universität innsbruck

Forschungsinstitut für Textilchemie und Textilphysik



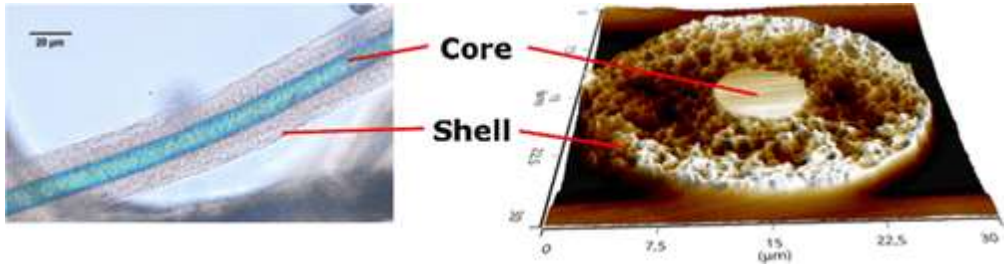
Textile 3D-Elektroden für Energiespeicherung

Forschungsinstitut für Textilchemie und Textilphysik Universität Innsbruck

- Gründung in 1982, Sitz in Dornbirn
- Gehört zur Fakultät für Chemie und Pharmazie
- 20 Mitarbeiter aus 6 Nationen
- Moderne Labore für Faser- und Polymerchemie und angewandte Elektrochemie
- Moderne Analytik
- Core Facility “Interface in Hybrid Systems”
- Advanced Technology for Industry (ATI) Technology Centre

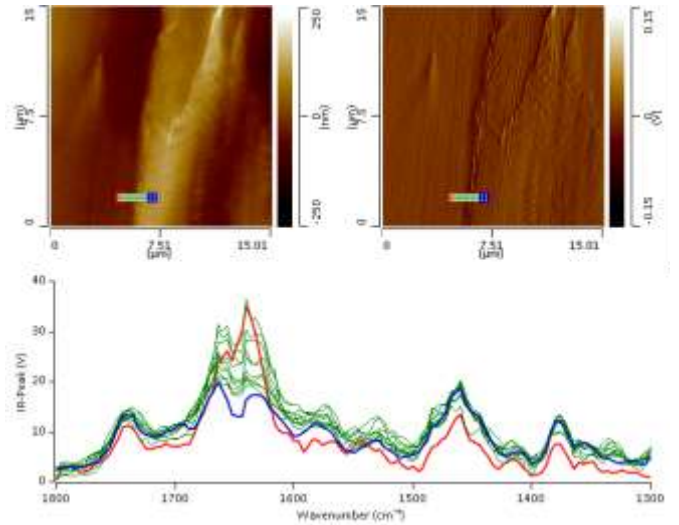


Was machen wir ?



Akademische Forschung und Ausbildung

- Grundlagenforschung in der Faser-, Textil- und Polymerchemie
- Ausbildung und Training von Doktoranden, Master- und Bachelor-Studenten
- Lehre in Chemie- und Materialwissenschaftskursen

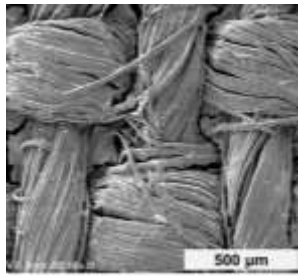


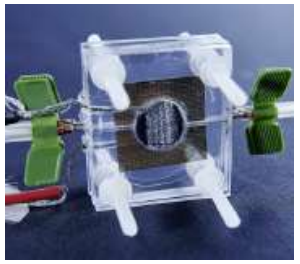
Kooperation und Forschungsnetzwerke

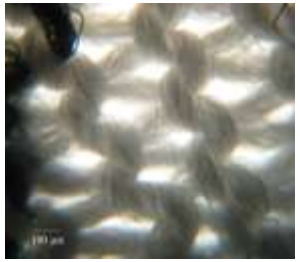
- Kooperative Forschung mit industriellen und akademischen Partnern
- Mitglied des Europäischen Exzellenznetzwerks für Polysaccharide EPNOE
- EU Marie-Skłodowska-Curie-Doktoranden-Netzwerk in der Redox-Flow-Batterieforschung
- Weltweite und transnationale Kooperation
- Weltweite Forschungsaustauschprogramme



Forschungsbereiche









Bereich 1 - Grenzflächen und Hybride: Wechselwirkungen in Hybridsystemen; Faserfunktionalisierung und Oberflächenaktivierung; reaktionsausgelöste Diffusion und Absorption an der Phasengrenze in heterogenen Systemen.

Bereich 2 - Textile Elektrochemie und Energie: 3D-Strukturen als Elektroden zur Leistungssteigerung in elektrochemischen Energiespeichersystemen; Wasserstoffelektrolyse; Leitfähige Beschichtungen auf Textilien.

Bereich 3 - Biobasierte Materialien und textile Kreislaufwirtschaft: Biobasierte Fasermaterialien und Recycling von Textilabfällen; Trennung und Rückgewinnung von Fasern und Polymeren aus gebrauchten Textilien; Faser-zu-Faser-Recycling; Sekundärrohstoffe aus Beiprodukten.

Bereich 4: Lebensmittelchemie und –technology: Wirkstoffe aus Lebensmittelabfällen; Wechselwirkungen zwischen Proteinen, Hydrokolloiden, Antioxidantien; Stabilisierung von Mehrphasensystemen, Emulgatoren, Stabilisierung von Fett-/Öl-/Wassersystemen; Stabilität von Antioxidantien und Farben in Fruchtsäften, Konfitüren etc., Abbaumechanismen

Project partners

Germany	Fraunhofer Gesellschaft
Germany	University of Stuttgart
Germany	University of Bayreuth
Sweden	Chalmers University of Technology
Sweden	Fureho AB
Netherlands	Elestor BV
Czechia	Pinflow Energy Storage S.R.O
Czechia	University of Chemistry and Technology Prague
Czechia	CEITEC – Brno University of Technology
Austria	University of Innsbruck
Italy	University of Padua
Denmark	Technical University of Denmark

spacer

Shaping Porous Electrode Architecture to Improve Current Density and Energy Efficiency in Redox Flow Batteries



European Commission

Marie Skłodowska-Curie Actions

Developing talents, advancing research

Fraunhofer ICT · Universität Stuttgart · Universität Bayreuth · Chalmers University of Technology · fureho · elestor · pinflow energy storage

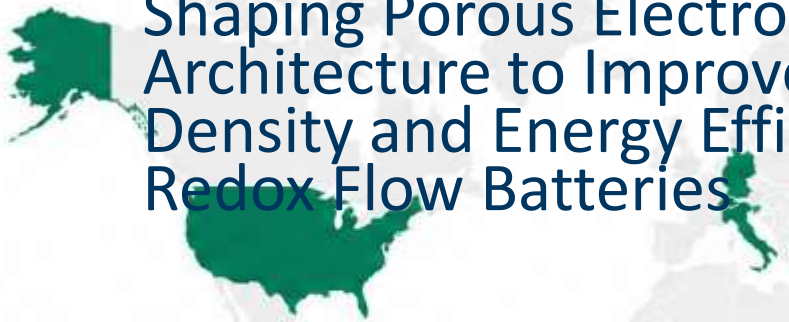
CEITEC · VŠCHT Praha · DTU · universität innsbruck · Università degli Studi di Padova

Associated partners

Switzerland	Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft
Australia	The University of New South Wales
Australia	The University of Queensland
Germany	Bruker Biospin GmbH Co. KG
Germany	Golin Wissenschaftsmanagement
Germany	Volterion GmbH
United States	AvCarb Material Solutions LLC
Italy	E-Storage srl

spacer

Shaping Porous Electrode Architecture to Improve Current Density and Energy Efficiency in Redox Flow Batteries



European Commission

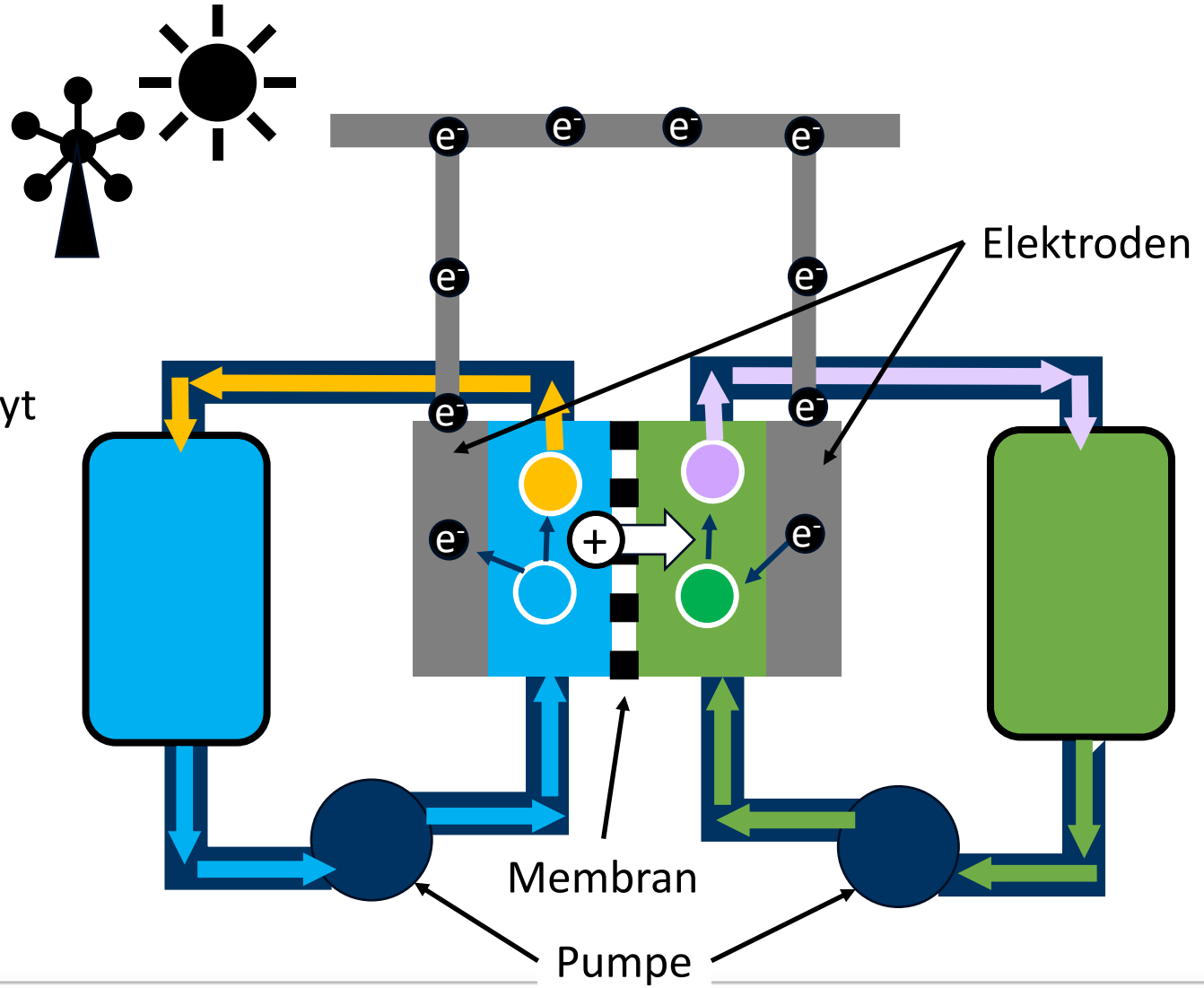
Marie Skłodowska-Curie Actions

Developing talents, advancing research



universität innsbruck

Redox-Flow-Batterie



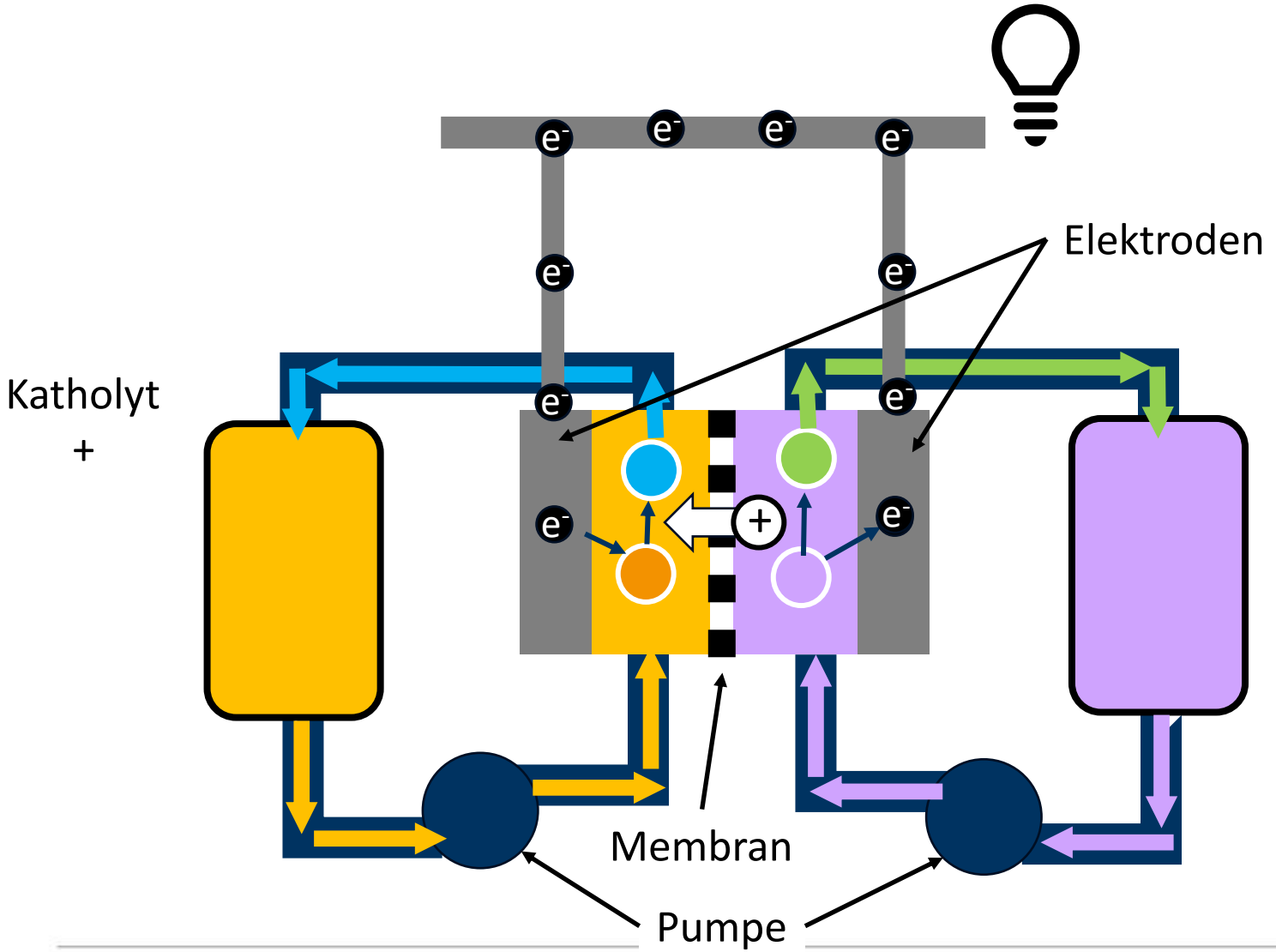
Ladung

$$VO^{2+} + H_2O \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftharpoons}} VO_2^+ + 2H^+ + e^- \quad (E_+^0 = 1.0\,\mathrm{V\ vs\ SHE})$$

$$V^{3+} + e^- \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftharpoons}} V^{2+} \quad (E_-^0 = -0.26\,\mathrm{V\ vs\ SHE})$$

$$VO^{2+} + V^{3+} + H_2O \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftharpoons}} VO_2^+ + 2H^+ + V^{2+} \quad (E_{cell}^0 = 1.26\,\mathrm{V})$$

Redox-Flow-Batterie



Entladung

$$VO^{2+} + H_2O \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftharpoons}} VO_2^+ + 2H^+ + e^- \quad (E_+^0 = 1.0\,\mathrm{V\ vs\ SHE})$$

$$V^{3+} + e^- \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftharpoons}} V^{2+} \quad (E_-^0 = -0.26\,\mathrm{V\ vs\ SHE})$$

$$VO^{2+} + V^{3+} + H_2O \underset{discharge}{\overset{charge}{\rightleftharpoons}} VO_2^+ + 2H^+ + V^{2+} \quad (E_{cell}^0 = 1.26\,\mathrm{V})$$

Redox-Flow-Batterie

Schweiz: größter Redox-Flow-Batteriespeicher der Welt entsteht in Laufenburg

Auf einer Fläche von über 20.000 m² entsteht laut Flexbase die leistungsstärkste und modernste Redox-Flow-Batterieanlage der Welt – mit über 800 MW Leistung und einer Speicherkapazität von 1.600 MWh (1,6 GWh).

https://www.solarbranche.de/news/nachrichten/artikel-39146-

(2026)

Redox-Flow-Batterie

Deutschland: Europas größte Vanadium-Redox-Flow-Batterie

Am Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ist Europas größte Vanadium-Redox-Flow-Batterie erfolgreich in den Forschungsbetrieb gestartet. Der kontrollierte Test zeigt, wie erneuerbare Energien wie Wind- und Solarstrom gezielt ins Stromnetz eingespeist werden können, unabhängig von Wetterbedingungen.

https://www.industr.com/de/europas-groesste-vanadium-redox-flow-batterie-geht-in-betrieb-2882631

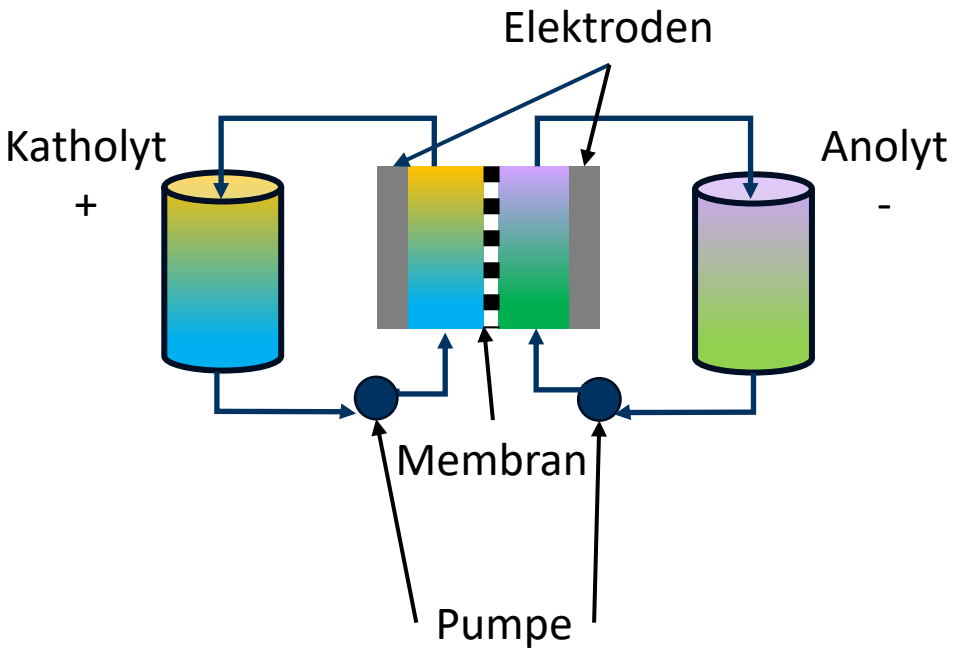
(2025)

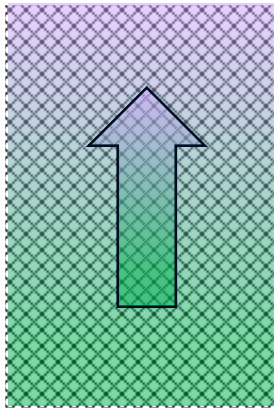
Redox-Flow-Batterie

Österreich: CellCube-Redox-Flow-Batteriesystem gekoppelt mit einer Solaranlage auf einer kommerziellen Fischfarm
Neue „nachhaltige“ Fischfarm, die ein sogenanntes **Recirculating Aquaculture System (RAS)** integrieren wird. Österreich, Bundesland Steiermark
Betriebsdauer von 8 Stunden, Autarke Stromversorgung
750 kW Ausgangsleistung / 6 MWh Speicherkapazität

https://www.energy-storage.news/austrian-fish-farm-orders-6mwh-cellcube-vanadium-flow-battery-system/

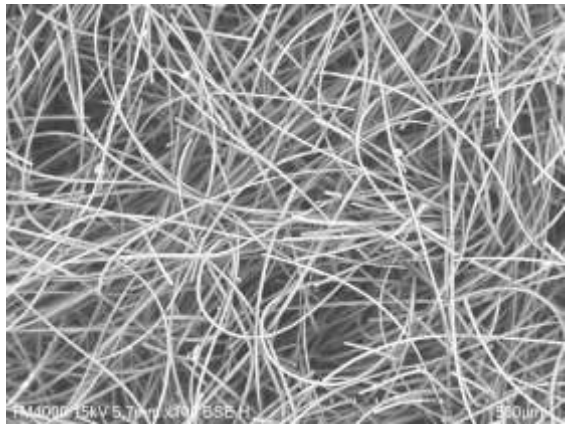
Was hat Textil damit zu tun ? - Textilelektroden





Kritische Eigenschaften der Elektroden:

- Große Oberfläche
- Durchlässig (Porosität, Tortuosität)
- Benetzbarkeit
- Schnelle Kinetik (katalytische Aktivität)
- Hohe elektrische Leitfähigkeit
- Gute chemische und mechanische Stabilität



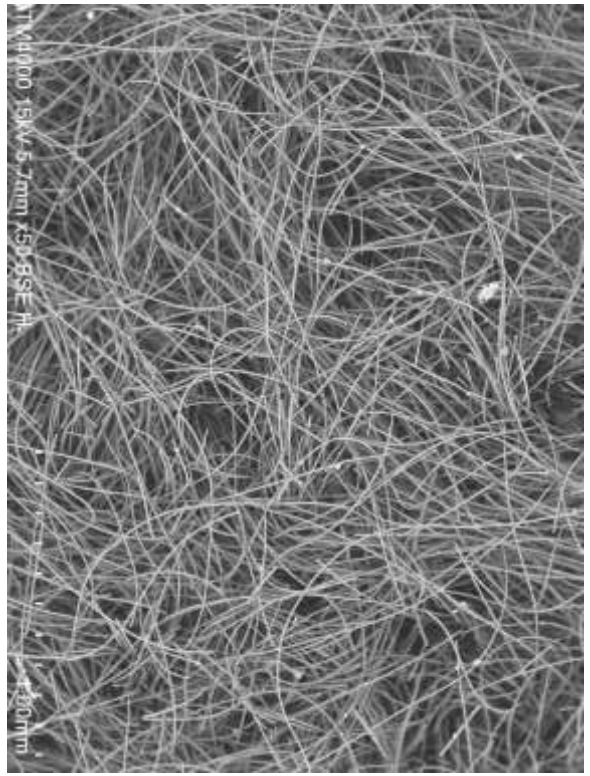
Bildlizenz: UIBK

Kohlefaser Vlies Elektroden
(z.B. Sigracell® GFA 6EA)

Textilelektroden

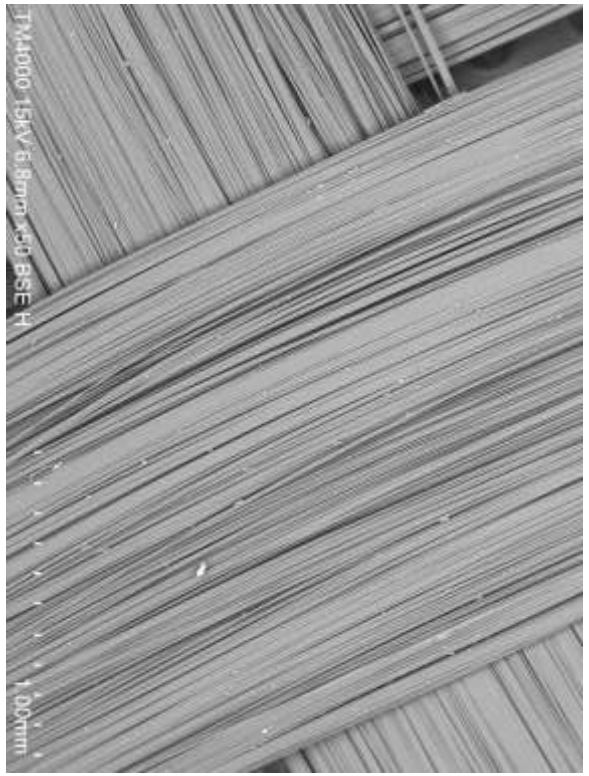
Wir untersuchen 3D-Textilelektroden
- Faserverlegung
- Tufting

Kohlenstoff Vliese



Bildlizenz: UIBK

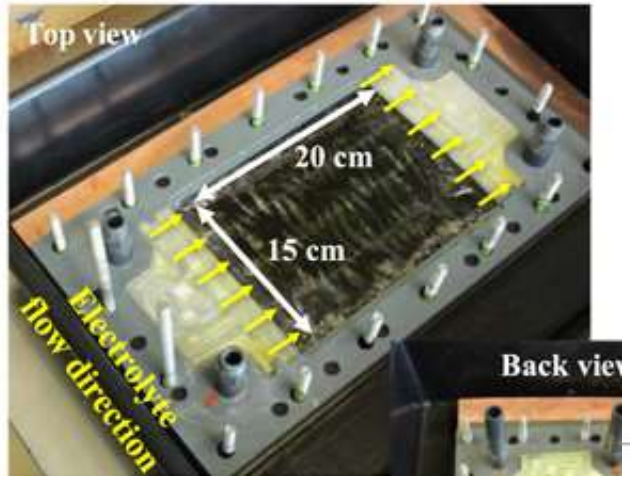
Kohlenstoff Gewebe



Bildlizenz: UIBK



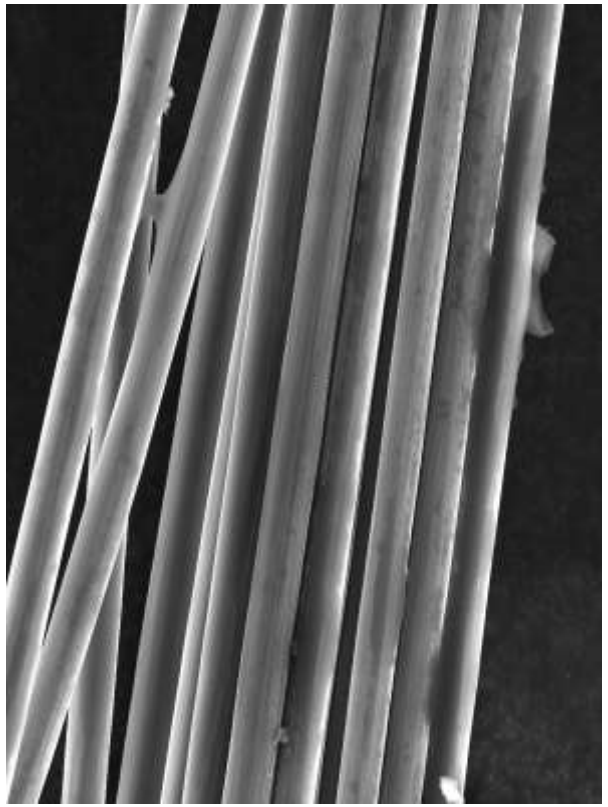
Bildlizenz: UIBK



Aguiló-Aguayo *et al* 2023 *J. Electrochem. Soc.* 170 (2023) 050513
Bildlizenz: http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

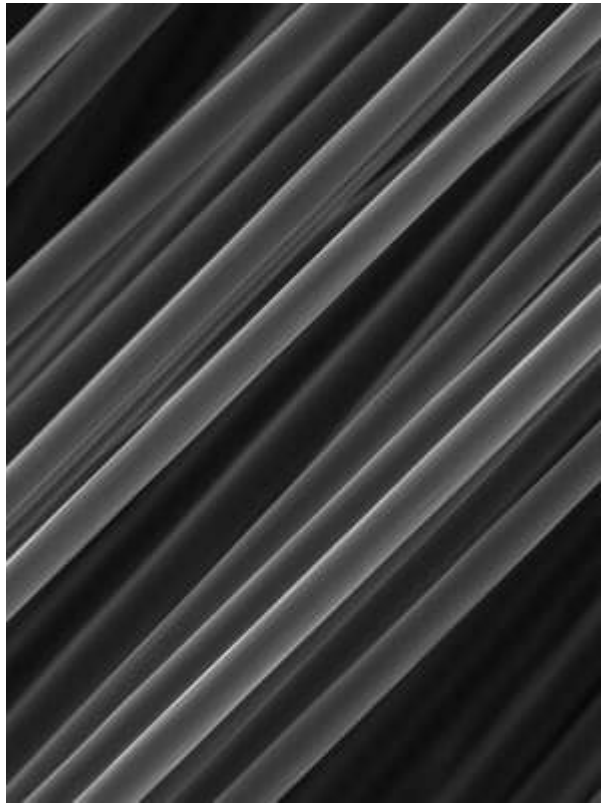
Aktivierung der Oberfläche

unbehandelt



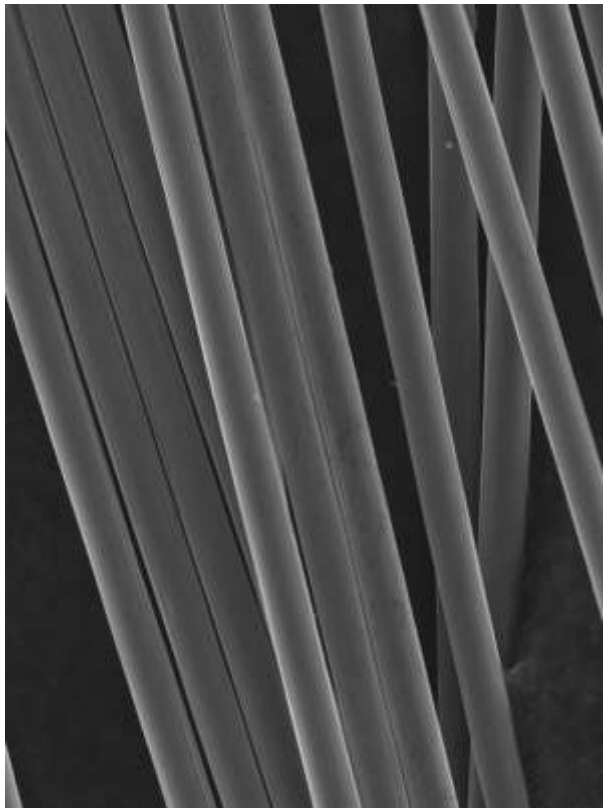
Bildlizenz: UIBK

thermisch



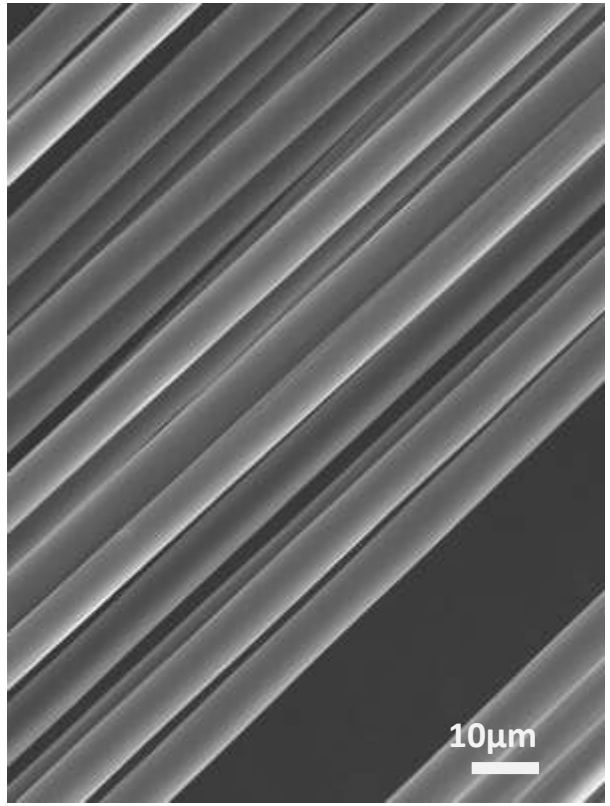
Bildlizenz: UIBK

chemisch



Bildlizenz: UIBK

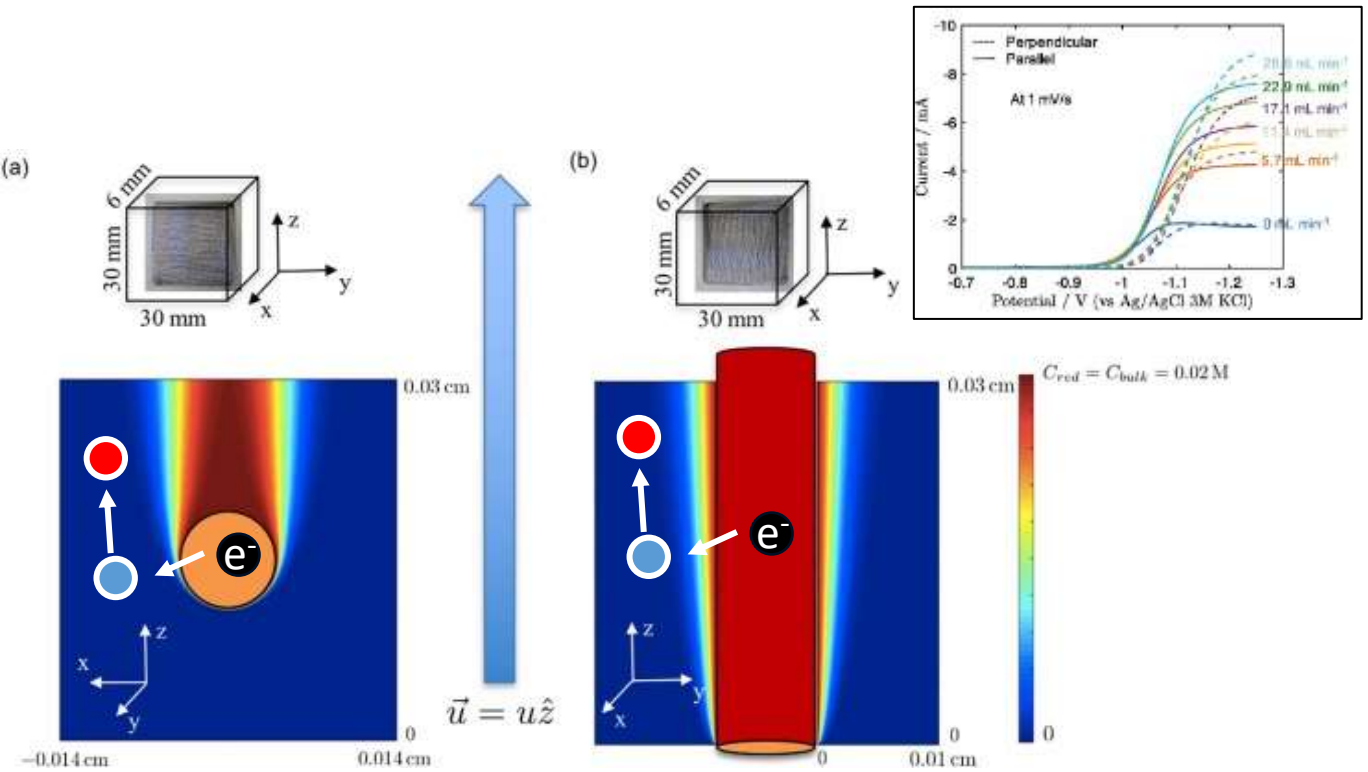
elektochemisch



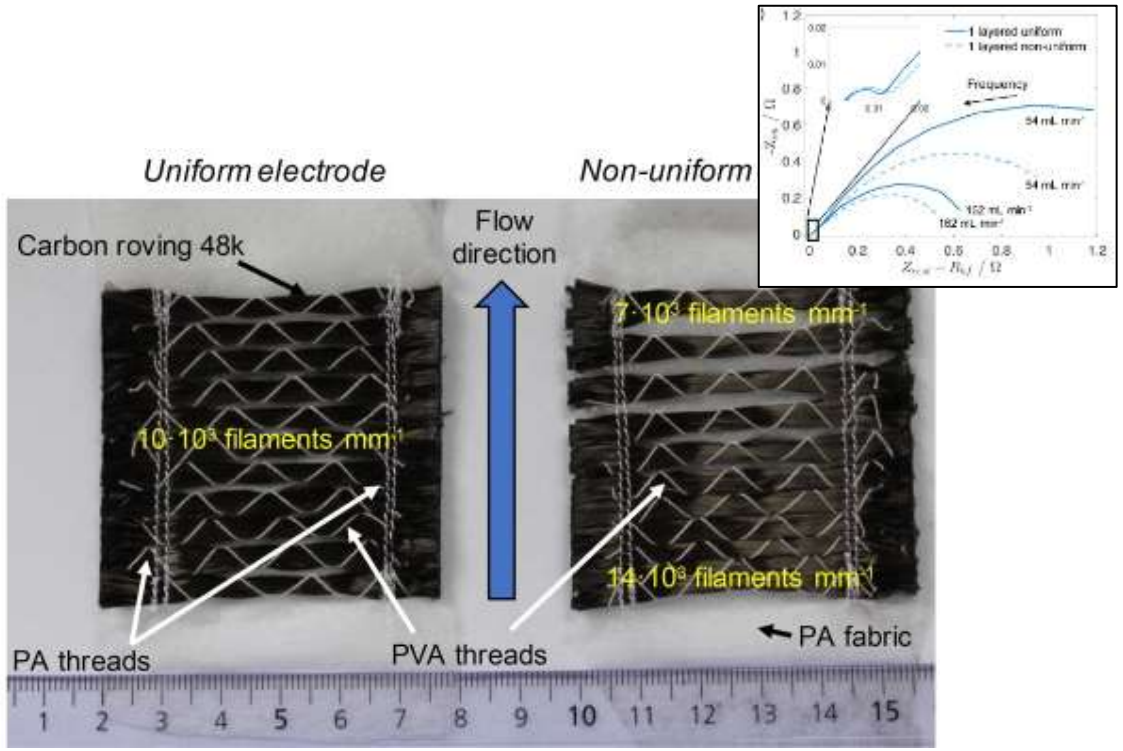
Bildlizenz: UIBK

3D-Textilelektroden

- Welchen Einfluss hat die Elektrodenstruktur auf die Leistung von Redox-Flow-Batterien?



N Aguiló-Aguayo at al. Electrochem. Comm. 111, (2020), 106650,
Bildlizenz: https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/

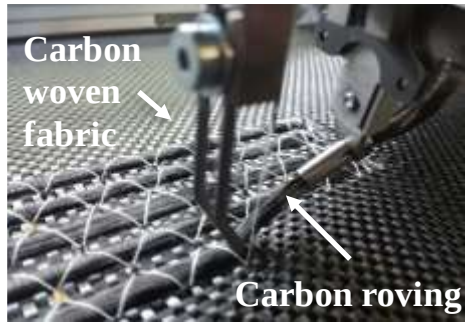


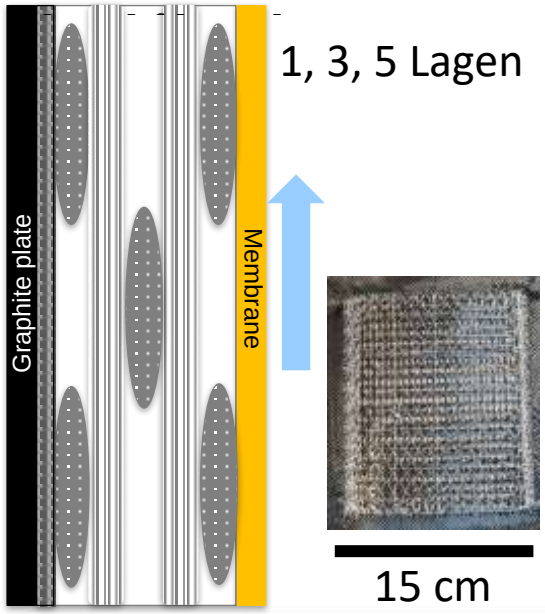
N. Aguiló-Aguayo et al. J. Elect. Chem., Volume 926 (2022), 116954,
Bildlizenz: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

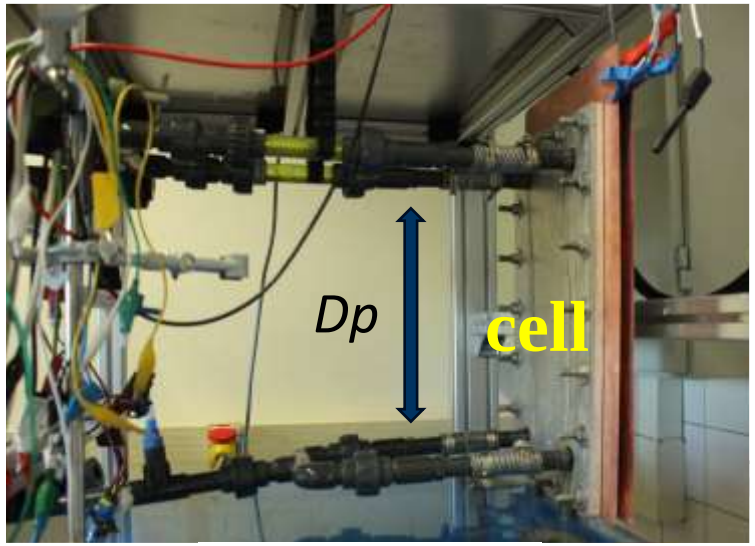
- Orientierung senkrecht zur Elektrolytströmung fördert den Stofftransport zu den Elektroden.
- Kleinere stofftransportbedingte Widerstände wurden mit den nicht-uniformen Elektrodenstrukturen erzielt.

3D-Textilelektroden

➢ Welchen Einfluss hat die Elektrodenstruktur auf die Leistung von Redox-Flow-Batterien?

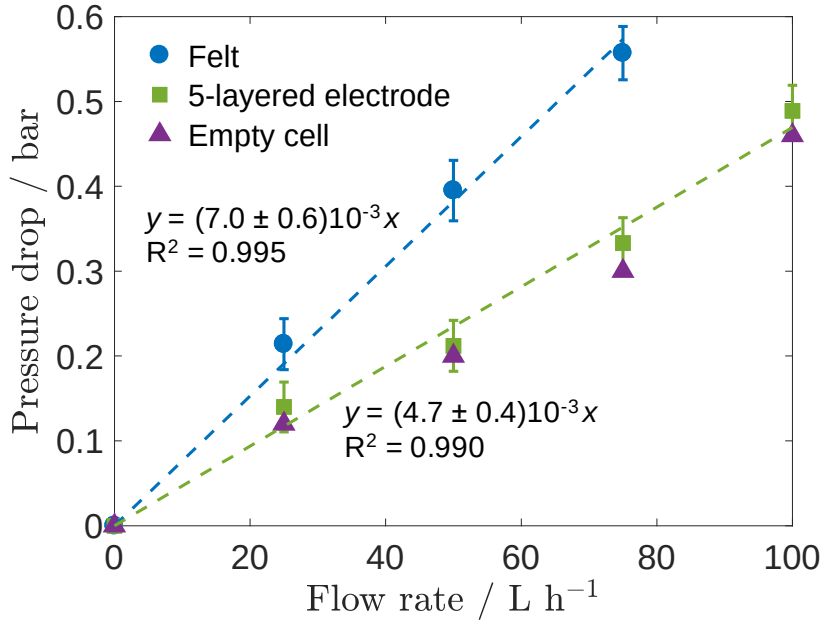






$$E_{pump} = \frac{\Delta p \cdot Q}{\eta_{pump}} \cdot t$$

$$\eta_{system} = \frac{E_{disch} - E_{pump,disch}}{E_{ch} + E_{pump,ch}}$$



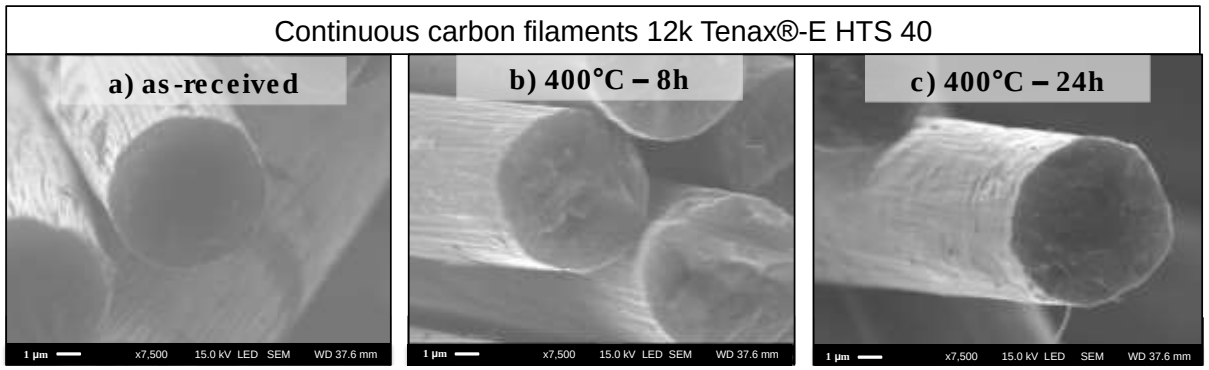
Aguiló-Aguayo *et al* 2023 *J. Electrochem. Soc.* 170 (2023), 050513
Bildlizenz: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

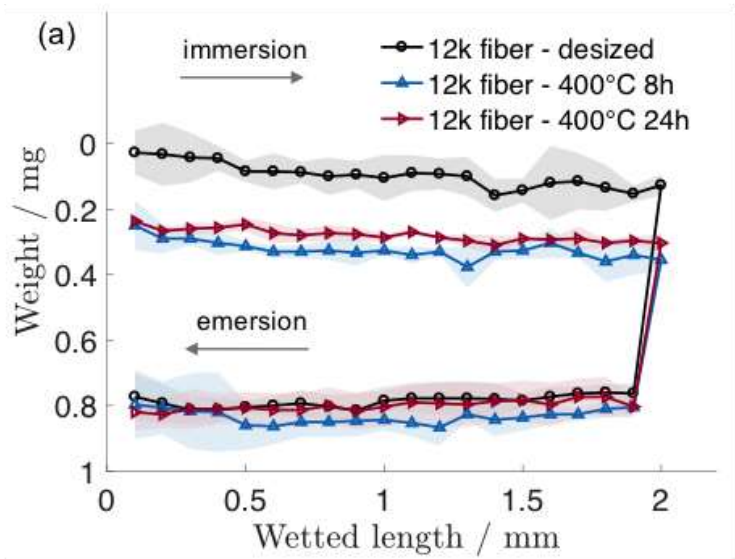
➢ Die gestickten Elektroden können den Druckverlust unabhängig von der Elektrodenstärke minimieren, da die Carbonfilamente parallel zur Elektrolytströmung ausgerichtet sind, was zu einem geringeren hydraulischen Widerstand führt.

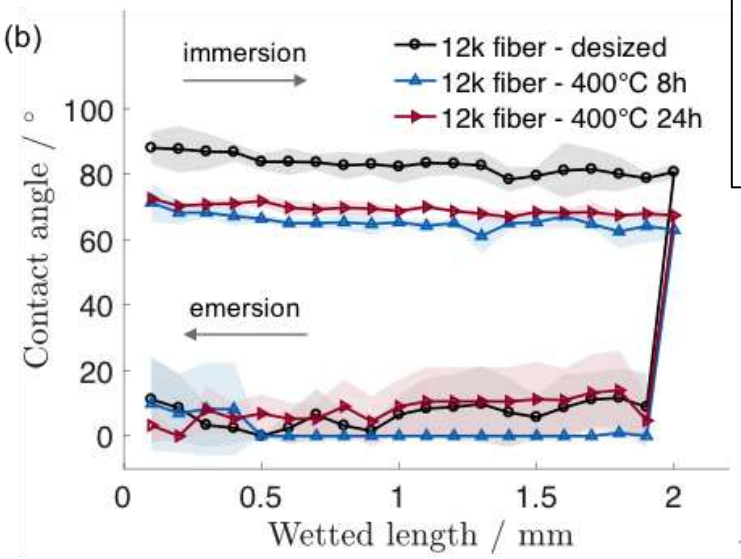
3D-Textilelektroden

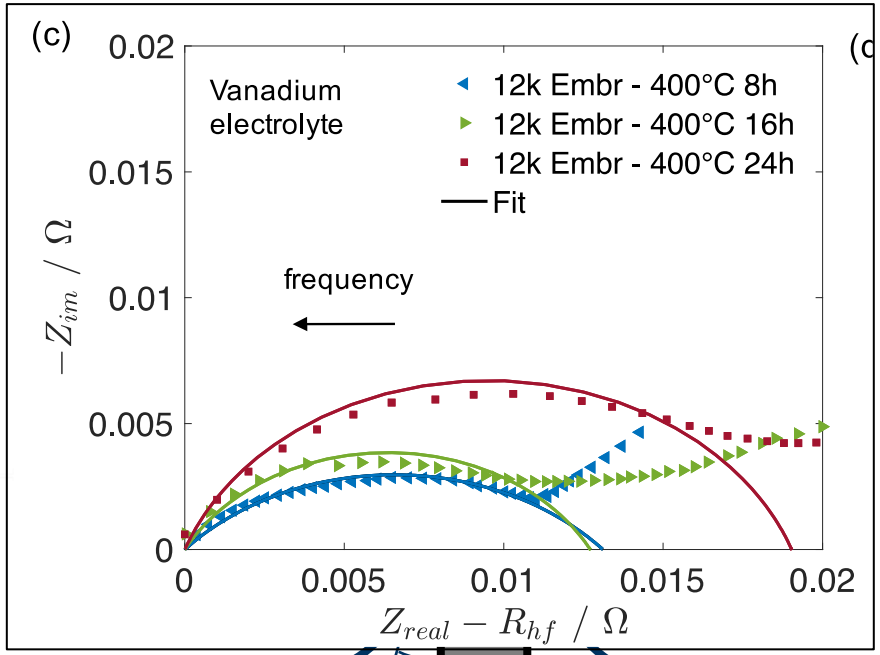
- Welchen Einfluss haben die Oberflächeneigenschaften der Elektroden auf die Leistung von Redox-Flow-Batterien?

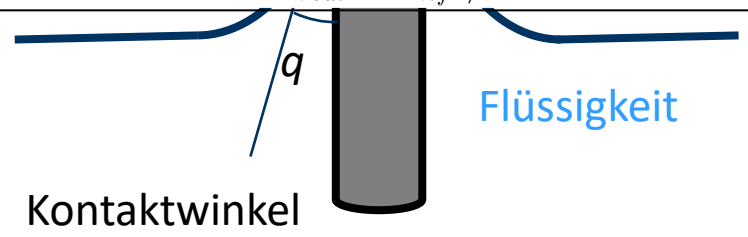
Thermische Aktivierung











universität innsbruck

N. Aguiló-Aguayo et al, *ChemElectroChem* (2024), 11, e202400417.

Bildlizenz: https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

3D-Textilelektroden

- Strukturbildung und Optimierung der Oberflächeneigenschaften von 3D-Textilelektroden
- Optimierung des Stofftransports und der elektrochemischen Aktivität führt zur Verringerung des Druckverlustes und Verbesserung der Leistung von Redox-Flow-Batterien
- Beitrag zum Gesamtkonzept der effizienteren und skalierbaren Energiespeicherlösungen
- Anwendungspotential in Wasserstoffelektrolyse

Vielen Dank für Ihre Interesse