

Modellierung des laserbasierten Trocknens von Batterieelektroden

Bei der Herstellung von Lithium-Ionen-Batterieelektroden spielt der Trocknungsprozess einer flüssigen Mischung aus Keramik, Binder und Lösungsmittel eine wichtige Rolle, da er Energie spart und die Leistung der Zelle erheblich beeinflusst. Temperatur, Geschwindigkeit und Zeit der Trocknung beeinflussen die Verteilung des Bindemittels, wobei eine ungleichmäßige Verteilung zu einer geringeren Haftung zwischen Elektrode und Stromabnehmer, einem erhöhten elektrischen Widerstand und einer geringeren Zellkapazität führt. Mit experimenteller Diagnostik und numerischer Simulation können die Einflüsse der Trocknungsparameter auf die Binderausbreitung analysiert werden.

Definition eines geeigneten Simulationsmodells

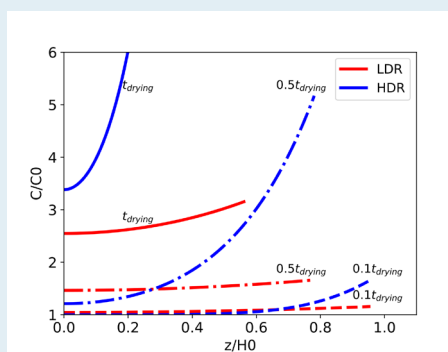
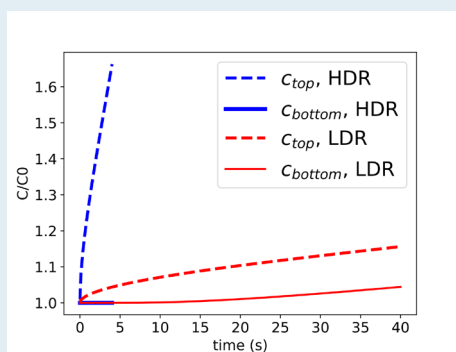
Im Projekt »Laserbasierte Trocknung von Batteriekomponenten« tauschen das Fraunhofer ILT, das Lehr- und Forschungsgebiet NLD der RWTH Aachen University und Industriepartner ihr Know-how über Prozesssimulation und experimentelle Versuche aus, um durch phänomenologische Modellreduktion ein geeignetes reduziertes Modell zu definieren. Das Modell prognostiziert die Verteilung des Binders und damit die Adhäsionskraft der Anode.

Modellierung und Optimierung des Trocknungsprozesses

Zwei Hauptphasen des Trocknungsprozesses wurden identifiziert. Phase 1 besteht aus der Schrumpfung der noch flüssigen Mischung, wobei eine homogene Verteilung des Binders anzustreben ist. Phase 2 umfasst die Porenentleerung, die Endtrocknung und eine zu vermeidende Rissbildung. Die Analyse zeigt, dass die thermische Relaxationszeit klein im Vergleich zur Trocknungszeit und die Temperatur nahezu konstant sind, während das Lösungsmittel verdampft. Bei einer niedrigen Trocknungsrate nimmt die Bindemittelkonzentration allmählich zu und bleibt nahezu homogen verteilt, die notwendige Trocknungszeit ist jedoch unerwünscht groß. Bei einer hohen Trocknungsrate führt die kleine Trocknungszeit zu einem großen Konzentrationsgradienten und einer Anhäufung des Bindemittels in der Nähe der Oberfläche des Films. Wesentlich bessere Ergebnisse werden bei Mehrfach Trocknung erzielt, z. B. bei zwei Schichten mit erhöhter Haftung und verkürzter Trocknungszeit.

Die entwickelte physikalische Modellierung kann zur Prozessverbesserung des laserbasierten Trocknens von Elektroden-schlämmen und keramischen Beschichtungen eingesetzt werden.

Autorin: Zahra Kheirandish M. Sc.,
zahra.kheirandish@nld.rwth-aachen.de



1 Zeitliche Variation der Bindemittelkonzentration an den Grenzen.

2 Räumliche Variation der Bindemittelkonzentration bei niedriger und hoher Trocknungsrate.