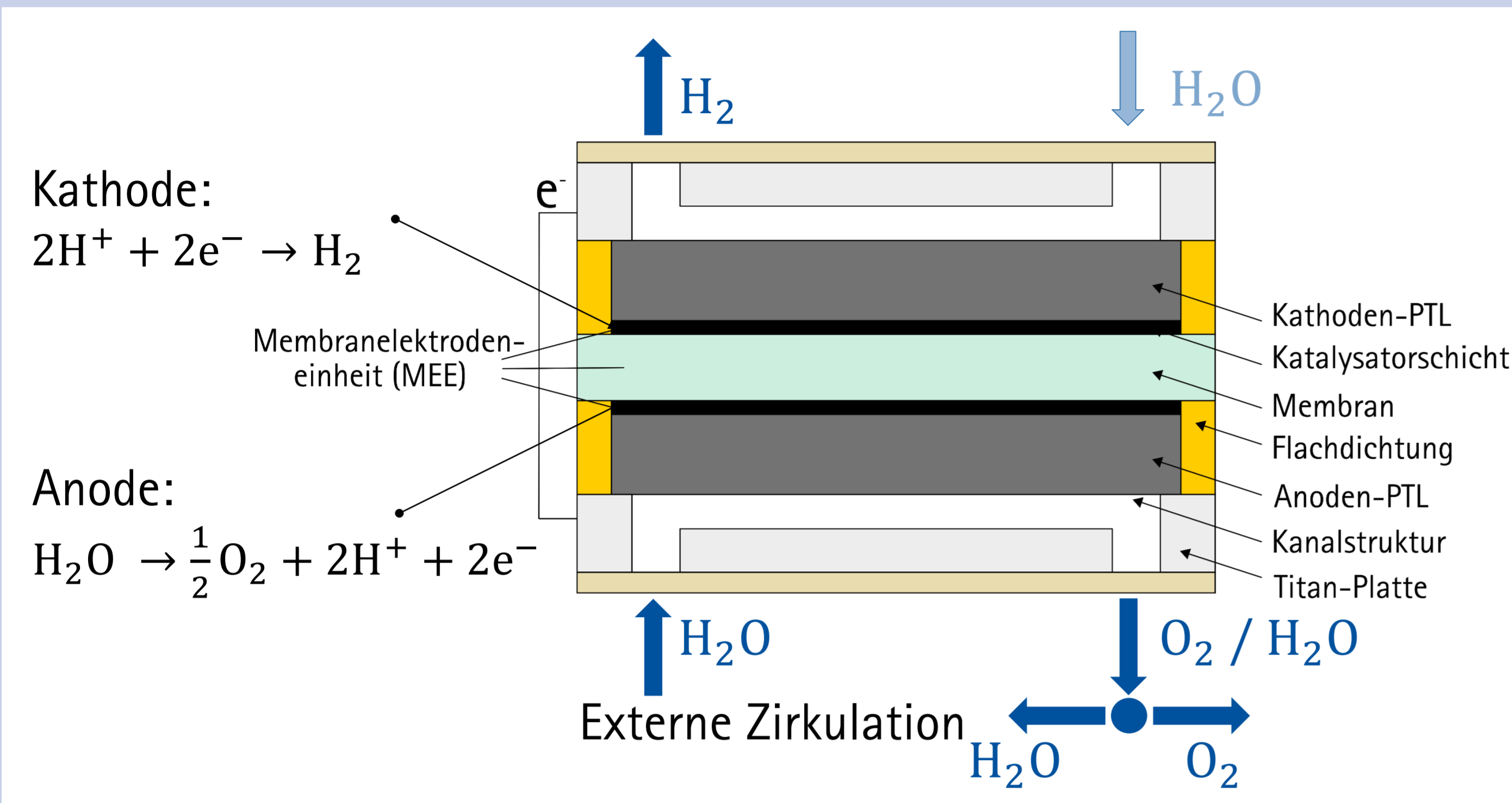


PEM-Wasserelektrolyse im Kontext von Power-to-Gas-Anwendungen

PEM-Wasserelektrolyse (PEMWE)

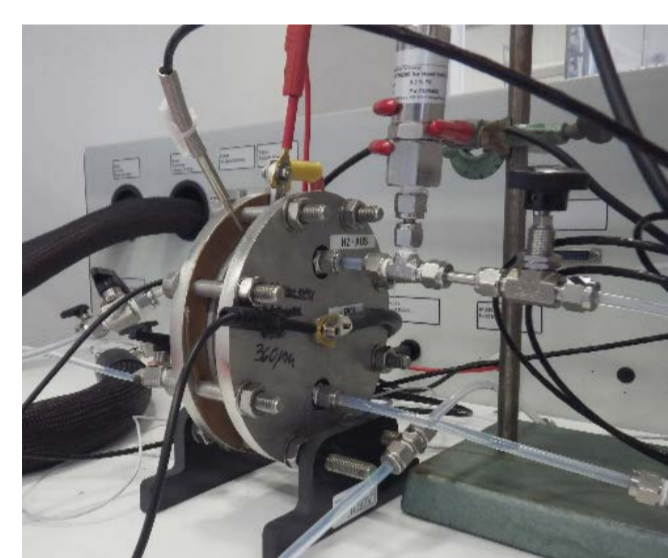


Aufbau und Funktionsweise einer PEM-Wasserelektrolysezelle

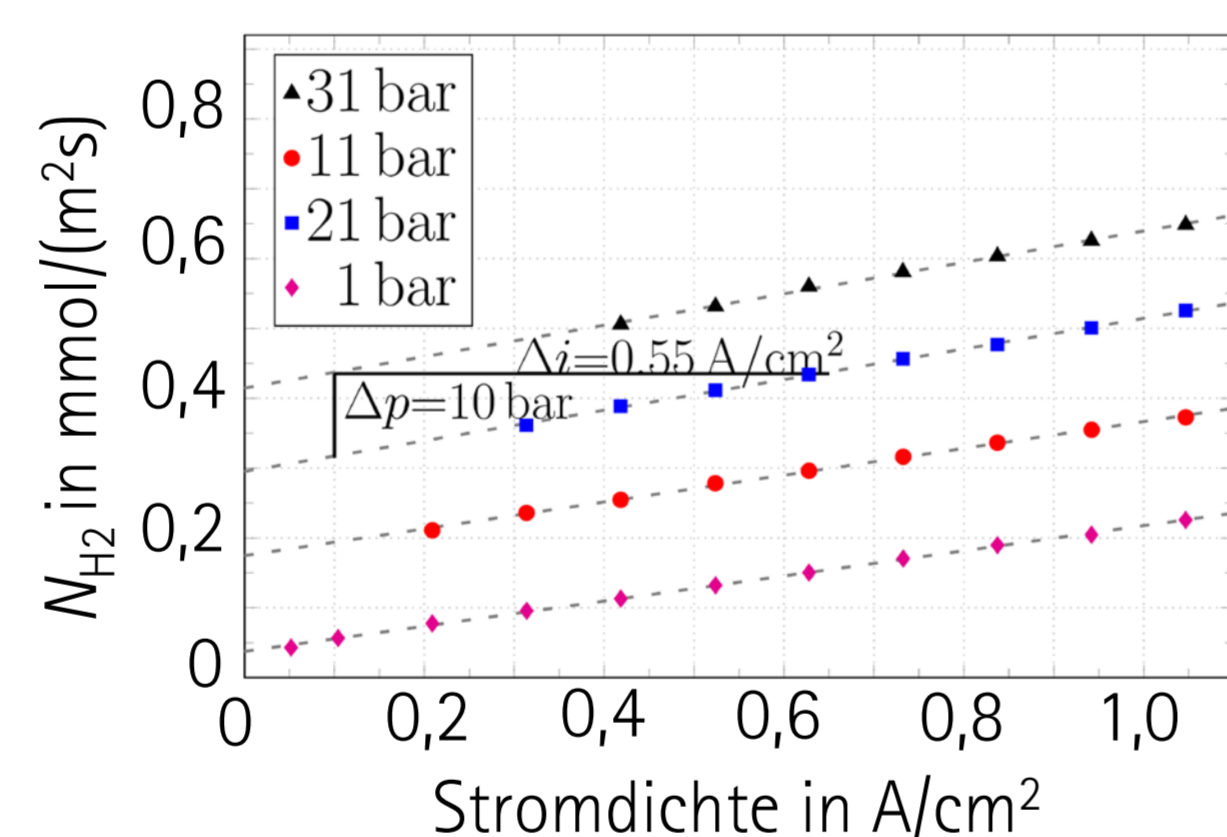
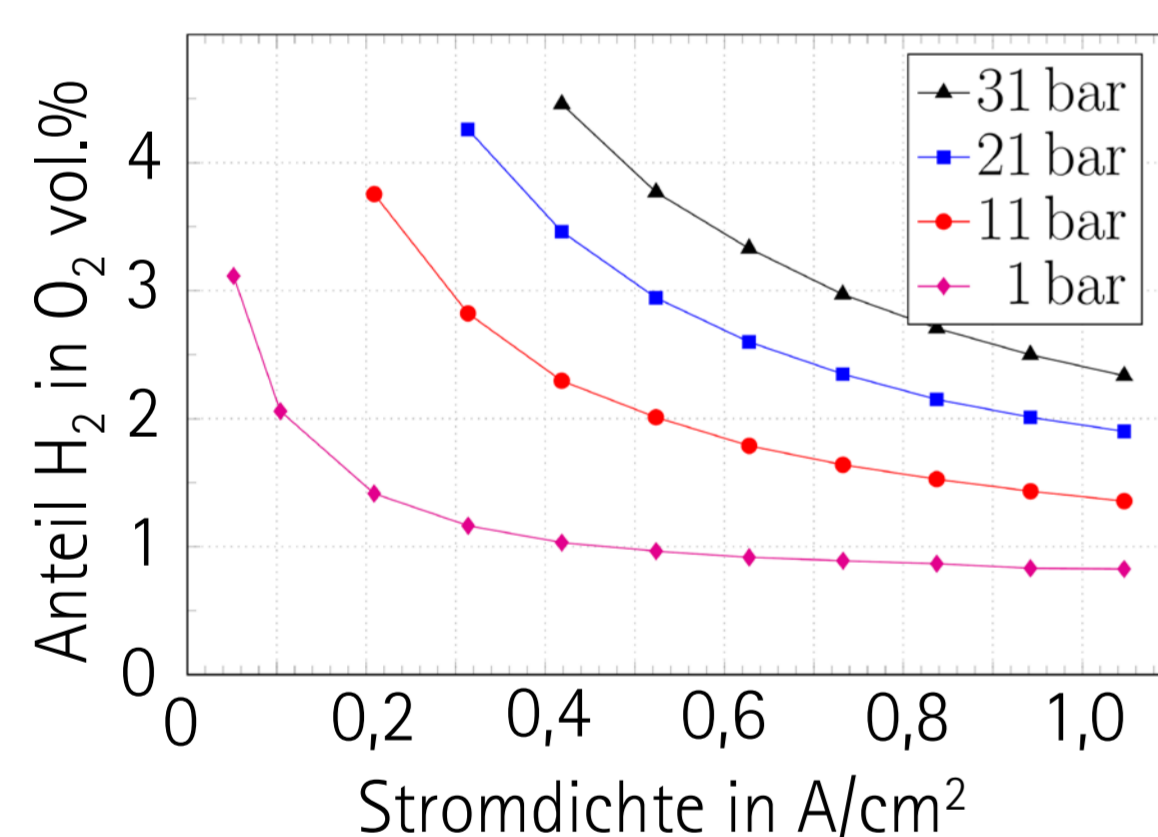
H₂-Permeation in PEMWE-Zellen

Wasserstoff-Permeation ist von Relevanz in Bezug auf

- ▶ Faraday'schen Wirkungsgrad
- ▶ Einhaltung Explosionsschutzgrenzen
- ▶ Alterung/Degradation in der Elektrolysezelle



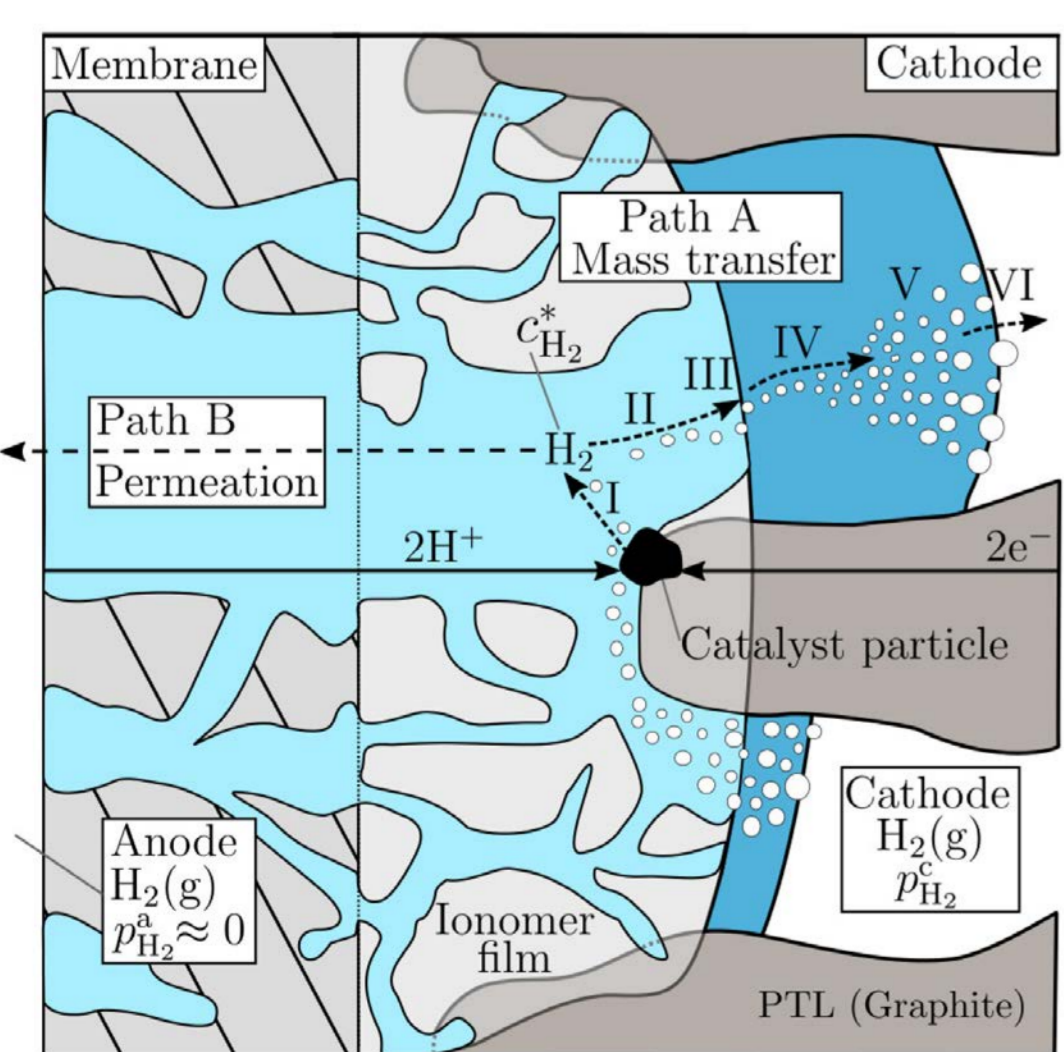
Experimentelles Setup:
 - ZE 200, Sylatech Analysetechnik GmbH
 - MEE fumea EF-40 (FuMa-Tech GmbH)
 - Zellfläche: 63,6 cm²
 - Membrandicke: 230 – 250 μm



Messung der Wasserstoffpermeation in Abhängigkeit der Stromdichte

Mögliche Erklärung für die Stromdichteabhängigkeit:

- ▶ Stofftransportwiderstand in der Katalysatorschicht und der porösen Transportschicht
- ▶ Übersättigung des gelösten Gases



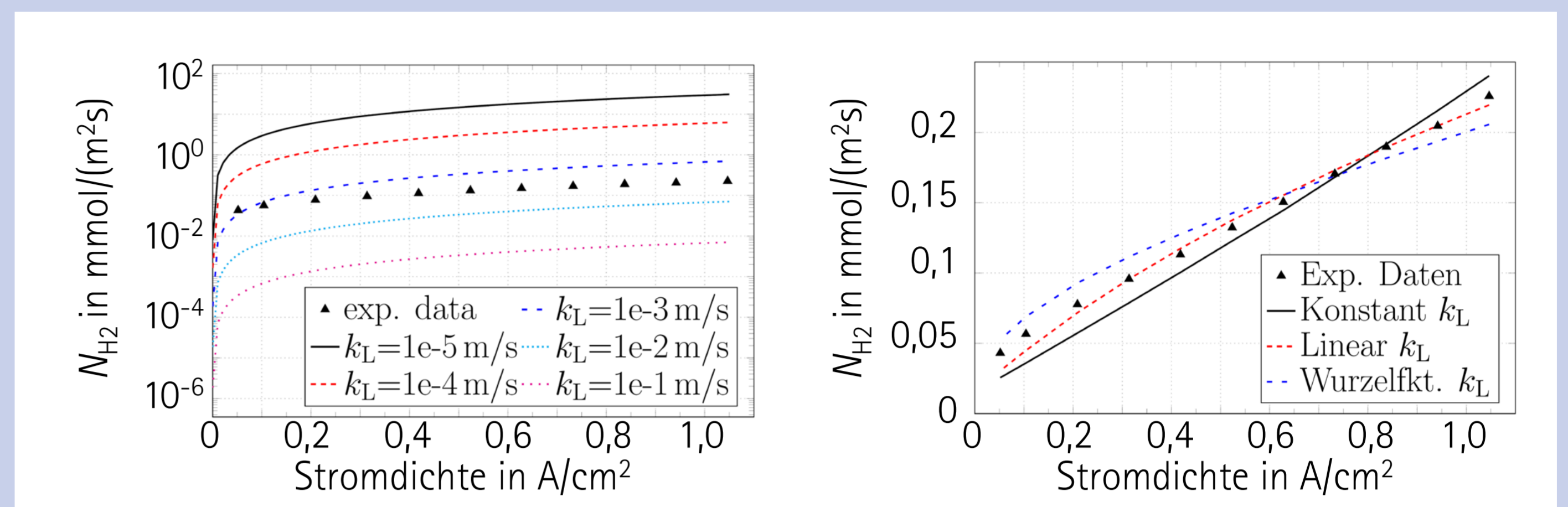
$$\frac{i}{2F} = k_L \cdot (c_{\text{H}_2}^* - c_{\text{H}_2}^{\text{Henry}}) + D_{\text{H}_2}^{\text{eff}} \cdot \frac{c_{\text{H}_2}^* - c_{\text{H}_2}^{\text{a}}}{\delta_m}$$

$$c_{\text{H}_2}^* = \frac{i}{2F} + k_L \cdot c_{\text{H}_2}^{\text{Henry}}$$

$$N_{\text{H}_2}^{\text{perm}} = D_{\text{H}_2}^{\text{eff}} \cdot \frac{i}{k_L \cdot \delta_m + D_{\text{H}_2}^{\text{eff}}}$$

Schematische Darstellung der Transportvorgänge im Kathoden-Ionomer

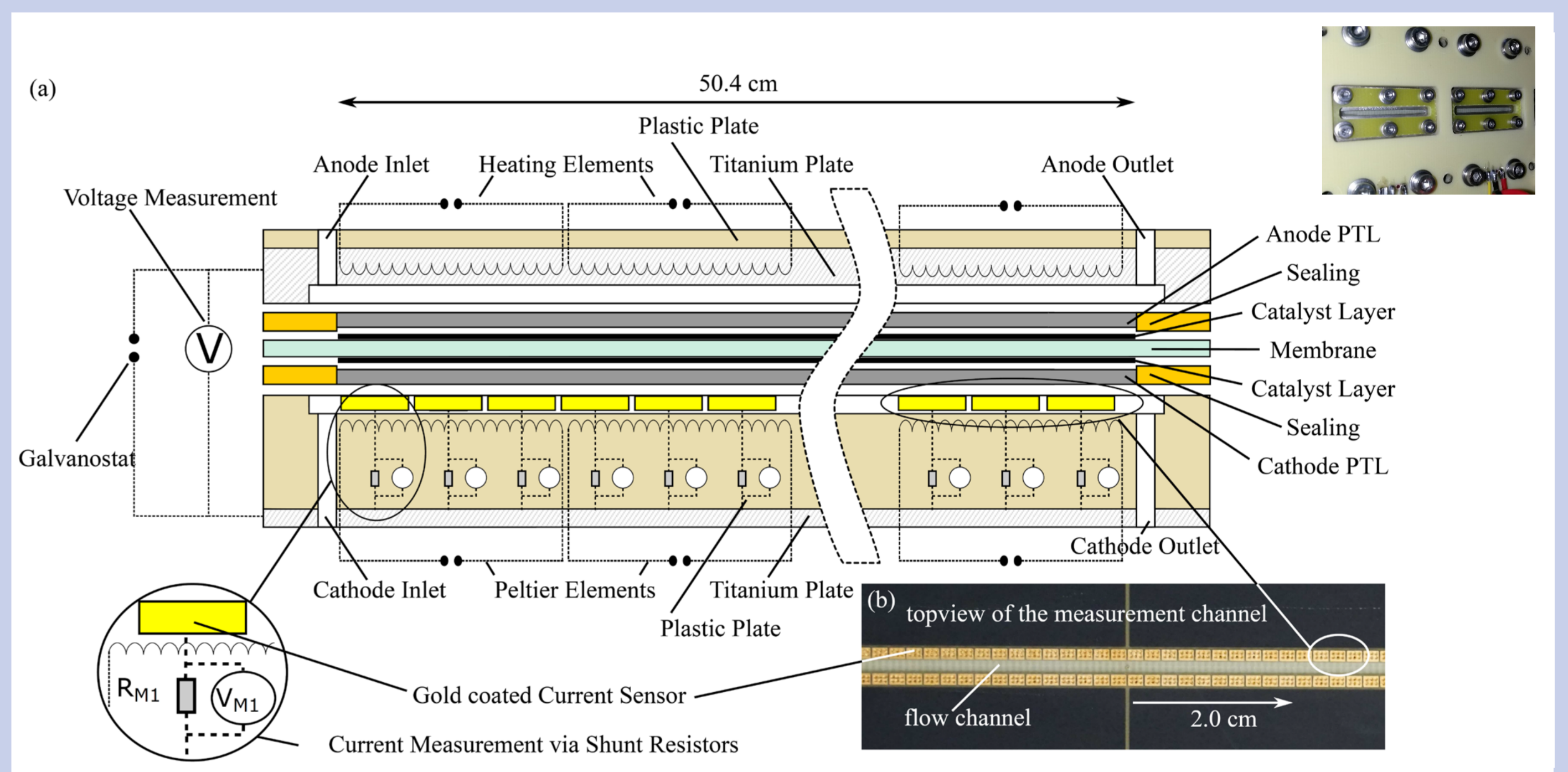
- ▶ Stoffübergangskoeffizient k_L in der Größenordnung $10^{-3} \dots 10^{-2}$ m/s (vergleichbar mit Literaturwerten)
- ▶ Übersättigung erklärt Stromdichteabhängigkeit



Parameterstudie zum Stoffübergangskoeffizienten k_L

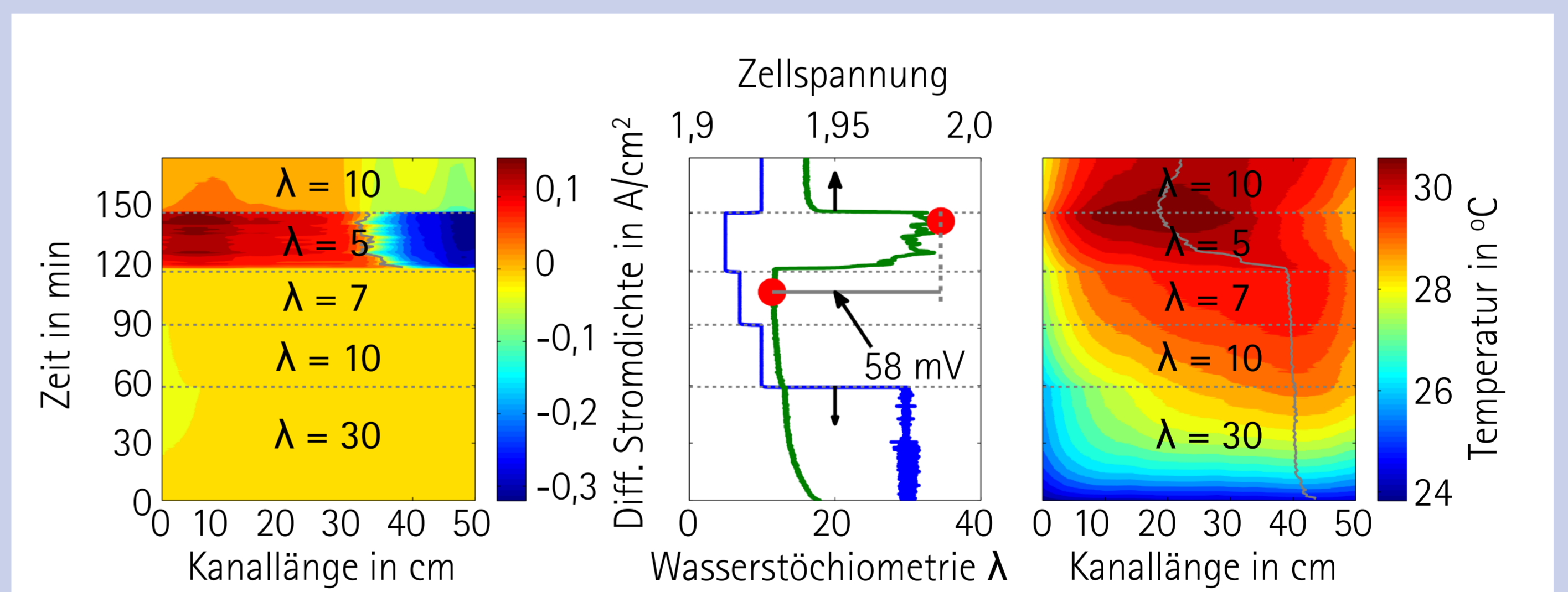
Ortsaufgelöste Stromdichtemessung

- ▶ Analyse der Prozesse entlang der Kanalkoordinate
- ▶ Scale-Up führt zu Inhomogenitäten in der Zelle



Aufbau der Zelle zur ortsaufgelösten Stromdichtemessung

- ▶ Hocho aufgelöste Stromdichte- und Temperaturmessung mit 252 Segmenten (2 mm Auflösung)
- ▶ Visuelle Analyse durch 16 Fenster im Anodenkanal



Ergebnisse der lokalen Stromdichte und Temperaturmessung bei Variation von λ

Reduktion des Wasserzuflusses auf $\lambda=5$ führt zu:

- ▶ Anstieg der integralen Zellspannung
- ▶ Starker Einfluss auf Inhomogenität der Stromdichte i ;
- ▶ Reduktion von i am Kanalende; nicht vollst. reversibel
- ▶ Inhomogenität des Temperaturprofils nimmt zu;
- ▶ Verschiebung der max. Temperatur zum Kanaleingang