



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

WavE

Ressourcen- und energieeffiziente Wasser- membranfiltration mittels Dielektrophorese (REMEMBER)

BMBF-Fördermaßnahme WavE
Statusseminar
DECHEMA e.V., Frankfurt am Main
17.-18.04.2018

Vortragende:
Thomas Lukasczyk (IFAM)
Georg Pesch (Uni Bremen)

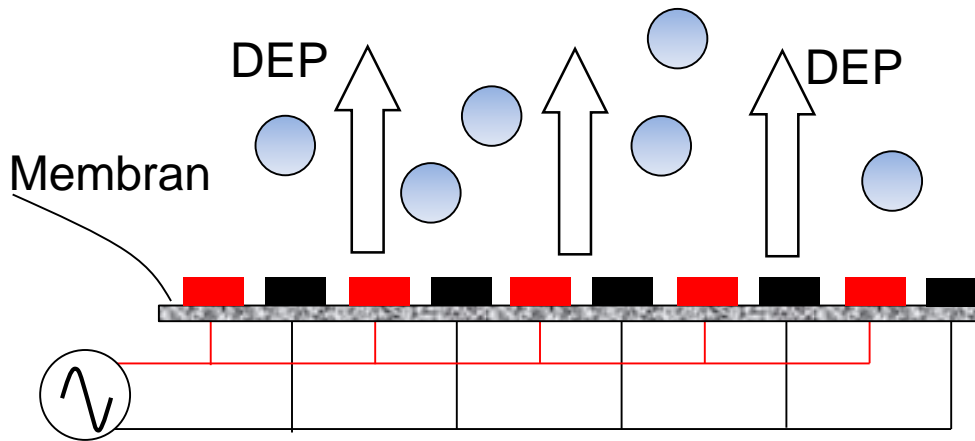


Motivation und Projektidee

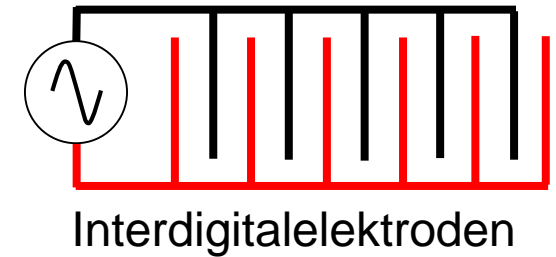
- Derzeit weltweit 1,2 Mrd. Menschen keinen gesicherten Zugang zu Trinkwasser
- Mögliche Quelle: Reinigung von Grund- und verfügbarem Oberflächenwasser mittels Membranfilteranlagen



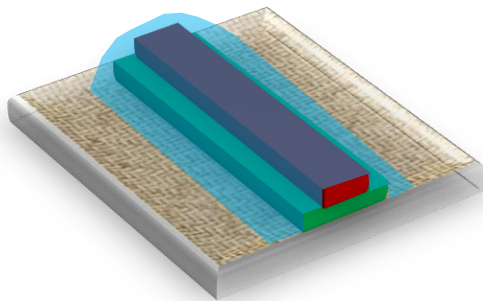
- Problem: Scaling und (Bio-)Fouling begrenzt Lebensdauer und Effizienz der Membranfilter
 - Fouling: Bildung eines Gels durch organische Komponenten auf Membranoberfläche
 - Scaling: Bildung von Rückständen durch gelöste anorganische Salze
- **Verringerung dieser Effekte durch Aufbau eines inhomogenen elektrischen Feldes an der Membranoberfläche (Dielektrophorese)**



Elektrodenstrukturen



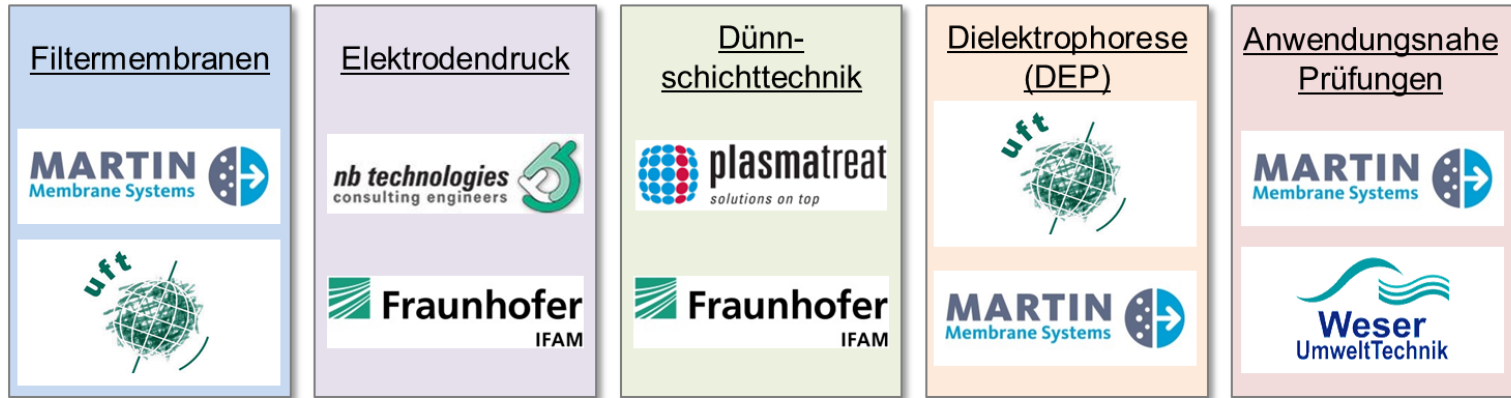
Interdigitalelektroden



Aufbau:

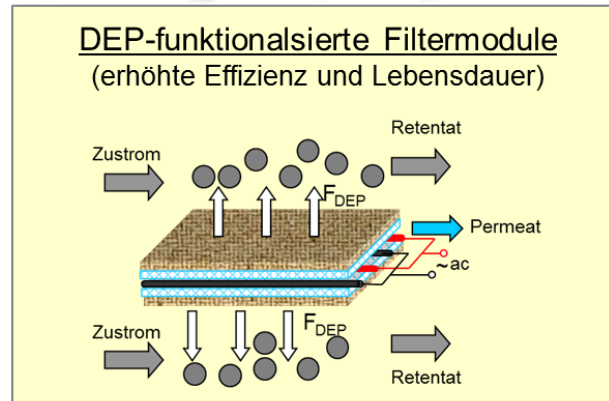
- Membran
- (Isolationsschicht)
- Elektrode
- Dielektrische Verkapselung (TiO_2)

Kompetenzbereiche Projekt REMEMBER



Technische Zielstellungen

- Auslegung von Elektrodengeometrien
- Erzeugung metallischer Elektroden mittels Siebdruck
- Dielektrische Verkapselung der Elektrodenstrukturen
- Parameterentwicklung



Wirtschaftl. Zielstellungen

- Verminderung von Fouling an Membranoberflächen
⇒ Erhöhte Filtereffizienz
⇒ Verlängerung der Lebensdauer
- Aufbereitung industriell genutzter Wasser

Siebdruck für Elektrodenstrukturen

Motivation für den Einsatz von Siebdruck

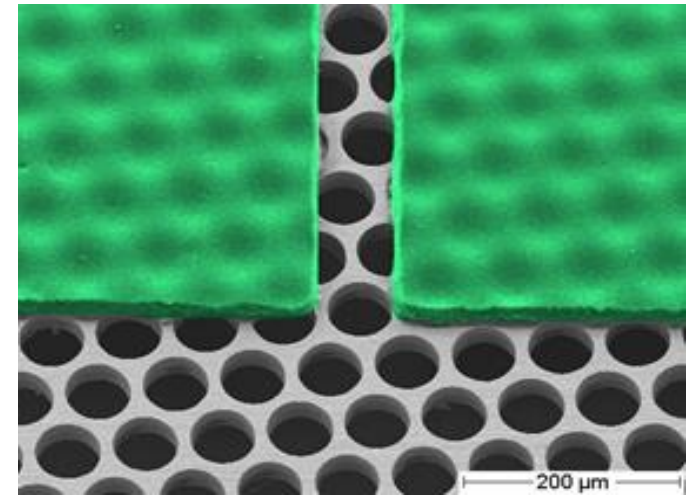
- etablierte Technologie mit hoher Verfügbarkeit
- vergleichsweise günstig
- skalierbar für Produktion bei großen Stückzahlen

Einsatz von Spezialesieb sunstence® uni

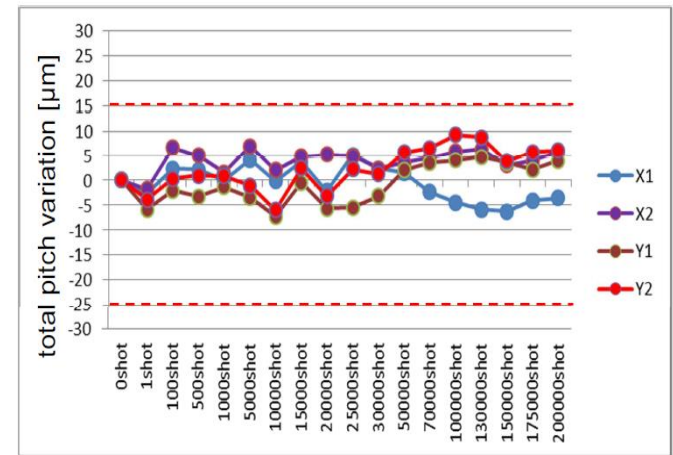
- Kombination aus gelochter Metallfolie (Stahl) und Schablone aus Emulsionsbeschichtung
- kleinste Linienbreite von bis zu 30µm gezeigt
- absolut verzugsfrei
- gegenüber Schablonen ohne Einschränkung flexibel im Layout (für Interdigitalstrukturen !)
- Lebensdauer von bis zu 200.000 Drucken

Schwerpunkte von NBT im Projekt REMEMBER

- Optimierung der Lochfolie (Nickelgalvanik)
- Herstellung von Siebdrucksieben
- Parameter für Druckprozess auf Membranen
- Herstellung von Elektroden für Testmuster



NBT's sunstence® uni Sieb

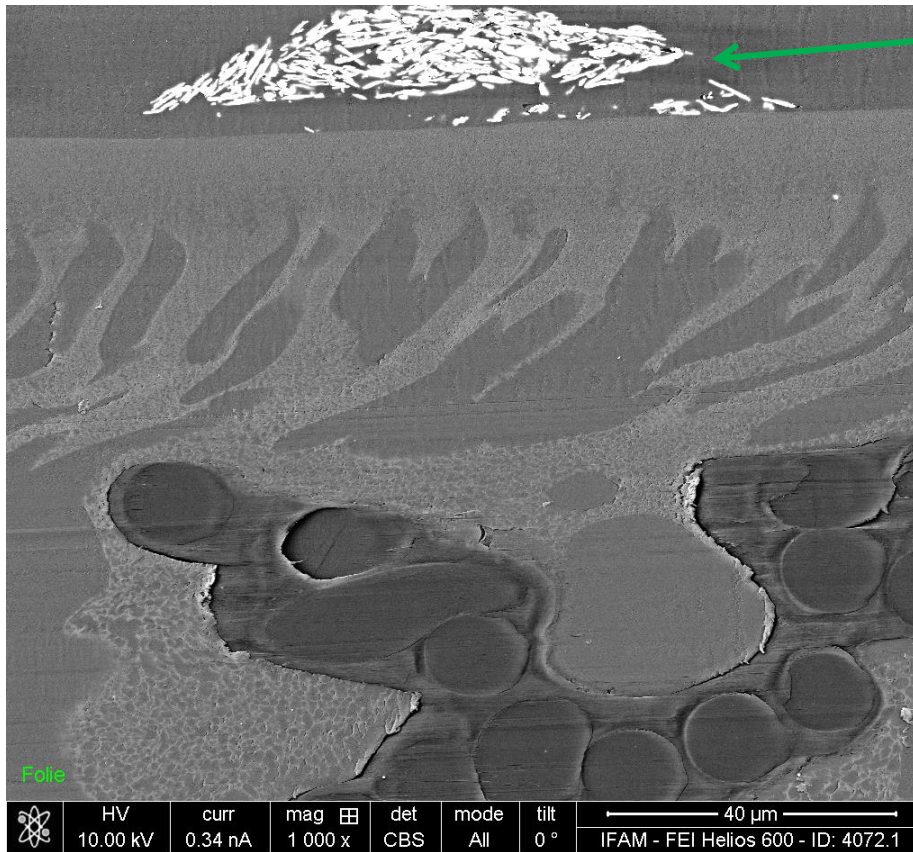


The variation of total pitch is less than 20 µm after 200,000shots

Verzugsmessung über 200.000 Zyklen
über 160mm x 160mm

Elektrodenstruktur auf Membranoberfläche

REM-Aufnahme an Mikrotom-Schnitt (Elektrode ohne Verkapselung)



Elektrode (Silber-Flakes in Matrix)

Polyethersulfonschicht

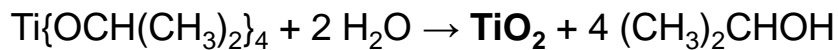
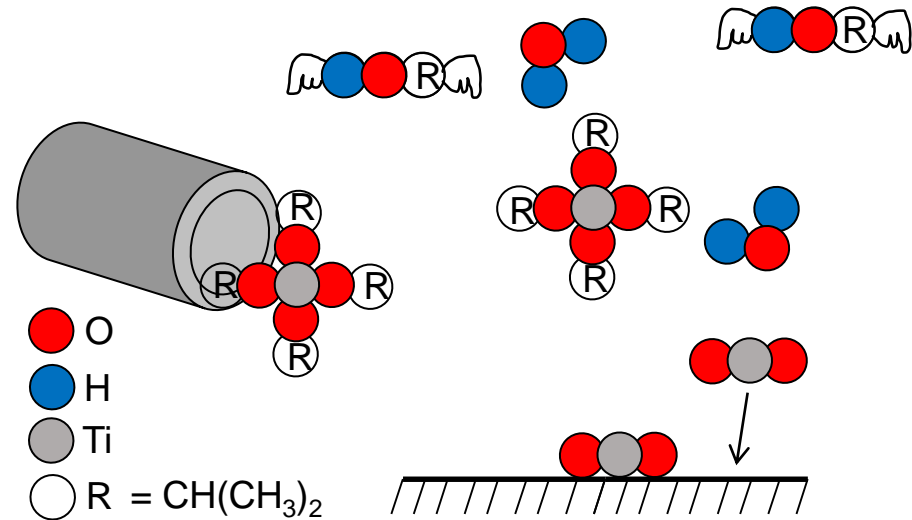
Vermutlich Haftvermittlerschicht

Trägergewebe

- Gute Haftung der Elektrodenstrukturen auf der Membranoberfläche

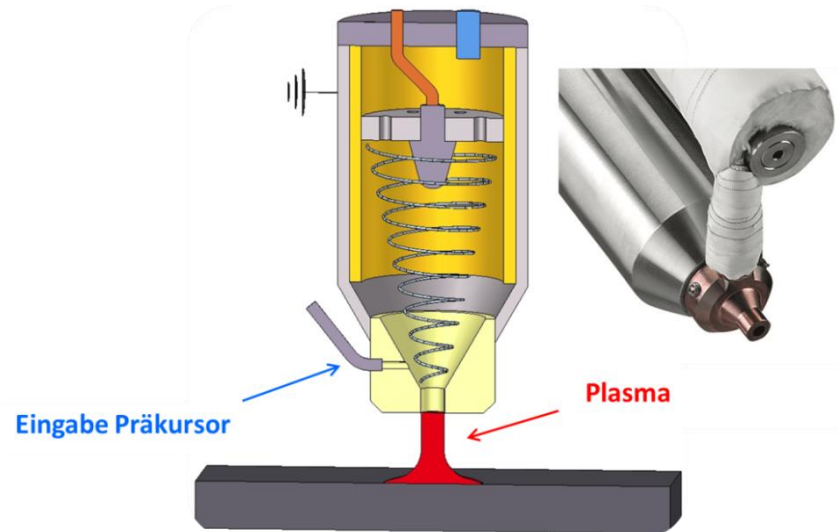
Verkapselungsmethoden

I. Atmosphärendruck-CVD-Verfahren (AP-CVD)



- Substrat: temperaturarmes Verfahren (auch RT möglich)
- Hochreine TiO_2 -Schichten erzeugbar

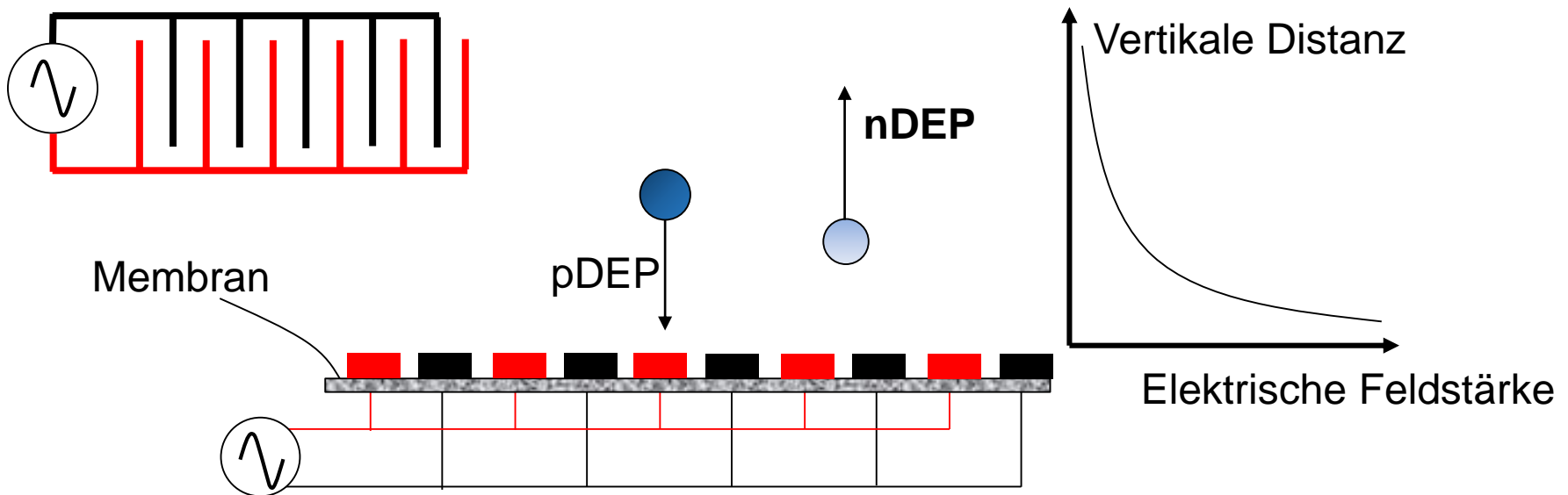
II. Plasmagestützter Gasphasenabscheidungsprozess (PE-CVD)



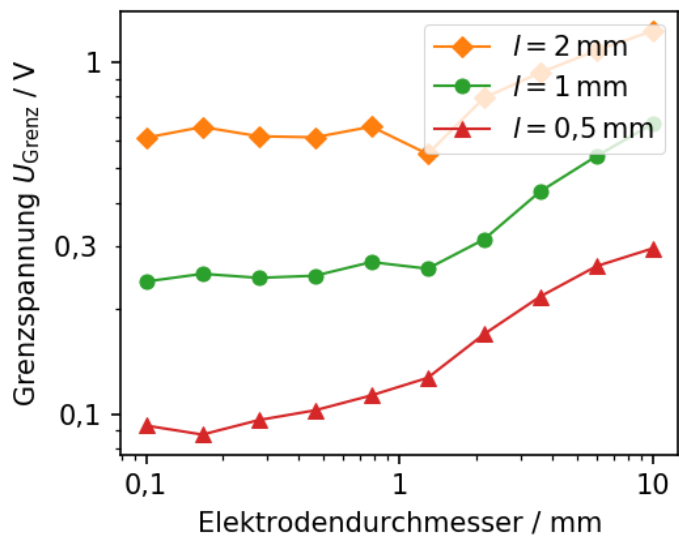
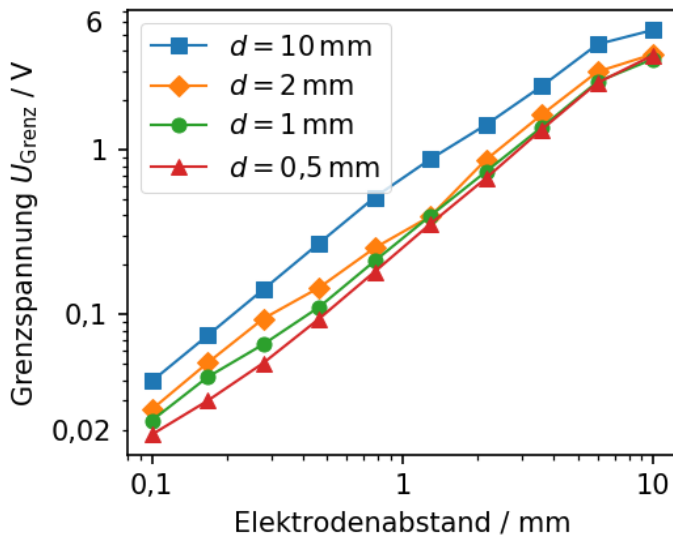
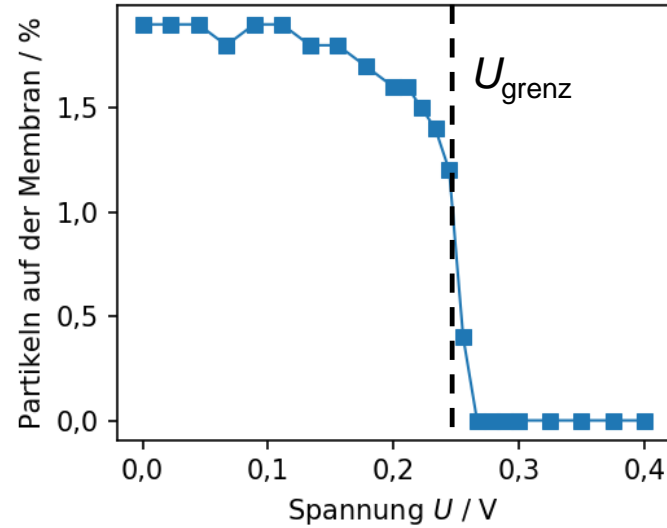
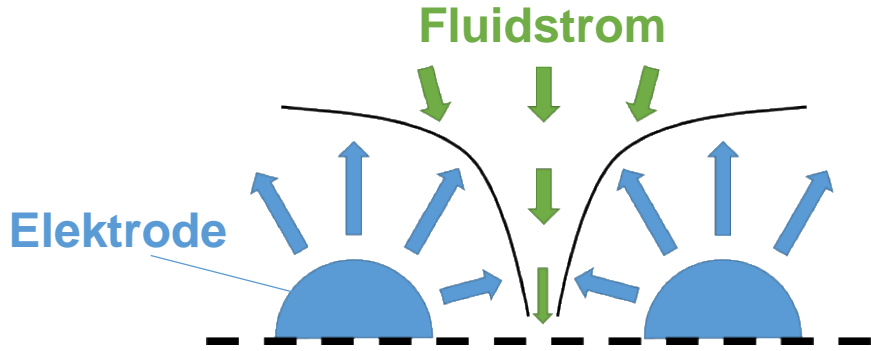
- Höhere Abscheideraten möglich
- Aktivierung und Beschichtung im Einschritt-Prozess denkbar

Dielektrophorese

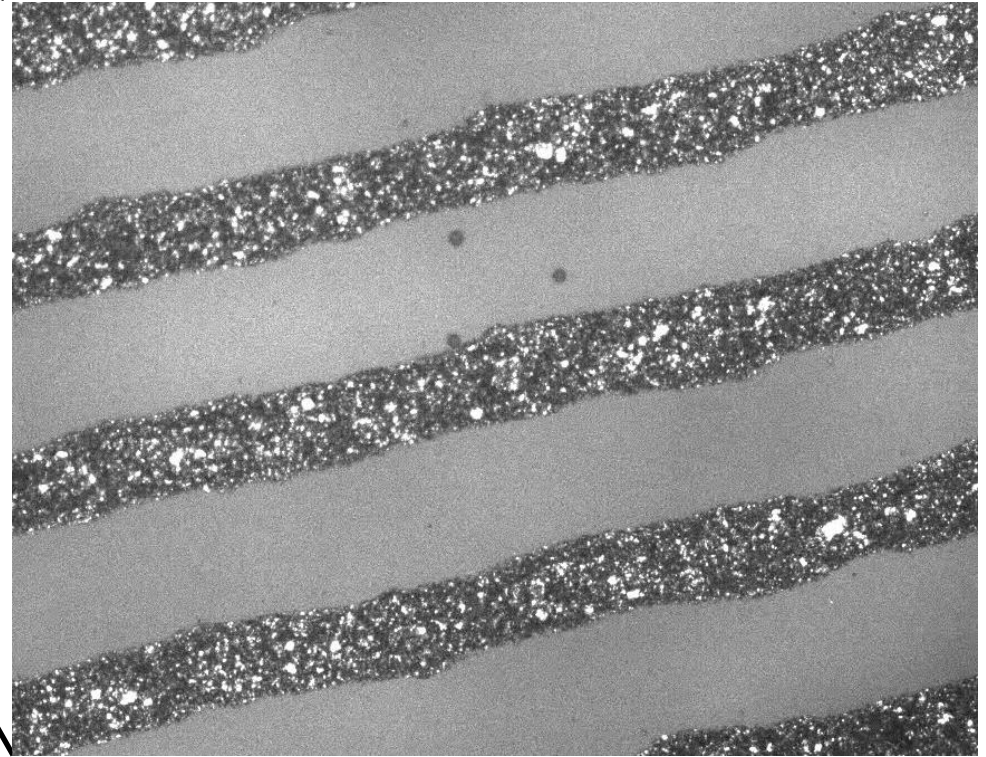
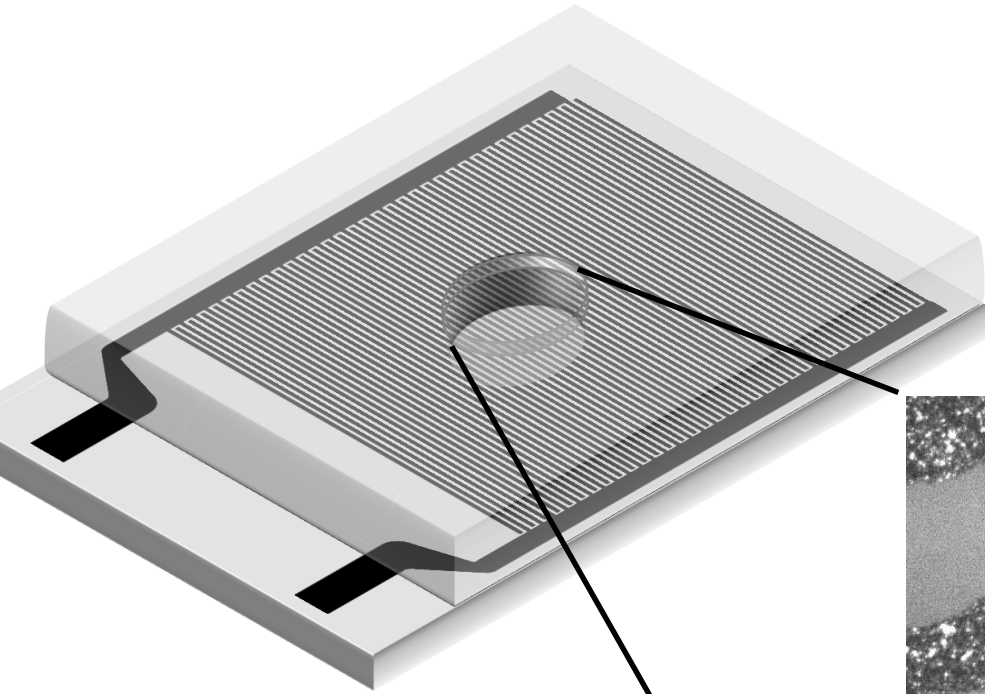
- Bewegung von Partikeln in inhomogenen elektrischen Feldern
- Verursacht durch Partikelpolarisation



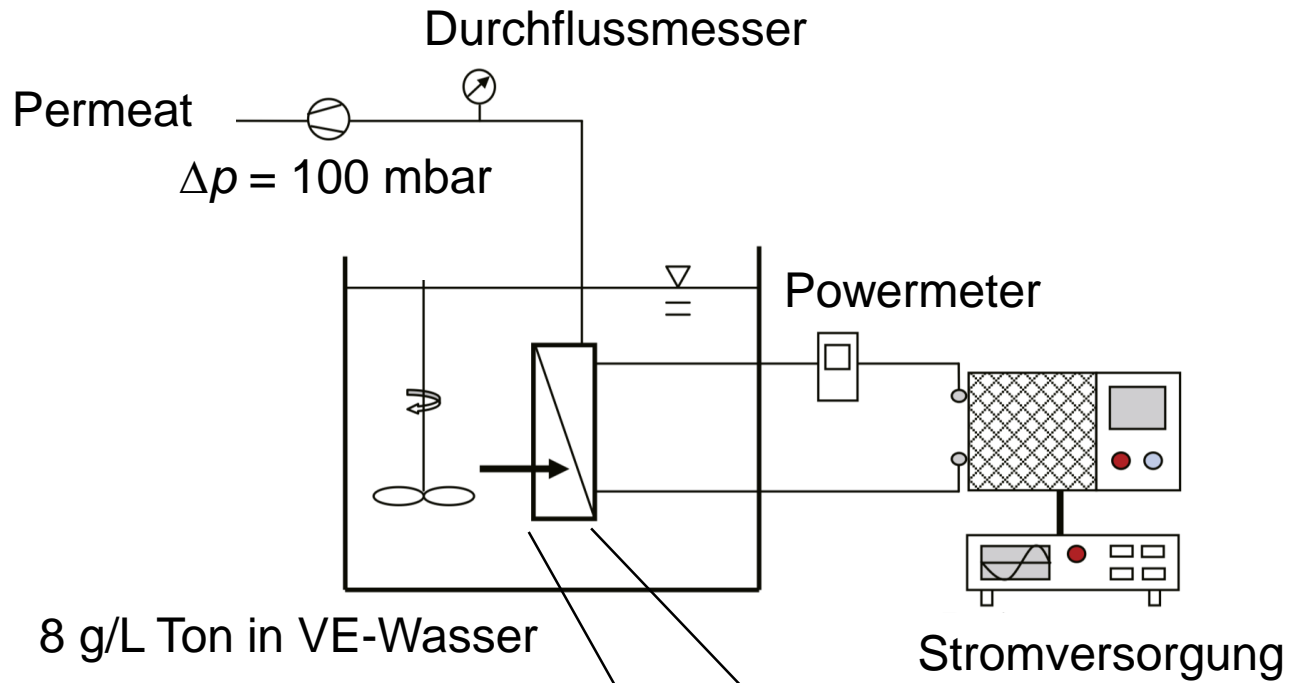
Elektrodenauslegung



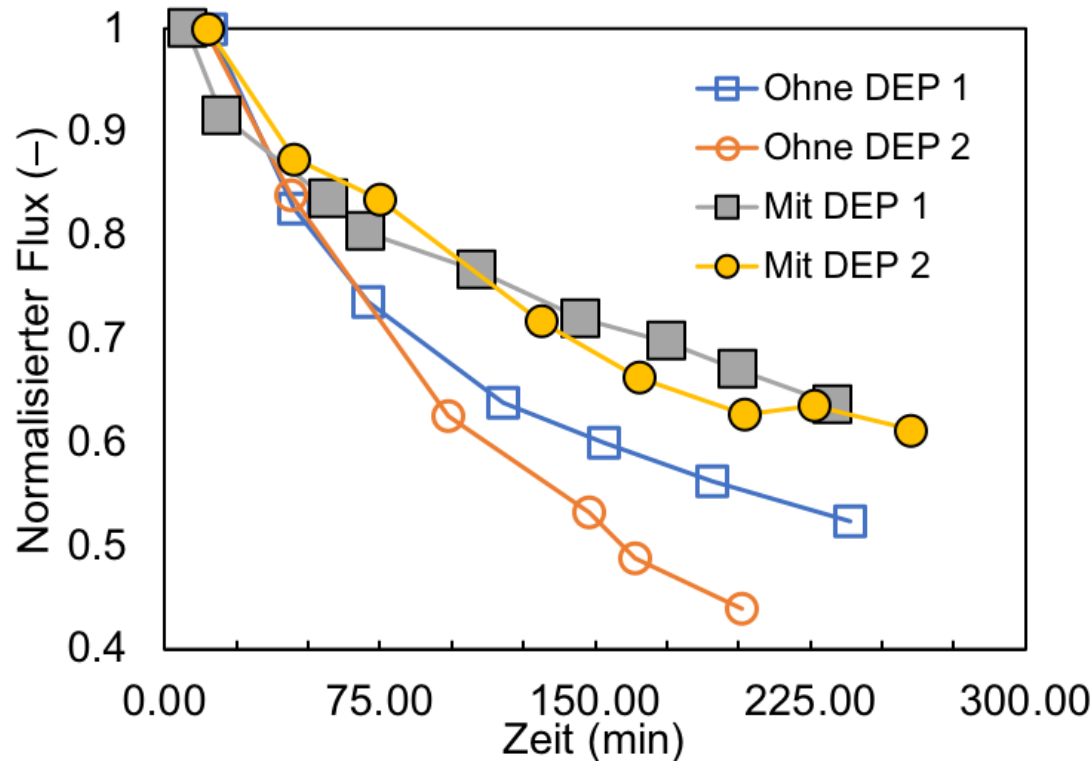
Partikelanhebung auf Glas



Funktionstest Membran



Funktionstest Membran



– 75 μm
Elektrodenbreite
– 300 μm Abstand
– 10 V_{pp} angelegte
Spannung

Zusammenfassung

- Substrate auf Glas inklusive Verkapselung:
 - Einfluss der Verkapselungsdicke auf DEP-Effekt muss untersucht werden!
- PES-Membran mit großflächig gedruckten Elektroden (75 μm Breite / 300 μm Abstand). Ohne Verkapselung.
 - Erster Funktionstest zeigt Einfluss des Effekts auf.
 - Reproduzierbarkeit und Spannungseinfluss muss überprüft werden.

- Optimierung des Siebdruckverfahrens hin zu noch feineren Strukturen.
- Verkapselung der Elektroden auf der Membran.
- Filterung Stadtwaldsee, $1\text{m}^3 / \text{d}$
 - Funktionsvergleich DEP Modul vs. Originalmodul

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

WavE

