

Aluminium als saisonaler Energiespeicher

Aluminiumbasierte Wasserstoffherstellung

Student



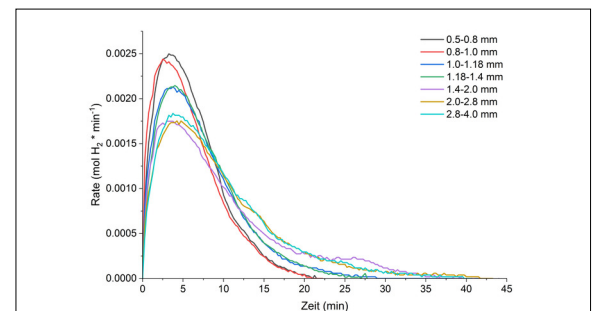
Aaron Mannhart

Einleitung: Die saisonale Speicherung von erneuerbaren Energien ist wegen der zeitlichen Entkopplung von Erzeugung und Bedarf eine zentrale Herausforderung. Aluminium kann als erneuerbarer, rezyklierbarer Metallbrennstoff Energie chemisch speichern und diese bei Bedarf über die Aluminium-Wasser Reaktion als Wasserstoff und Wärme freisetzen. Der Wasserstoff kann in einer Brennstoffzelle verstromt werden, während die anfallende Wärme direkt genutzt werden kann, beispielsweise zur Warmwasserbereitung oder Raumheizung. Während Aluminiumpulver hohe Reaktionsraten ermöglichen kann, ist es sicherheitstechnisch kritisch. Granulate grösser als 0.5 mm sind deutlich sicherer, zeigen jedoch bei gaszerstäubten, hochreinen Granulaten aufgrund breiter Grössenverteilung und inhomogener Morphologie ein teils schwer vorhersagbares Reaktionsverhalten. Diese Arbeit untersucht daher den Einfluss von Granulatgrösse und Granulatform auf die Kinetik, sowie die strukturelle Entwicklung der Granulate während der Reaktion.

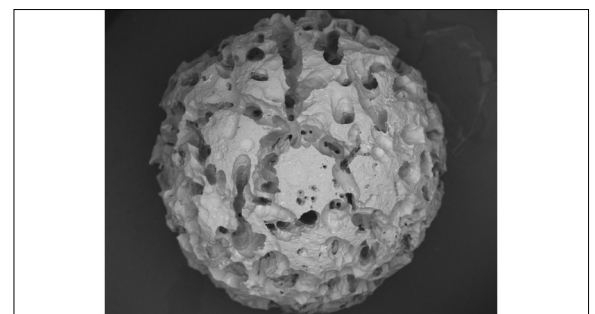
Vorgehen: Gaszerstäubte, hochreine Aluminiumgranulate wurden in sieben Grössenklassen klassiert und in Formkategorien (sphärisch, ellipsoid, agglomeriert, faserförmig) quantitativ unterteilt. Die Aluminium-Wasser Reaktion wurde bei 65 °C in 2 M NaOH-Lösung durchgeführt. Die Reaktionskinetik des entstehenden Wasserstoffs wurde über den Druckanstieg erfasst. Zusätzlich wurden die Kinetikdaten normalisiert und als t25 %, t50 % und t90 % verglichen. Weiter wurde der Einfluss einer mechanischen Umformung (Walzen) untersucht. Eine REM-Analyse diente zur Bestimmung von Morphologie und Porenbildung, die XRD-Analyse zur Phasenidentifikation der Reaktionsprodukte.

Ergebnis: Mit zunehmendem Granulatdurchmesser nimmt die Reaktionsgeschwindigkeit ab, wobei die Granulatform einen nicht unwesentlichen zusätzlichen Einfluss hat. Agglomerierte Granulate reagieren innerhalb gleicher Grössenklassen schneller als sphärische, da sie frühzeitig in kleinere Einheiten zerbrechen und dadurch die verfügbare Oberfläche stark vergrössert wird. Sphärische Granulate schrumpfen ohne in einzelne Fragmente zu zerbrechen. Gewalzte Granulate zeigen schichtweises Ablösen von Material, erreichen jedoch ähnliche maximale Reaktionsgeschwindigkeiten wie unbehandelte Mischproben. Die SEM-Analyse zeigt für alle Typen die zufällige Porenbildung als dominierenden Mechanismus. Die XRD-Analyse identifiziert Aluminiumhydroxid mit Gibbsit als Hauptphase und Bayerit als Nebenphase, was grundsätzlich eine Integration in bestehende Materialkreislaufkonzepte ermöglicht.

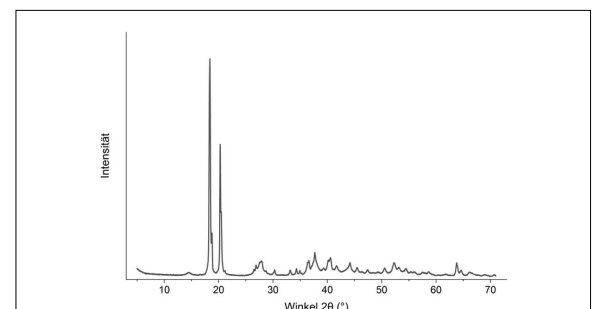
Produktionsrate des entstehenden Wasserstoffs für verschiedene Grössenklassen. Eigene Darstellung



REM-Analyse eines zu 50 % reagierten sphärischen Granulats mit zufälligem Porenbildungsmechanismus. Eigene Darstellung



XRD-Analyse des ausgefällten Aluminiumhydroxids. Eigene Darstellung



Referent

Prof. Dr. Andre Heel

Themengebiet
Energietechnik
allgemein