

Nanoporöse Materialien für die Energietechnik: Von der Synthese bis zur Degradation unter extremen Bedingungen

C. Mitterer, N. Kostoglou, S. Zeiler, V. Maier-Kiener

Department Werkstoffwissenschaft, Montanuniversität Leoben

Aus erneuerbaren Energiequellen gewonnener Wasserstoff stellt den idealen CO₂-neutralen Energieträger dar; dabei ist jedoch seine Speicherung aufgrund der geringen Gasdichte eine der letzten großen Herausforderungen auf dem Weg zu einer weltweiten nachhaltigen Energieversorgung. Im Vergleich zur üblichen Verflüssigung bei 20 K oder zur Hochdruckspeicherung von gasförmigem Wasserstoff bei Drücken von 350 bis 700 bar stellt die Adsorption in nanoporösen Kohlenstoffen bei moderaten Drücken (einige 10 bar) und Temperaturen (z.B. 77 K) aufgrund der vollständigen Reversibilität und schnellen Kinetik der Be- und Entladung eine vielversprechende Möglichkeit dar [1]. Die dazu entwickelten aktivierten nanoporösen Kohlenstoffe mit spezifischen Oberflächen von über 2000 m²/g und Porengrößen von unter 1 nm erlauben es jetzt schon, die vom U.S. Department of Energy geforderten gravimetrischen Speicherkapazitäten von 5,5 Gew.% für 2025 und 6,5 Gew.% als ultimatives Ziel zu erreichen [2]. Im Rahmen dieses Beitrages werden die Möglichkeiten der Synthese, Aktivierung und Funktionalisierung nanoporöser Kohlenstoffe sowie die Relationen zwischen ihrer Porosität und der erzielbaren Speicherkapazität erläutert. Schlussendlich wird auch auf die entwickelten Methoden zur Untersuchung der mechanischen Eigenschaften der nanoporösen Kohlenstoffe eingegangen, womit die Neigung zur Degradation unter den extremen Einsatzbedingungen, also bei zyklischer Be- und Entladung mit Wasserstoff zwischen 0 und 50 bar bei 77 K, bewertet werden kann. Zusammenfassend beleuchtet dieser Vortrag die erzielten Fortschritte und die existierenden Herausforderungen bei der Entwicklung innovativer Materialien zur effizienten und nachhaltigen Speicherung von Wasserstoff.

1. N. Kostoglou, C. Koczwar, C. Prehal, V. Terziyska, B. Babic, B. Matovic, G. Constantinides, C. Tampaxis, G. Charalambopoulou, T. Steriotis, S. Hinder, M. Baker, K. Polychronopoulou, C. Dumanidis, O. Paris, C. Mitterer, C. Rebholz, Nanoporous activated carbon cloth as a versatile material for hydrogen adsorption, selective gas separation and electrochemical energy storage, Nano Energy 40 (2017) 49-64.
2. S. Stock, N. Kostoglou, J. Selinger, S. Spirk, C. Tampaxis, G. Charalambopoulou, T. Steriotis, C. Rebholz, C. Mitterer, O. Paris, Coffee waste-derived nanoporous carbons for hydrogen storage, ACS Applied Energy Materials 5(9) (2022) 10915–10926.