

Selbsttragende, strukturierte, elektrogewobene Kohlenstoffnanofaservlies basierte Hochleistungs-Katalysatorschichten für PEM-Brennstoffzellen (FASER-KAT)

Ziel des Projekts ist es, die Leistungsfähigkeit und Haltbarkeit von Polymer-Elektrolyt-Membran-Brennstoffzellen (PEMFC) zu steigern. Dafür kommt eine neuartige selbsttragende, strukturierte, elektrogewobene Kohlenstoffnanofaservlies-basierte Katalysatorschicht (KS) zum Einsatz.

Mit solchen freistehenden Katalysatorschichtmaterialien soll die elektrische und thermische Leitfähigkeit der PEMFC-Reaktivzone (KS) erhöht werden. Zusätzlich wird die Platin (Pt) - Ausnutzung maximiert, die Ionomerbeladung minimiert sowie die Reaktanden-Diffusion und Elektrodenhaltbarkeit signifikant verbessert.

Die Kombination fortschrittlicher Herstellungsmethoden für die Katalysatorträgerstrukturen (Elektrospinnen, Oxidation, Karbonisierung) in Kombination mit dem Bikomponenten (BiKo) Spinnen der Nanofaser gewährleistet, dass sich die Pt-Katalysatoren im „Mantel“ der Nanofasern befinden. Zusätzlich sollen als Alternative nachträgliche Abscheidungsmethoden für Pt-NP – mittels Pt-Reduktion oder Auftragen von Pt-Kolloid auf Carbon Nanofaservliese durchgeführt werden.

Die Herstellung der Kohlenstoffnanofasern (CNF, carbon nano fiber) bzw. der 3D-CNF-Strukturen und das Platinieren dieser werden hinsichtlich maximaler elektrochemischer Leistung und Haltbarkeit der KS sowie der Prozessskalierbarkeit – perspektivisch als Großserienfertigung – optimiert.

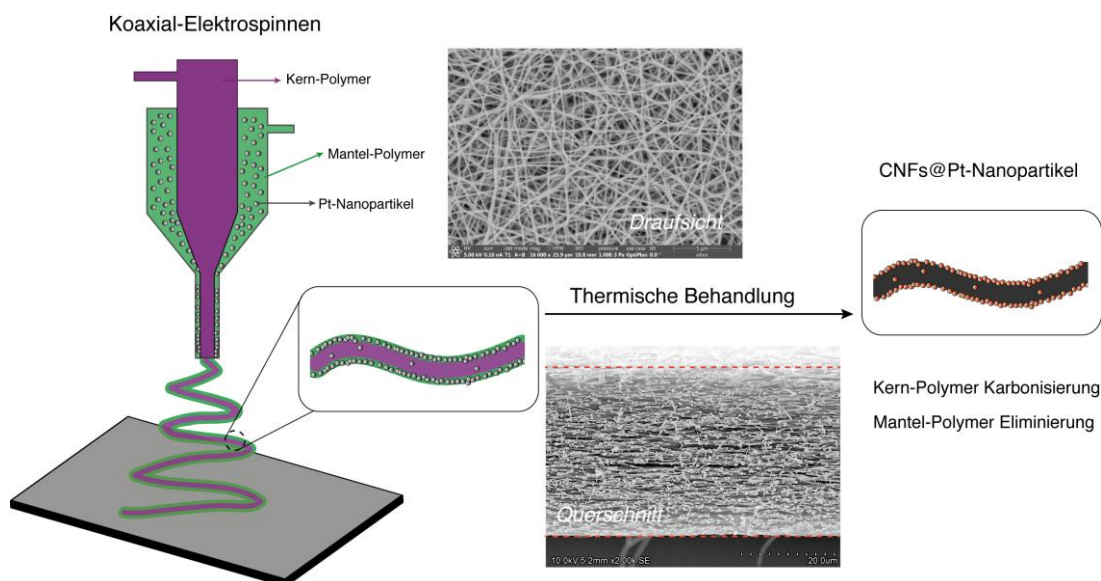


Abbildung 1: Generelle Funktionsweise eines Spinnstandes zum elektrostatischen Spinnen von Nanofasern (links), Pt/CNF-Vlies (Mitte), Reaktionsverlauf der CNF-Synthese (rechts)

Der neuartige Fertigungsansatz bietet folgende Vorteile gegenüber einer herkömmlichen Standard-KS:

- Herstellung eines selbsttragenden Pt-haltigen Träger-Präkursors in einem Schritt mittels Elektrospinnens
- Nachgelagerte Träger-Karbonisierung, vollständige Zersetzung des Mantelpolymers und ggf. Reduktion des Pt-Präkursors in einem thermischen Prozess, Optimierung durch:
 - Kontrolle der Katalysatordeposition durch Kern-Mantel-Elektrospinnen
 - Ggf. Beschichtung der CNF mit Pt-NP nach der CNF-Träger-Karbonisierung
- Einstellbare Faser-Größe, -Orientierung und -Anbindung, Vlies-Dichte der Schicht und somit auch der späteren Katalysatorschicht sowie Einstellung des Karbonisierungsgrads
- Gezielte Optimierung elektrischer, thermischer u. elektrochemischer KS-Eigenschaften:

- Erhöhung der elektr. und therm. Leitfähigkeit des Vlieses bzw. der KS aufgrund der 2D-Ausdehnung (Aspektverhältnis) des Trägers und angepasster 3D-Struktur der Faserverbindungen, dadurch Absenkung von Verlusten und Erhöhung der Leistungsfähigkeit
- Materialbedingte Erhöhung der Korrosionsbeständigkeit durch gesteigerten Karbonisierungsgrad und somit höheren Kohlenstoffanteil
- Träger-Oberflächenvergrößerung (bis zu $1000 \text{ m}^2\text{g}^{-1}$) für Pt-NP
- Skalierbares Fertigungsverfahren – als Mehrdüsenelektrospinnen oder Zentrifugal-Elektrospinnen umsetzbar – mit großem Potential für Rolle-zu-Rolle-KS Großserienfertigung
- Elektrospinnen als KS-Fertigungsverfahren ist – aufgrund des relativ einfachen Aufbaus und keiner hohen Investitionen – von KMUs kurzfristig umsetzbar und realisierbar.

Angaben zum Forschungsvorhaben:

Titel: Selbsttragende, strukturierte, elektrogesponnene Kohlenstoffnanofaservlies basierte Hochleistungs-Katalysatorschichten für PEM-Brennstoffzellen
 Kennwort: FASER-KAT
 Förderkennzeichen: 22598 N
 Laufzeit: 01.09.2022 bis 28.02.2025
 Projektpartner: Deutsches Textilforschungszentrum Nord-West gGmbH, Krefeld
 Zentrum für Brennstoffzellentechnik GmbH (ZBT), Duisburg



Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Kontakt DTNW: Dr. Thomas Mayer-Gall, Tel.: +49-2151-843-2015,
 E-Mail: mayer-gall@dtnw.de

Stichworte: Wasserstoffbrennstoffzelle, Elektromobilität, Polyacrylnitril,
 Kohlenstoffnanofaser, Elektrospinnen.