



In-situ Messung von Hydrierkinetiken an flüssigen Wasserstoffträgern

Um un stetig anfallende Energie aus Wind und Sonne stetig nutzen zu können ist eine nachhaltige und effiziente Speicherung der Energie nötig. Ein nachhaltiger und umweltfreundlicher Energieträger zur Energiespeicherung ist Wasserstoff. Eine Elektrolyse erzeugt den Wasserstoff aus Wasser mithilfe von überschüssigem Strom. Bei Energiebedarf wandelt eine Brennstoffzelle dann wieder den Wasserstoff in Strom und Wasser um. Dennoch konnte sich Wasserstoff als aussichtsreicher Energieträger noch nicht für die breite Nutzung etablieren. Dies liegt vor allem an den physikalischen Eigenschaften, insbesondere der geringen Dichte. Eine vielversprechende Möglichkeit der Energiespeicherung ist die Speicherung des Wasserstoffs in flüssigen organischen Wasserstoffträgern (LOHC, Liquid Organic Hydrogen Carrier). Im Gegensatz zu fossilen Ressourcen werden diese nicht verbraucht sondern können beliebig oft mit Wasserstoff be- und entladen werden. Hierdurch entsteht ein Kreislauf (Abbildung 1). Dieser Prozess

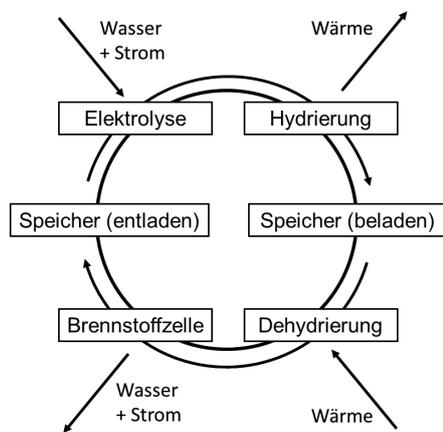


Abb. 1: Energiespeicherung mittels LOHC

wird im Bavarian Hydrogen Center (BHC) untersucht.

Die experimentellen Untersuchungen des Beladevorgangs (Hydrierung) von LOHC mit Wasserstoff erfolgt in einem speziell hierfür gefertigten midiclav Typ 4E von Büchi (Abbildung 2). Betrieben werden kann der Autoklav bei Drücken bis zu 250 bar und Temperaturen bis zu 300°C. Neben dem zentrierten Anschluss einer Magnetkupplung für den



Abb. 2: Hydrierautoklav mit in-situ Raman-Spektroskopie (unten links)

Begasungsrührer besitzt der Autoklav noch einen schräg angebrachten Anschluss für eine zweite Magnetkupplung. Hiermit wird bei Bedarf ein sogenannter „Katalysatoraufzug“ betrieben. Dieser dient dazu den Katalysatorkorb während laufendem Betrieb aus der Reaktionsmischung heraus, bzw. hinein zu fahren. Somit kann die Reaktion bei Bedarf unterbrochen werden, um weitergehende Untersuchungen durchzuführen. Darüber hinaus besitzt der Autoklav zwei Saphirfenster, welche in einem 90° Winkel zueinander angeordnet sind. Dies ermöglicht die Einbindung der in-situ Raman-Spektroskopie in den Versuchsaufbau. Bei der Raman-Spektroskopie wird die Probe/

Reaktionsmischung mit einem Laser bestrahlt. Dadurch lassen sich sowohl die einzelnen Stoffe in der Reaktionsmischung identifizieren als auch

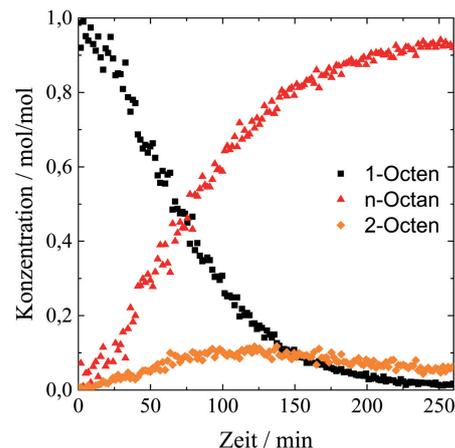


Abb. 3: Reaktionsverlauf der Hydrierung

deren Konzentration bestimmen. Diese Analytik ist nicht invasiv. Ein zusätzlich installiertes Probeentnahmesystem ermöglicht die vereinzelte Überprüfung der so gewonnenen Daten mittels GC-Analyse. Für die isotherme Durchführung der Experimente sorgt der Temperaturregler btc über Kühlrohre und eine Elektroheizung. Ein Nachdruckregler sorgt für einen isobaren Betrieb des Autoklaven. Zur Inbetriebnahme des Autoklaven wurde das Testsystem 1-Octen/n-Octan untersucht. Hierbei ging es neben dem Testen des Autoklaven samt Peripherie vor allem um die Validierung der in-situ Messtechnik und das Entwickeln von Auswertemethodiken. Bereits die ersten Experimente zeigten das große Potential dieser Messmethodik. Es können sowohl die Edukte, Produkte als auch Zwischenprodukte und Isomere während der Reaktion erkannt und deren Konzentration bestimmt werden. Abbildung 3 zeigt exemplarisch einen zeitlichen Verlauf der Konzentration

des Edukts 1-Octen, des Produkts n-Octan sowie eines Zwischenprodukts (trans-2-Octen). Die Hydrierung von 1-Octen zu n-Octan wurde über einen weiten Temperatur- und Druckbereich untersucht. Verwendet wurde dazu ein kommerzieller Nickel-Katalysator. Aus den so gemessenen experimentellen Daten ließen sich Reaktionsparameter ermitteln, die in guter Übereinstimmung mit der Literatur stehen.

A. Fischer, K. Müller, W. Arlt
Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl für
Thermische Verfahrenstechnik
karsten.mueller@fau.de