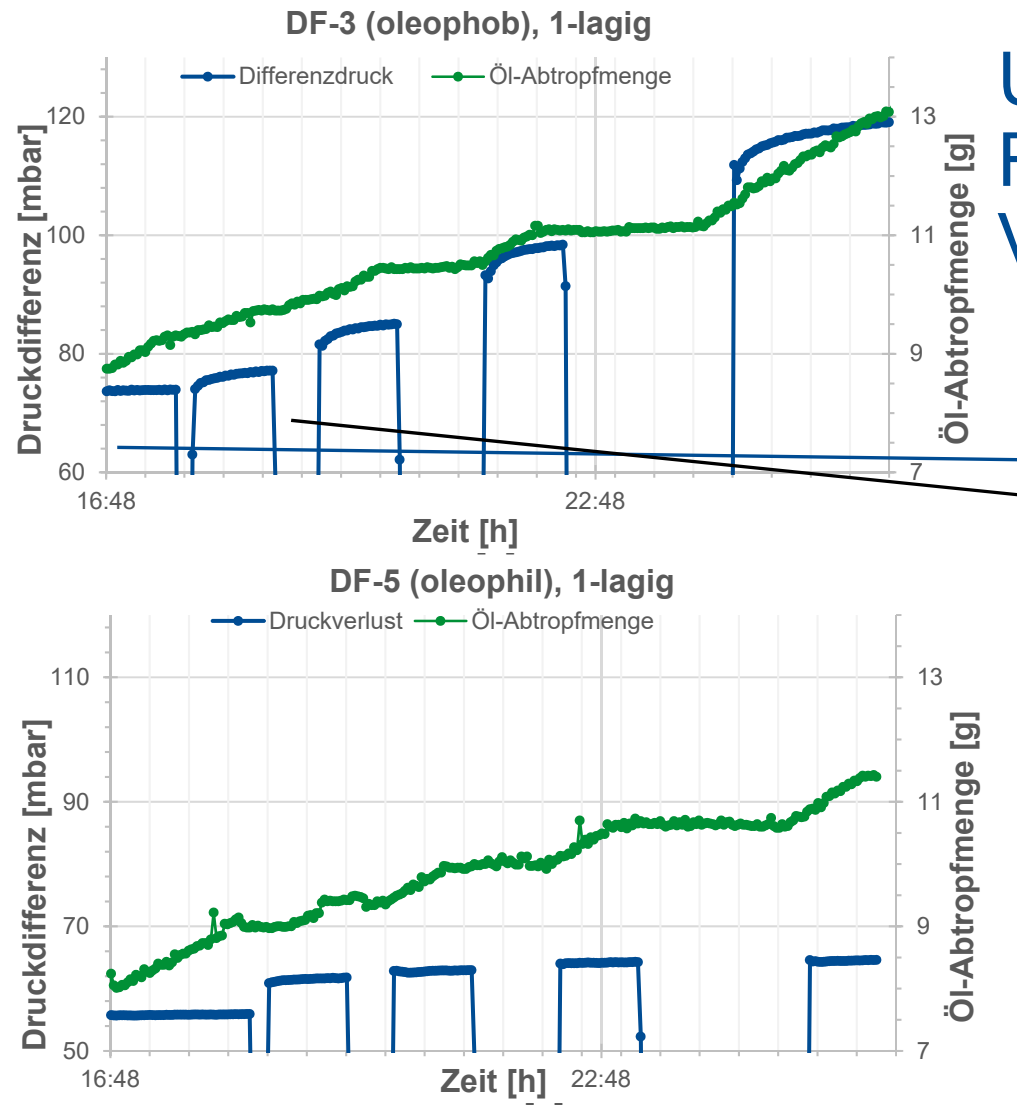
Unterbrechung und Reaktivierung des Volumenstroms

- Gibt es Unterschiede zwischen phoben und philen Medien?
- Rückschluss auf das Ausbreitungsverhalten möglich?

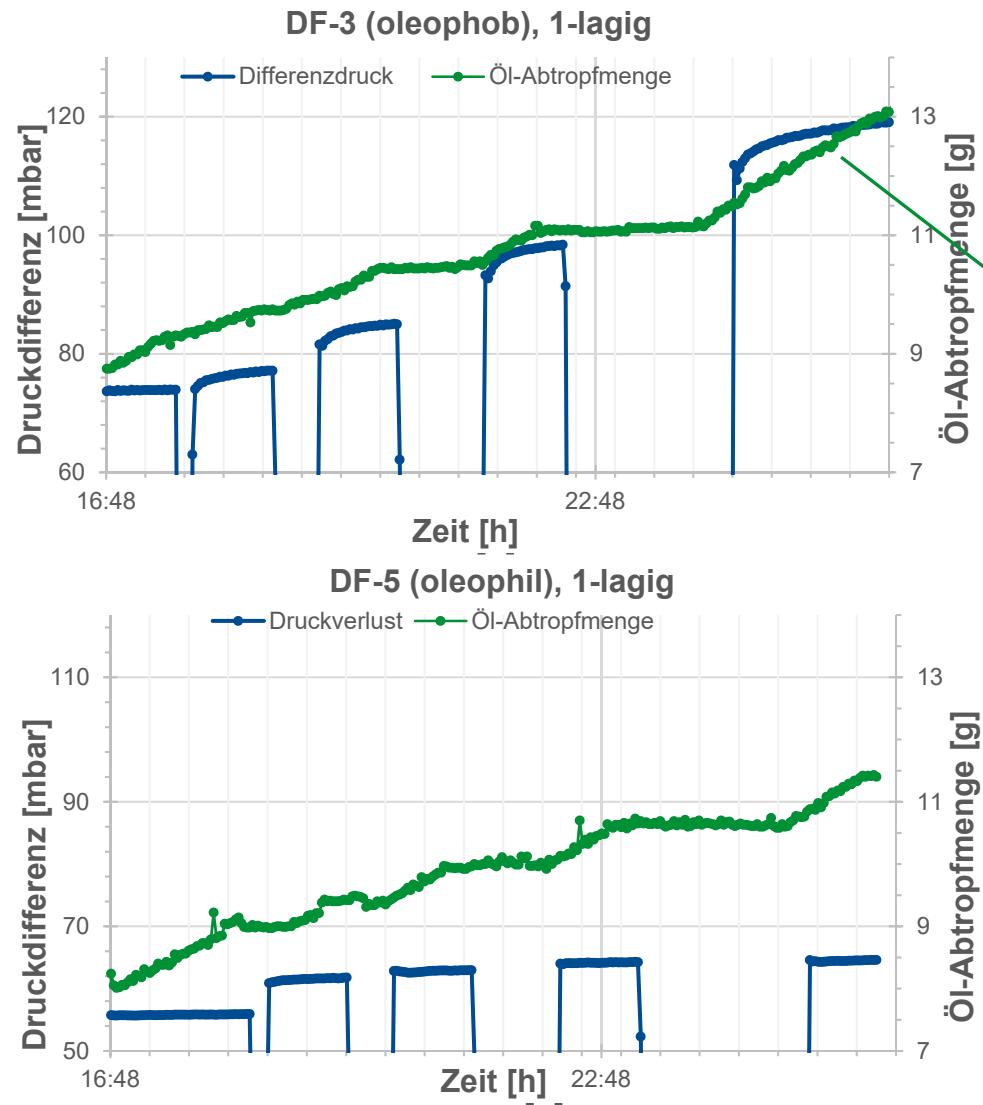
Sättigungsexperiment mit Volumenstromunterbrechung



Sättigungsexperiment mit Volumenstromunterbrechung



Sättigungsexperiment mit Volumenstromunterbrechung



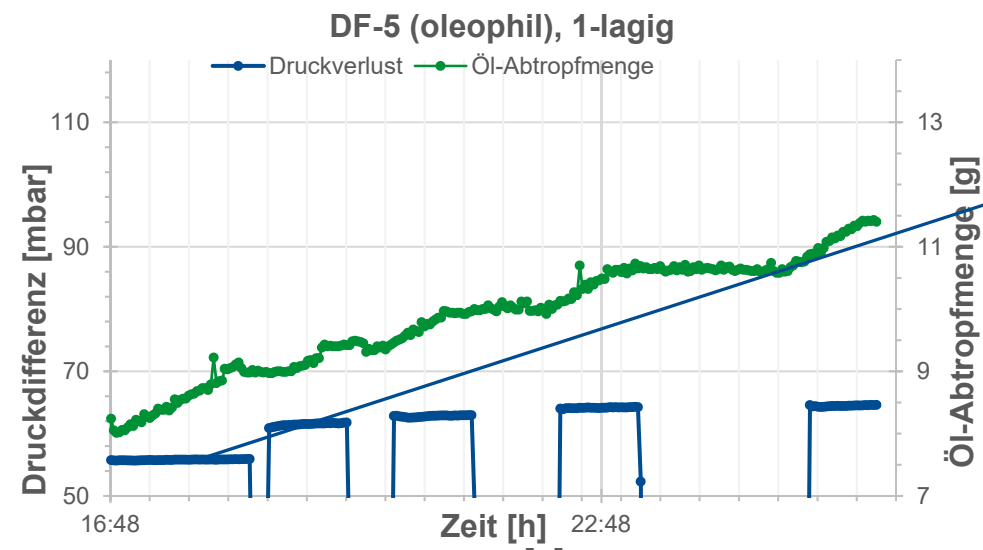
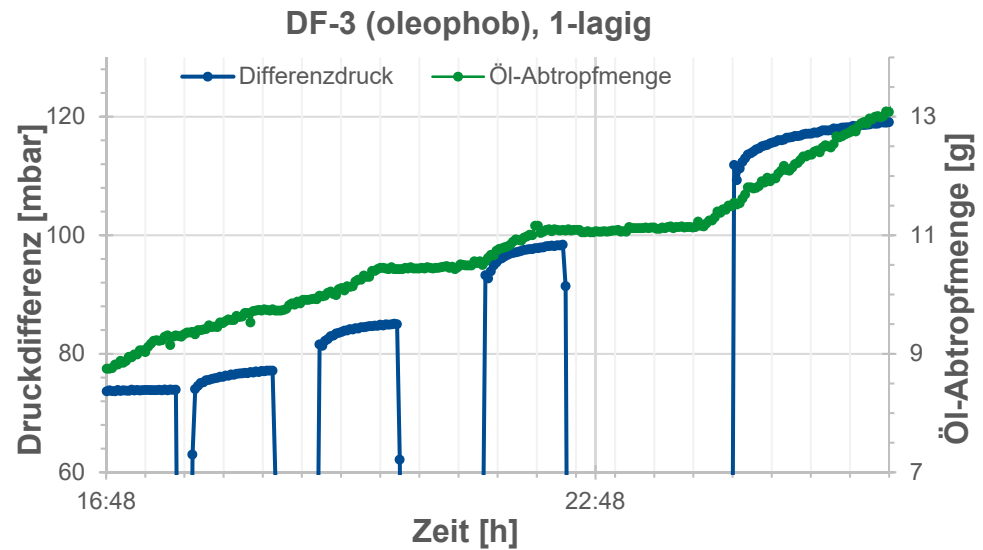
Unter
Rea
Volu



e
nd

s
en

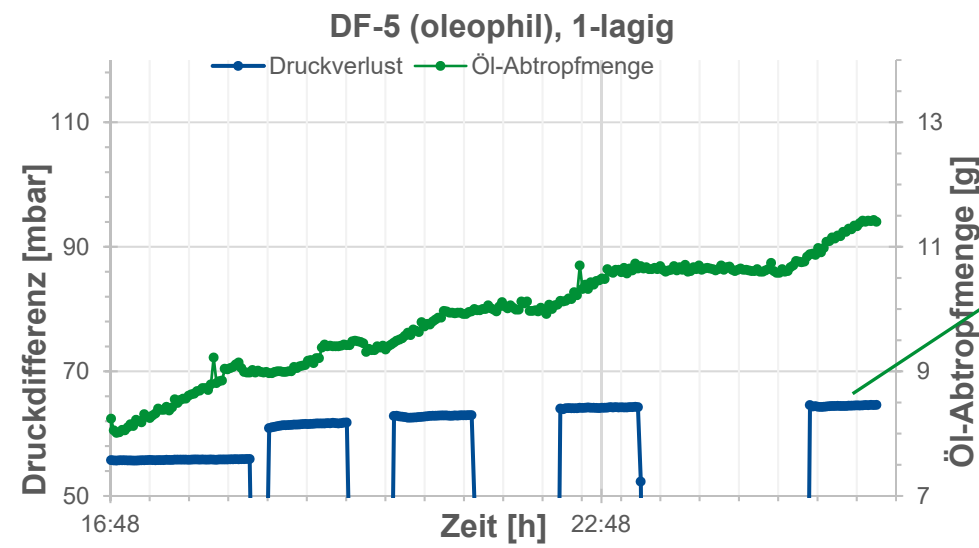
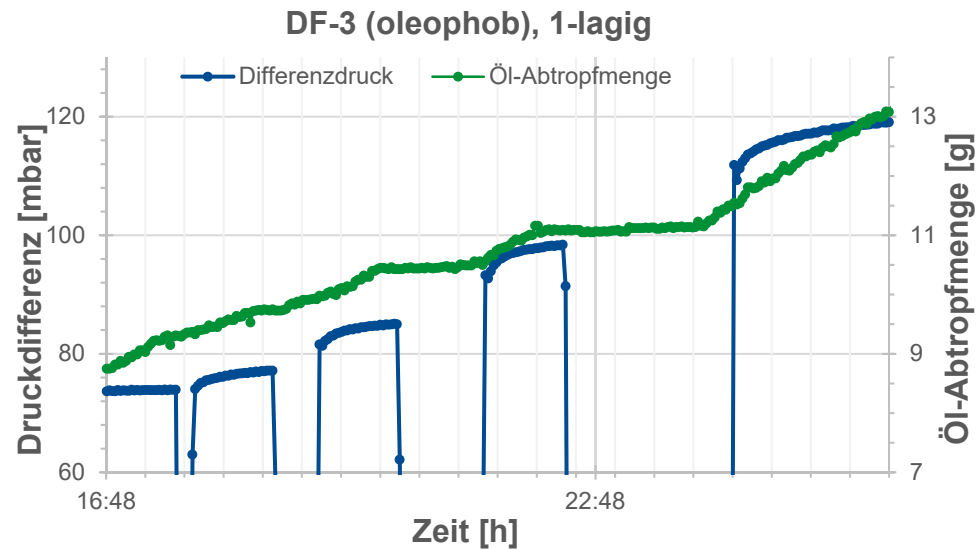
Sättigungsexperiment mit Volumenstromunterbrechung



Unterbrechung und
Reaktivierung des



Sättigungsexperiment mit Volumenstromunterbrechung



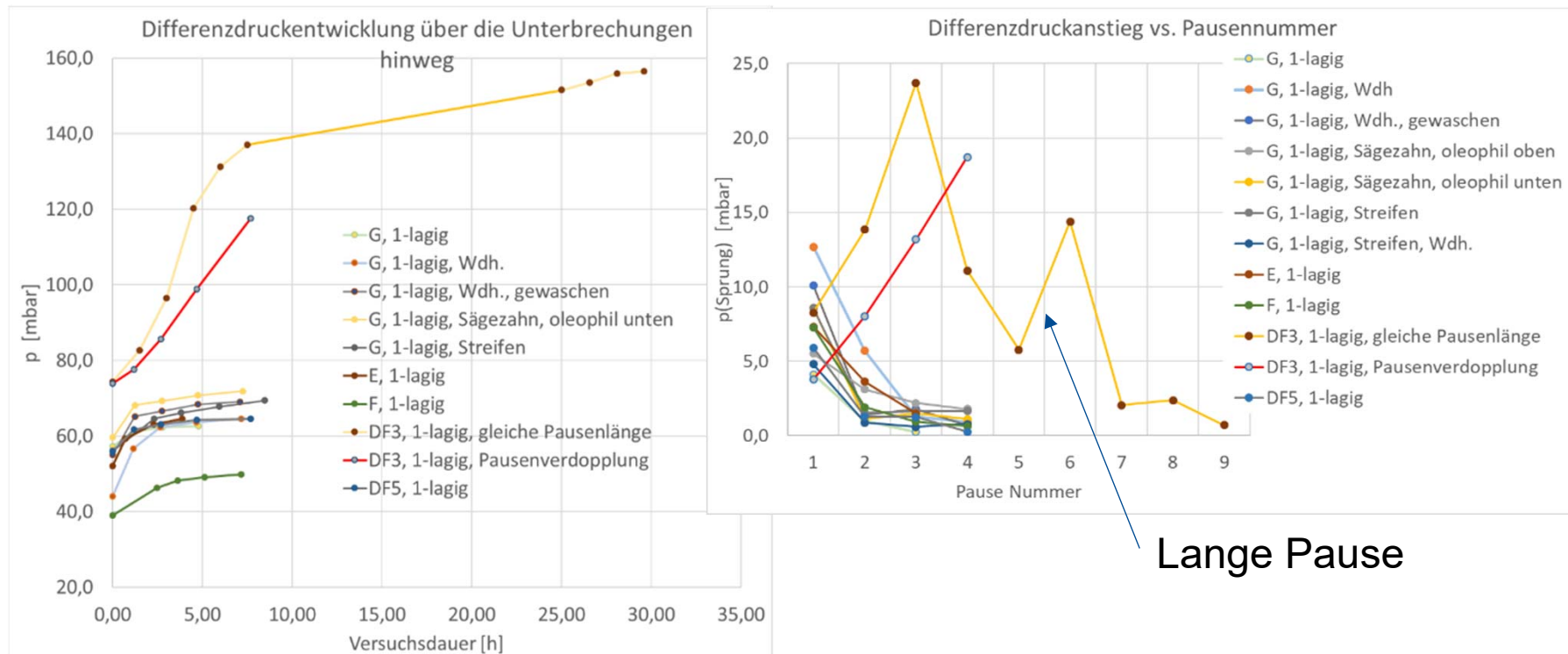
Unterbrechung und
Reaktivierung des
Vo



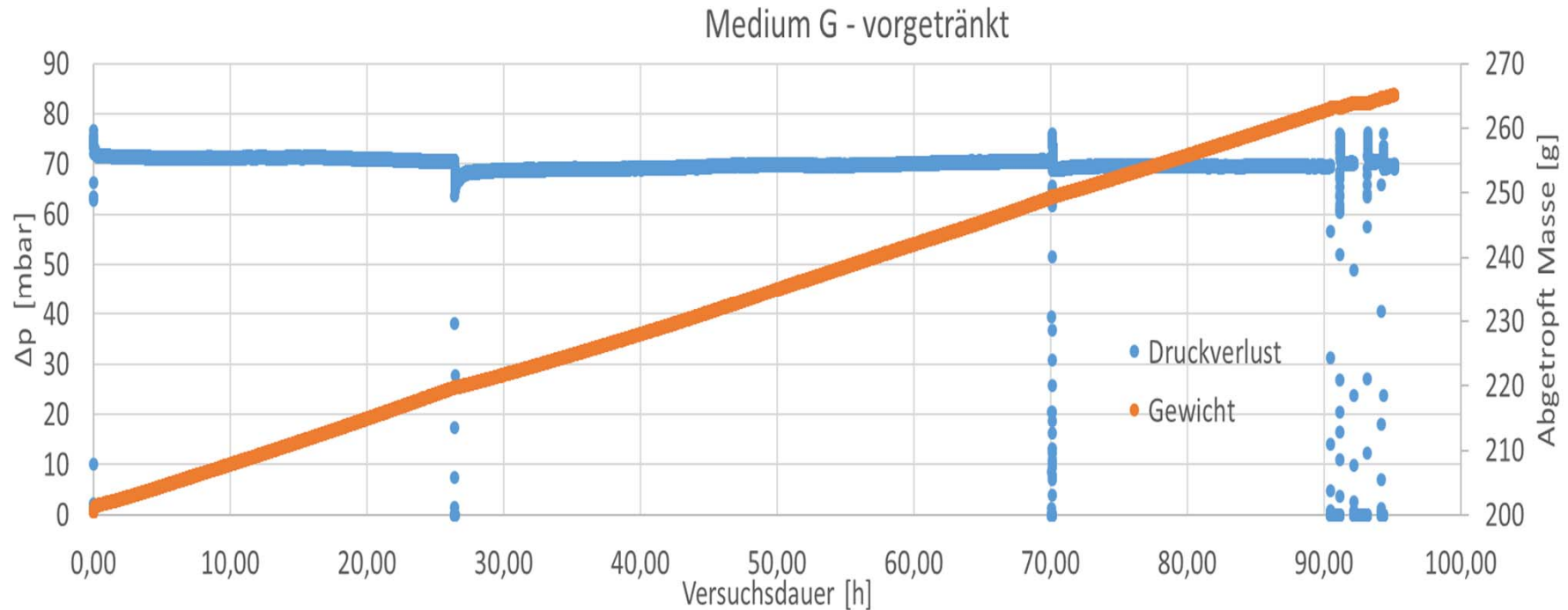
ede
und

das
alten

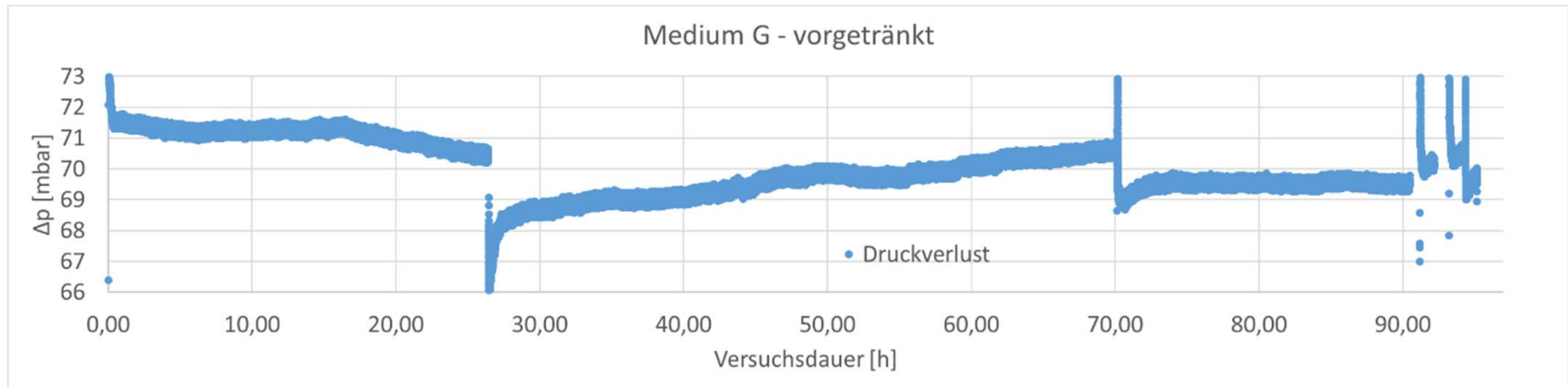
Einfluss von Volumenstromunterbrechungen auf die Entwicklung von delta p



- ➔ Zwei grundsätzlich unterschiedliche Verhaltenstypen
 - ➔ Grund: unterschiedlich schnelle Einstellung des Verteilungsgleichgewichtes
 - ➔ Einstellung bei DF3 langsam

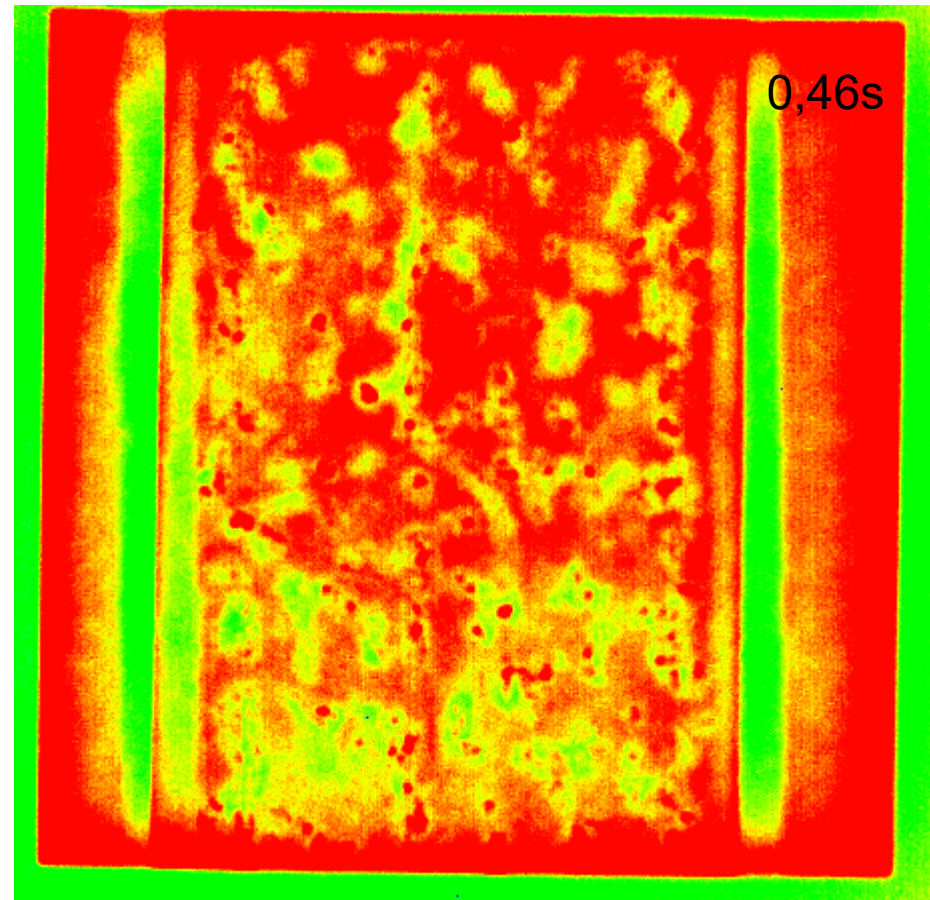


1. Das finale Differenzdruckfenster bei 4,01 m³/h Volumenstrom und einer Beladung von ca. 0,7 g/h liegt zwischen 68 und 72 mbar
2. Differenzdruck ist erst nach 70 h in einem Gleichgewicht bei 69,5 mbar

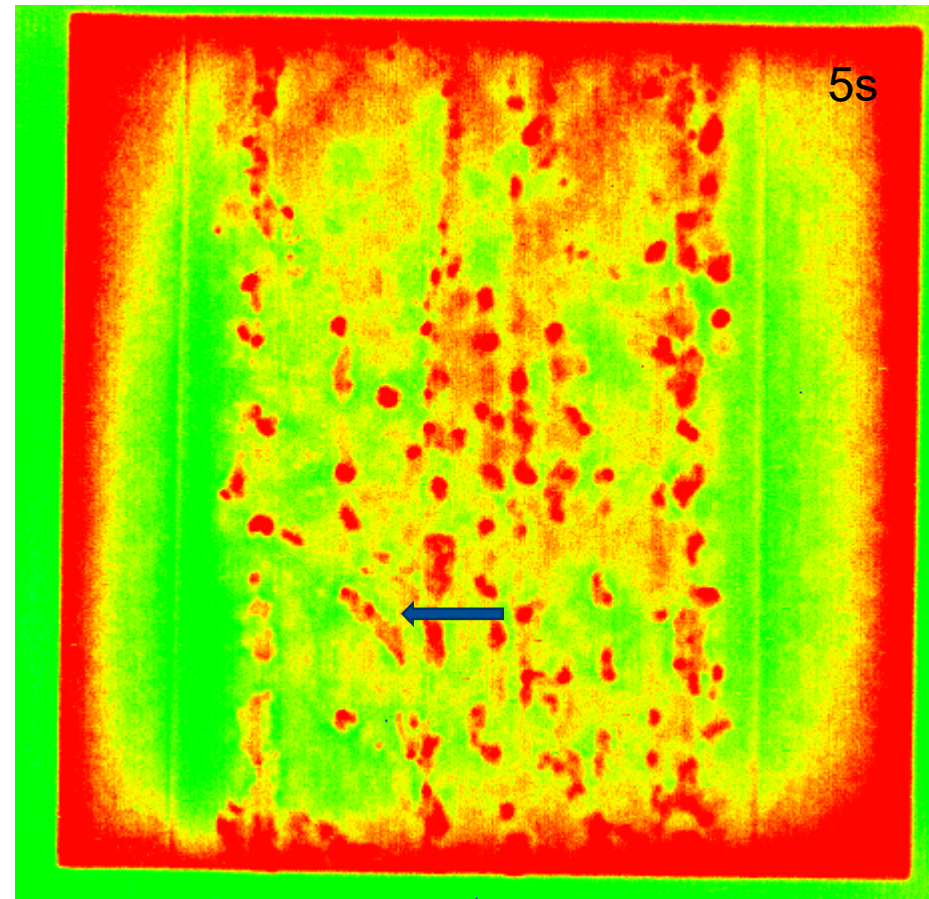


1. Das finale Differenzdruckfenster bei 4,01 m³/h Volumenstrom und einer Beladung von ca. 0,7 g/h liegt zwischen 68 und 72 mbar
2. Differenzdruck ist erst nach 70 h in einem Gleichgewicht bei 69,5 mbar

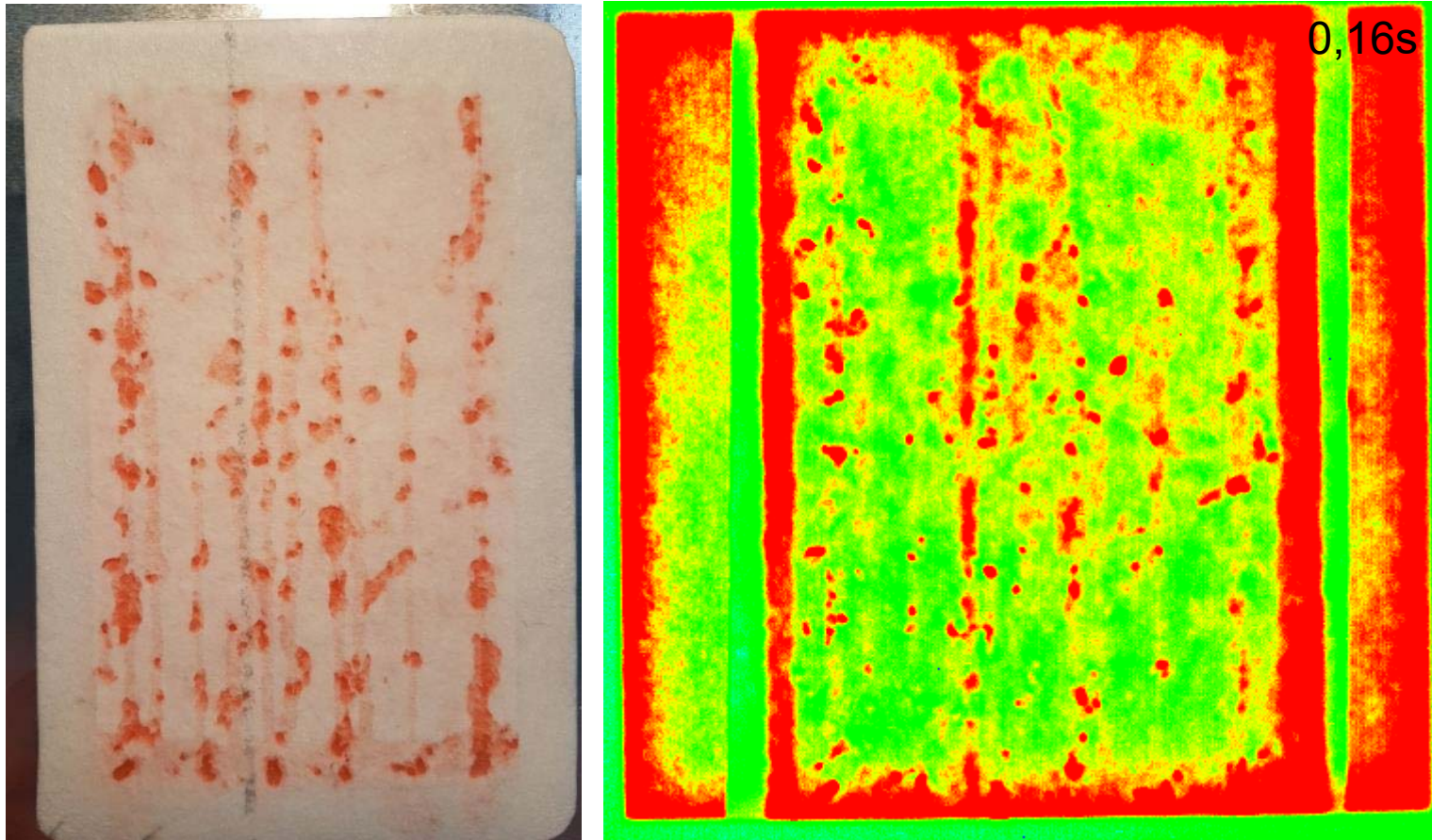
Filtermedium F (phob), 2-lagig, Medium 2: Sättigung- Anströmseite geblitzt



Filtermedium F (phob), 2-lagig, Medium 2: Sättigung- Anströmseite geblitzt

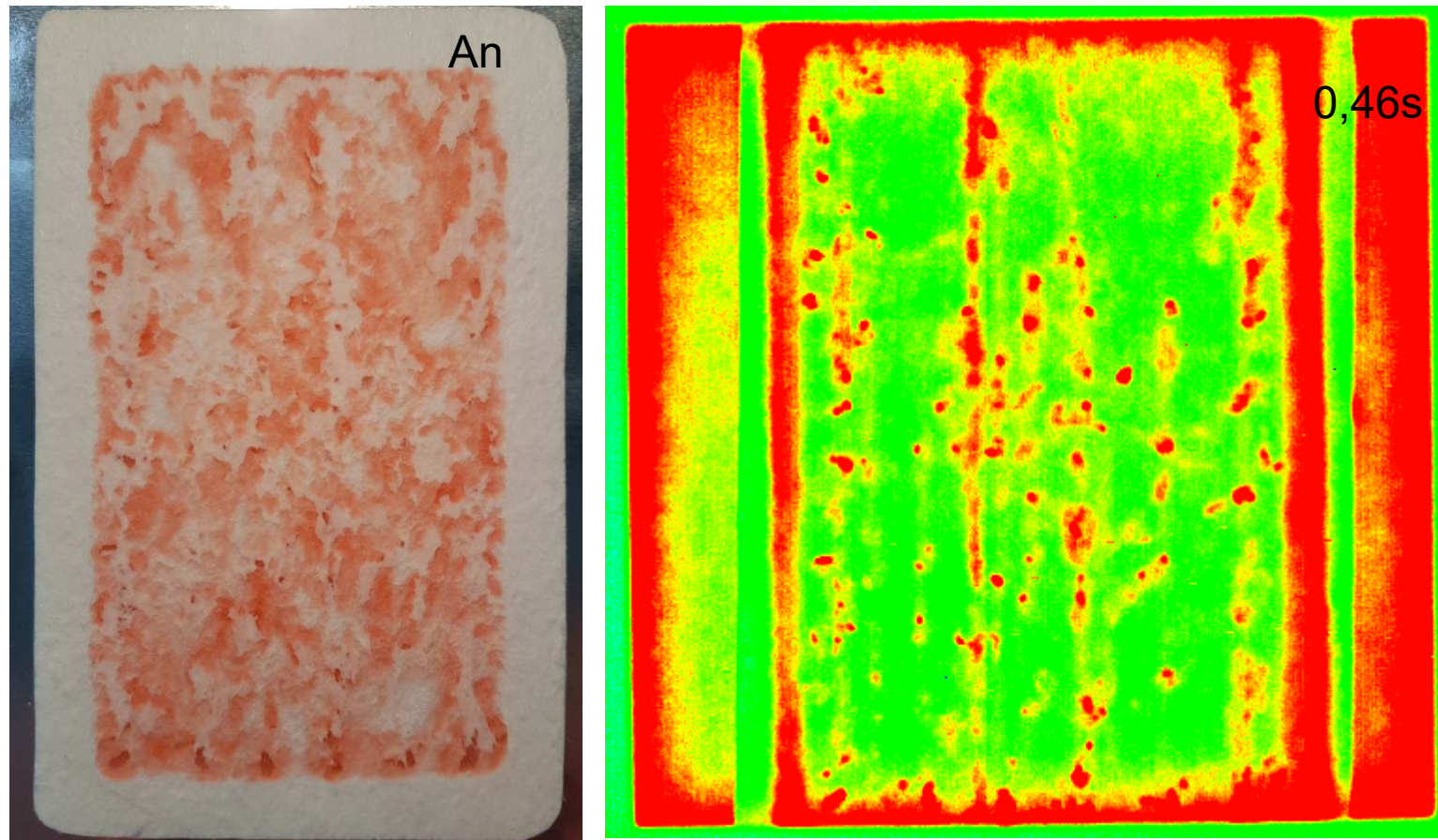


Filtermedium F (phob), 2-lagig, Medium 2: Sättigung – Abströmseite geblitzt



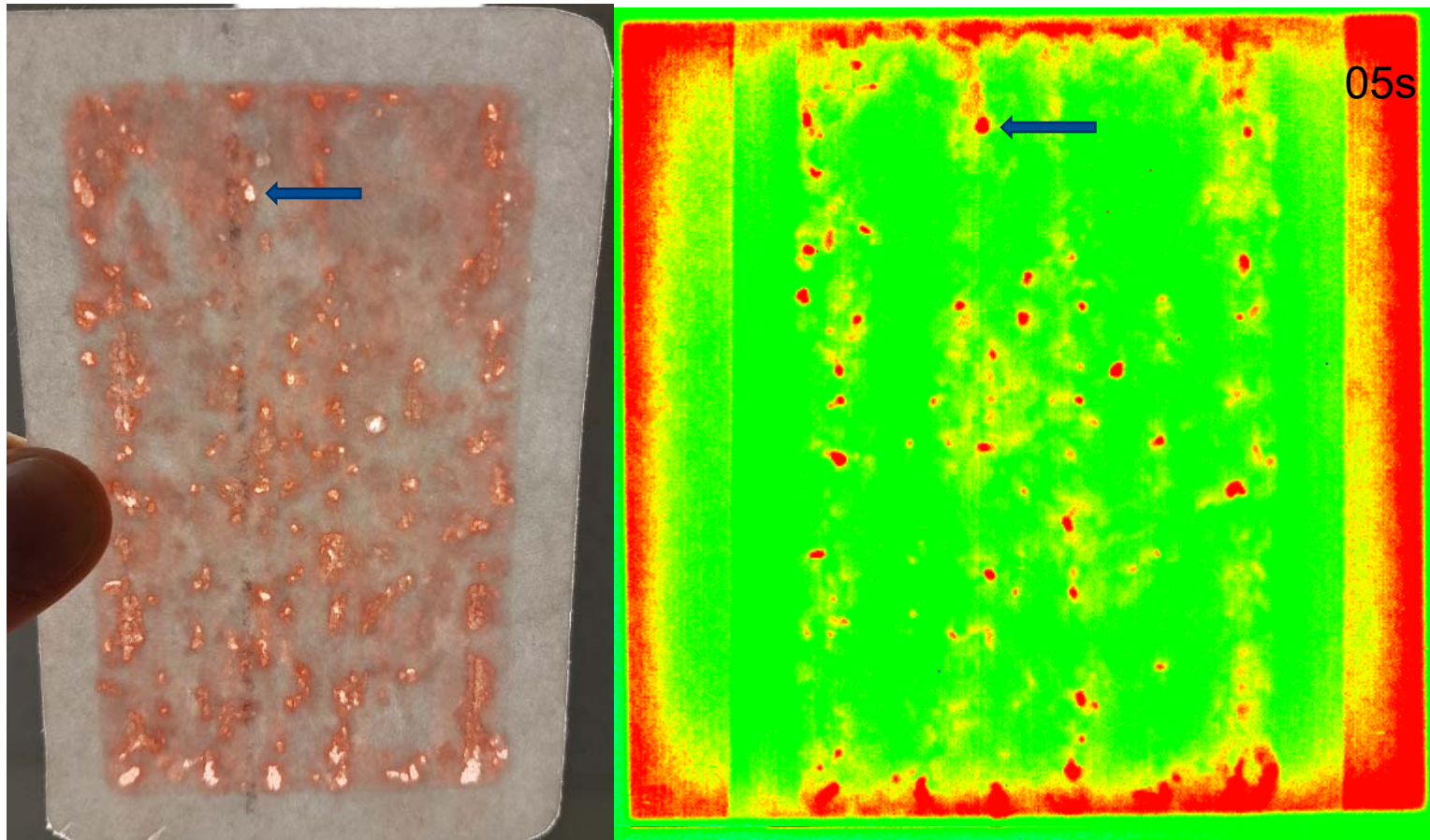
→ Nachweis starker Ölsättigung in den gefärbten Regionen.

Filtermedium F (phob), 2-lagig, Medium 2: Sättigung – Abströmseite geblitzt



→ Nachweis starker Ölsättigung in den gefärbten Regionen.

Filtermedium F (phob), 2-lagig, Medium 2: Sättigung – Abströmseite geblitzt

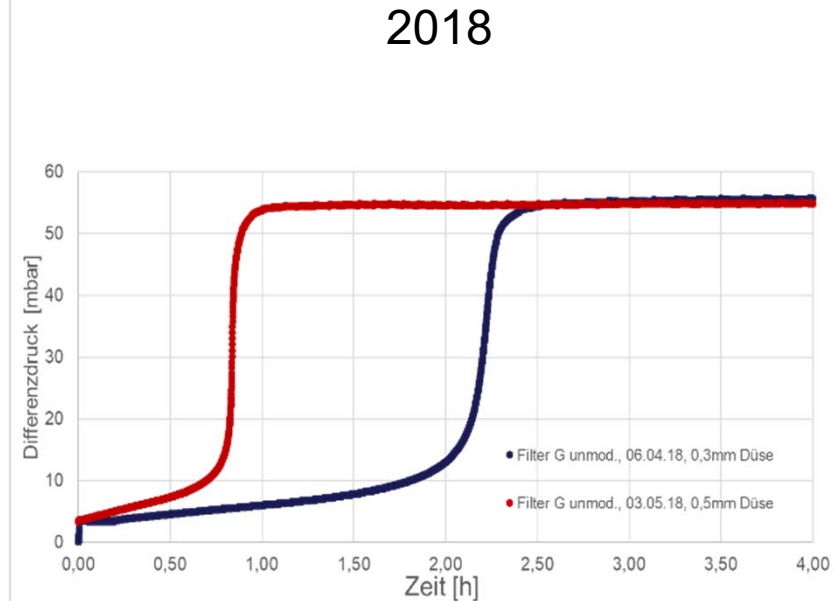
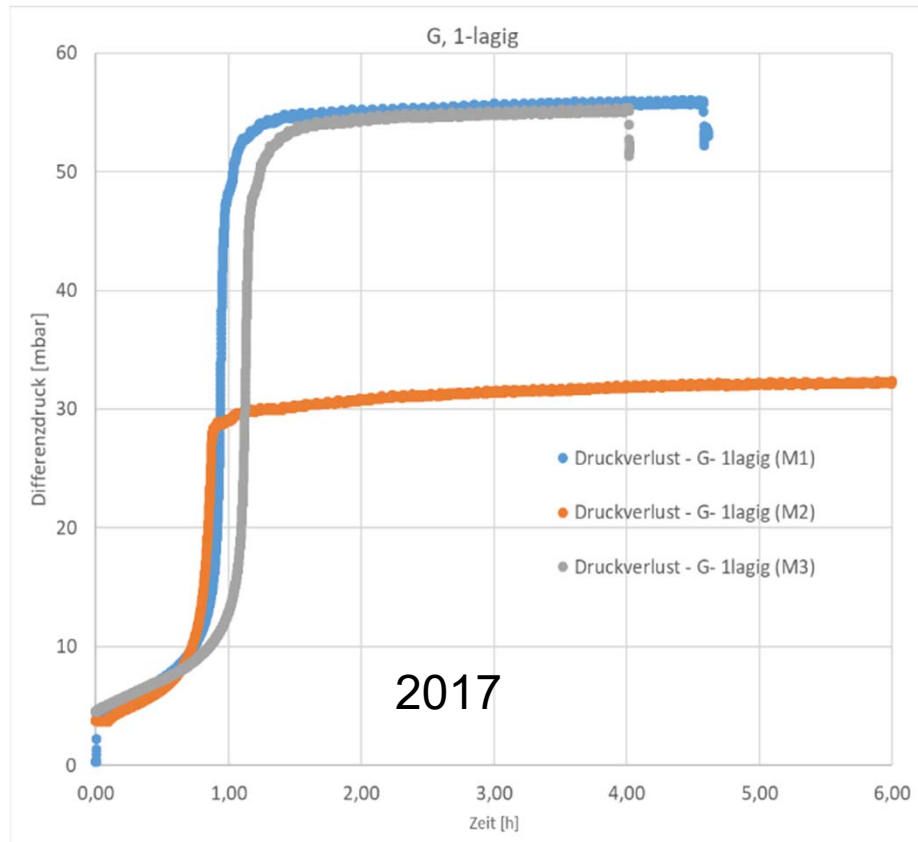


➔ Nachweis starker Ölsättigung in den gefärbten Regionen.

Erwartung: Finale Differenzdrücke sollten annähernd identisch sein

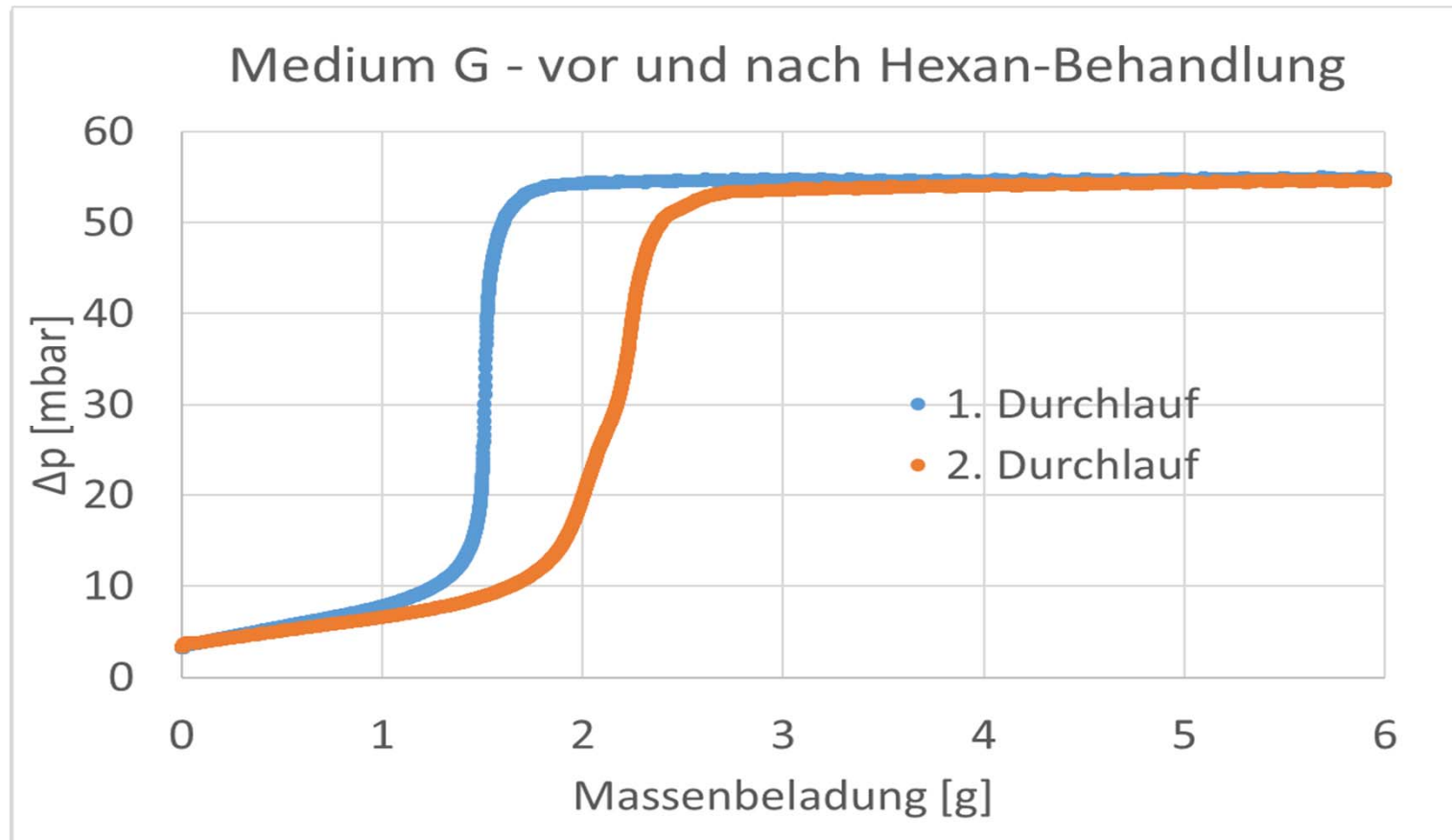
- Zwei verschiedene Endpunkte:
69,5 mbar und 64 mbar
 - Warum ist das so?
 - Mögliche Ursachen:
 - Variationen in der Packungsdichte?
- *Das identische Medium sollte zu gleichen Differenzdrücken und gleichem Verhalten führen, wenn es mit Hexan von Öl befreit und erneut unter den gleichen Bedingungen mit Öl beaufschlagt wird.*
- Wird erst sehr langsam erreicht:
 - *aus der Steigung >1000h Betrieb*
-

Reproduzierbarkeit – Messungen an G in 2017 /2018



- Aktuelle Messungen zeigen einen vergleichbaren Differenzdruck wie Untersuchungen an G in 2017 (sieht man von M2 ab)
- Beladung: 0,3mm Düse: ~0,77g/h, 0,5mm Düse: ~1,99 g/h
- Differenzdruck in der Sättigung nahezu identisch

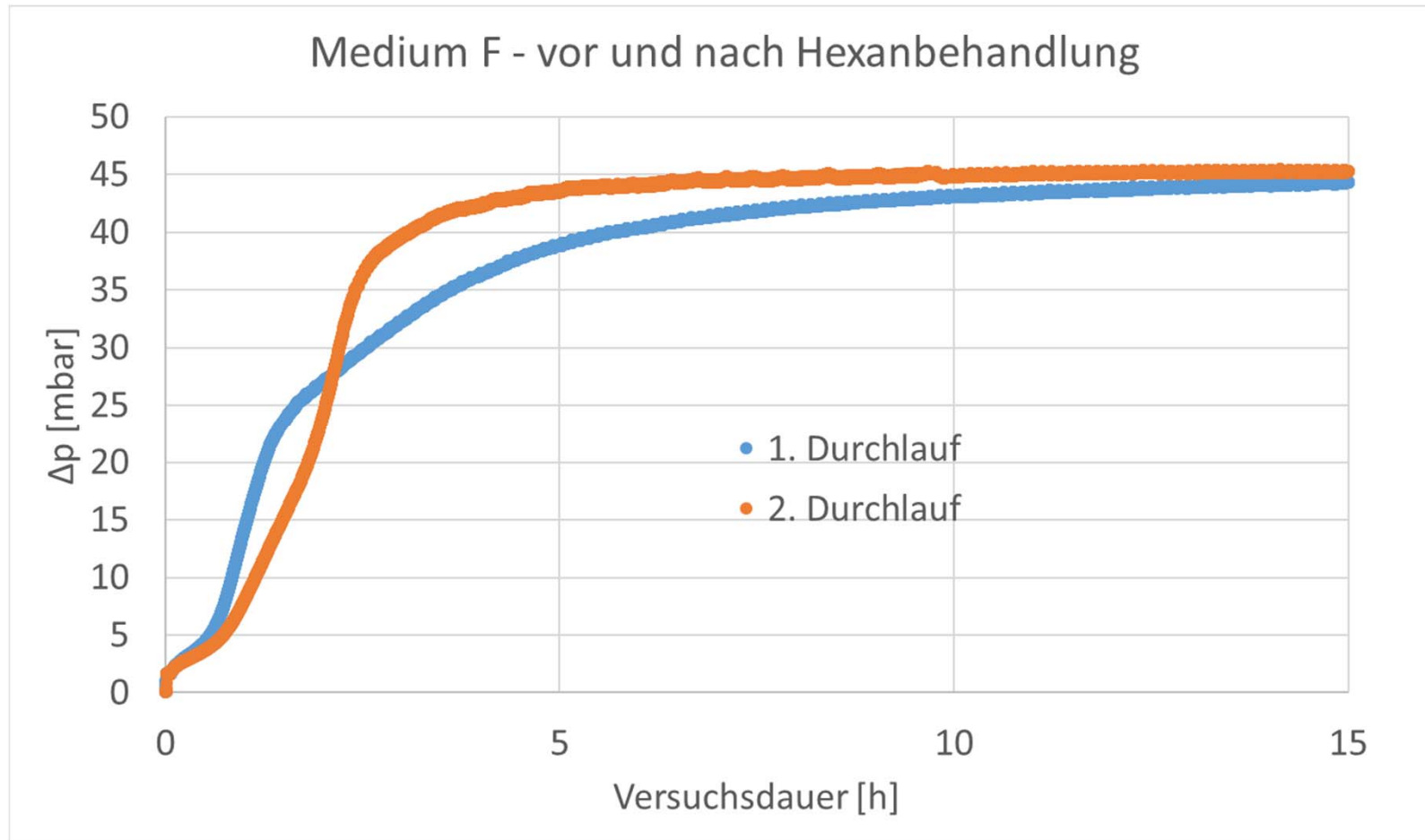
Ist es möglich ein und dasselbe Medium mehrfach zu untersuchen? - Phil



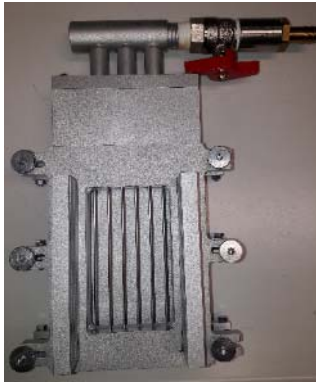
1. Kanalphase verlängert sich

→ Abscheidung scheint schlechter zu werden.

Ist es möglich ein und dasselbe Medium mehrfach zu untersuchen? - Phob



1. Waschung des Mediums mit Hexan nach Durchlauf 1
➔ Oberflächeneigenschaften verändern sich



10cm



30cm

- Gibt es neben dem Volumenstrom und den Materialeigenschaften weitere Einflussfaktoren auf die Lokale Sättigung?
- Spielt die Gravitation eine messbare Rolle? Gibt es eine innere Drainage?

Fenster: (60x300) mm²

1. Sättigung bis Differenzdruck konstant

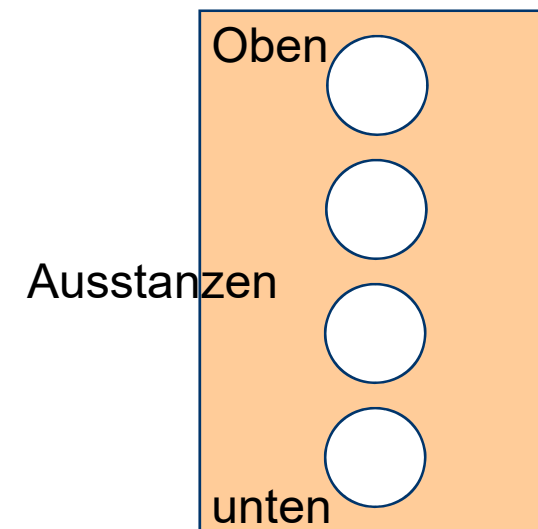
Medien, 5-lagig

Strömungs-
richtung

Filterhalterung



2. Ausstanzen von Ronden aus unterschiedlichen Höhen



3. Wägung der Ronden,

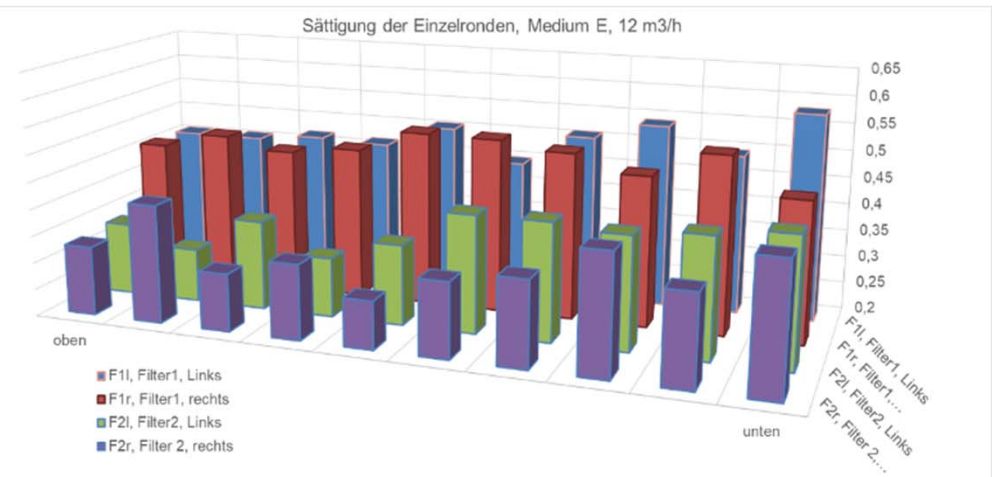
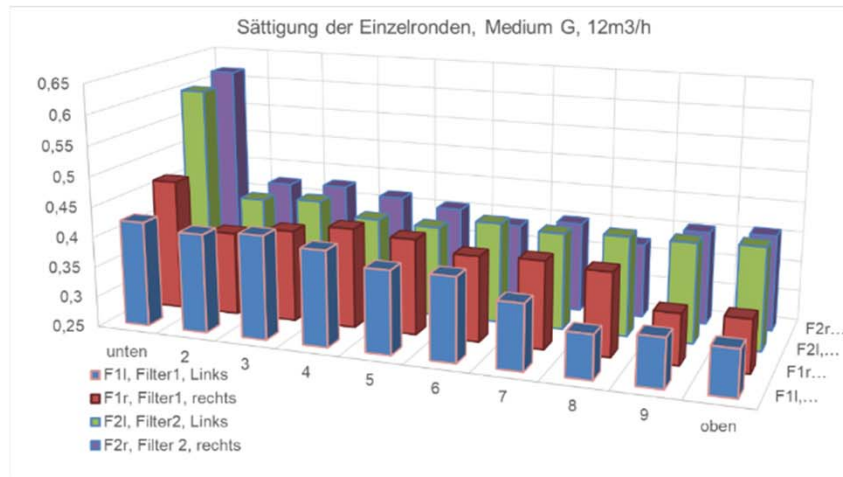
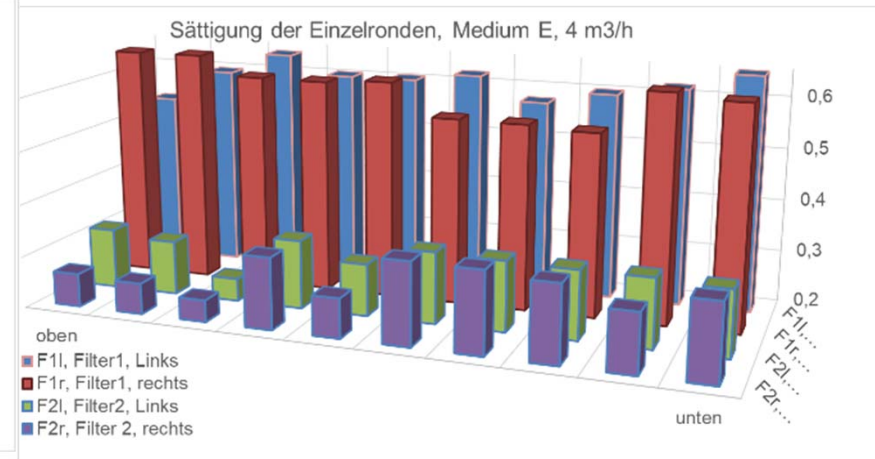
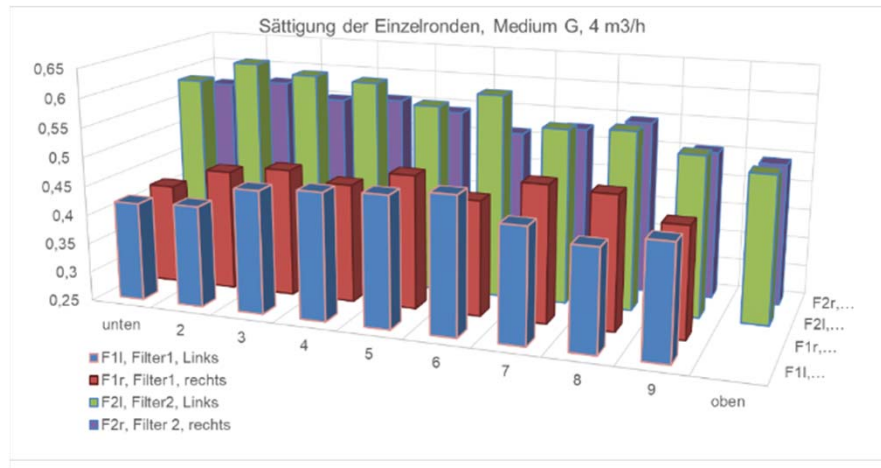
4. Waschung mit Hexan und

erneute Wägung

5. Berechnung der Sättigung

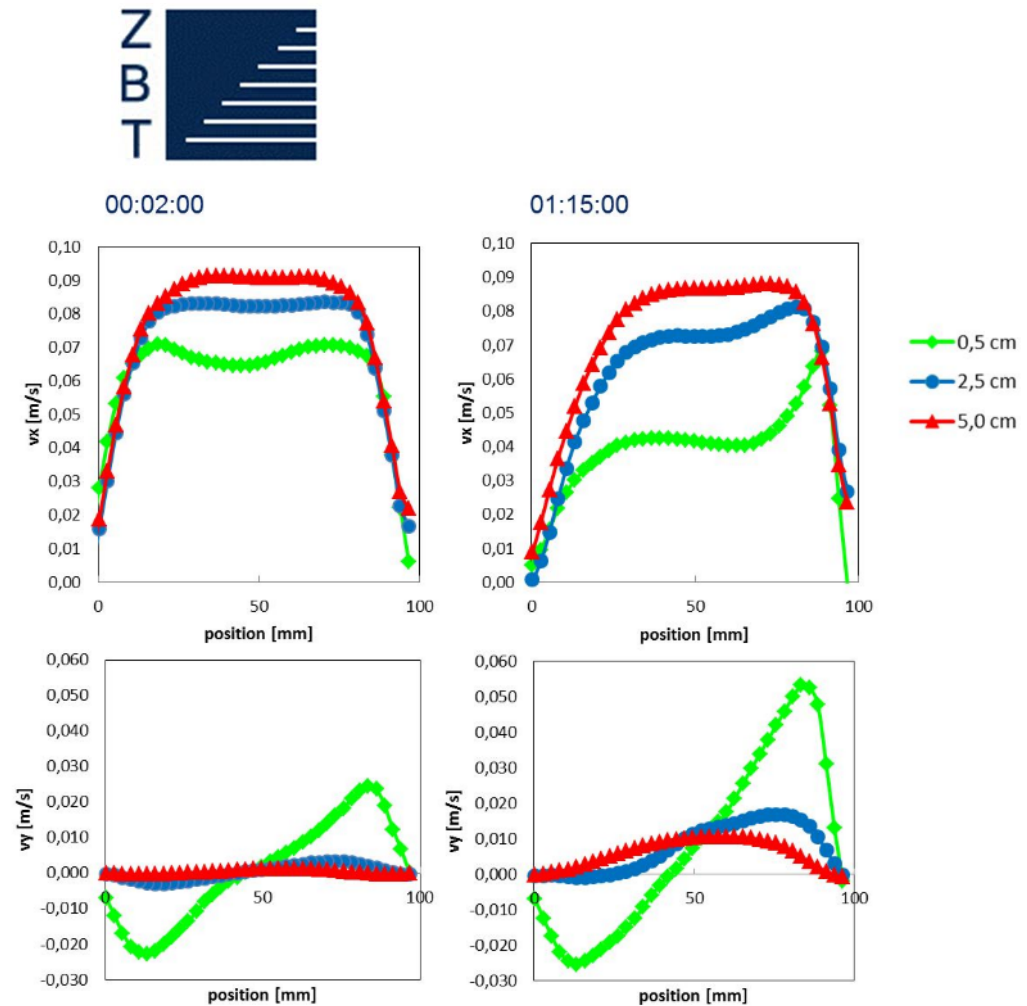
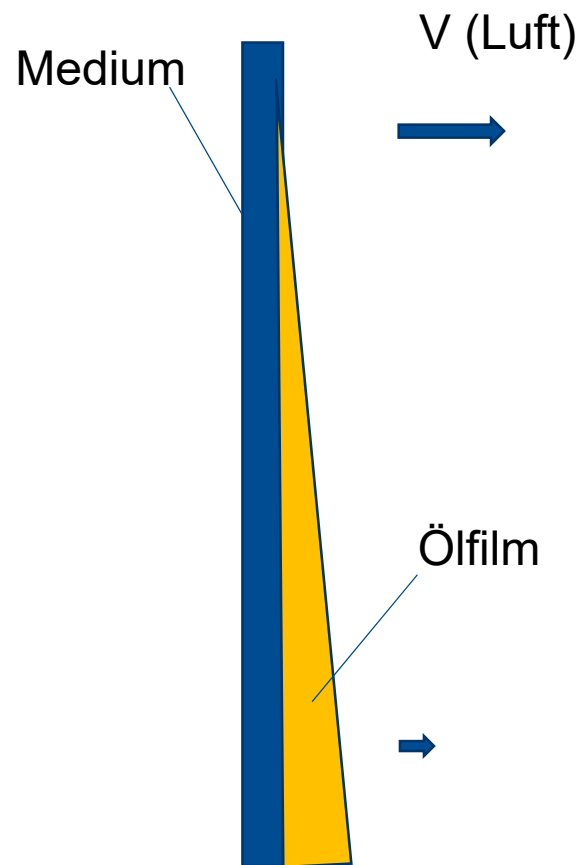
$$S = \frac{V_{öl}}{V_{frei}} = \frac{\frac{m_{öl}}{\rho_{öl}}}{V_{Filter} - V_{Glas}} = \frac{\frac{(m_s - m_{tr})}{\rho_{öl}}}{V_{Filter} - \frac{m_{tr}}{\rho_{Glas}}}$$

Lokale Sättigung



➔ Leichte Abhängigkeit der Sättigung von der Lage im Medium

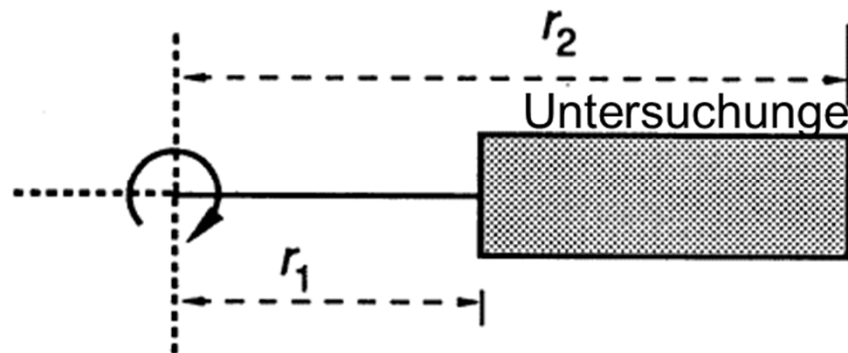
Erklärung lokale Sättigung



- Sättigung:
 - Unterbrechungen des Volumenstroms erhöhen den Differenzdruck, insbesondere wenn Öl Kontakt zum Medium hat
 - Unterschiedlich schnelle Ausbildung des Verteilungsgleichgewichts im Medium bei Volumenstromunterbrechung
 - bei Unterbrechung der Öl-Zufuhr wird weder aus oleophilen noch aus oleophoben Medien in größerem Umfang Öl ausgetragen → Methode zur Charakterisierung des Filter, wenn unterschiedliche Volumenströme angefahren werden?
 - Maximale Sättigung (Tauchen) vs. Normale Beladung (Aerosolgenerator): Im untersuchten Zeitfenster ungleiche Enddifferenzdrücke
 - Reproduzierbarkeit in Bezug auf den finalen Differenzdruck gewährleistet
 - Wiederholte Bestimmung der Differenzdruckkurve mit identischen Medien → Verlauf verschieden → Veränderung der Oberflächeneigenschaften?
 - Abhängigkeit der lokalen Sättigung vom Volumenstrom und der räumlichen Lage
-

- Ermittlung des Kapillardrucks und der Permeabilität des Faserm mediums für Zweiphasensysteme Luft-Öl
 - Anwendung der Zentrifugation (Anlehnung an Hassler Methode)

H. HERMANSEN *et al.*



average saturation is defined by

$$\bar{S} = \frac{1}{r_2 - r_1} \int_{r_1}^{r_2} S(r) dr.$$

Figure 1: Centrifuge schematic

Vielen Dank an Kollegen und Projektpartner



Ministerium für Innovation,
Wissenschaft und Forschung
des Landes Nordrhein-Westfalen



EUROPÄISCHE UNION
Investition in unsere Zukunft
Europäischer Fonds
für regionale Entwicklung



IGF-Projekt-Nr. 19109 N

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit