

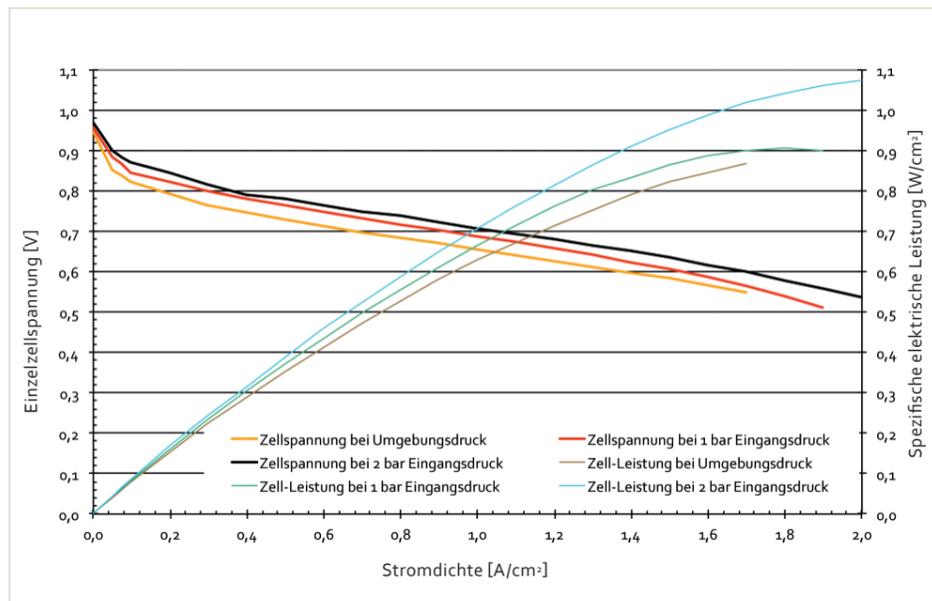
## // Kennlinienfelder



## // Auto-Stack-Tool

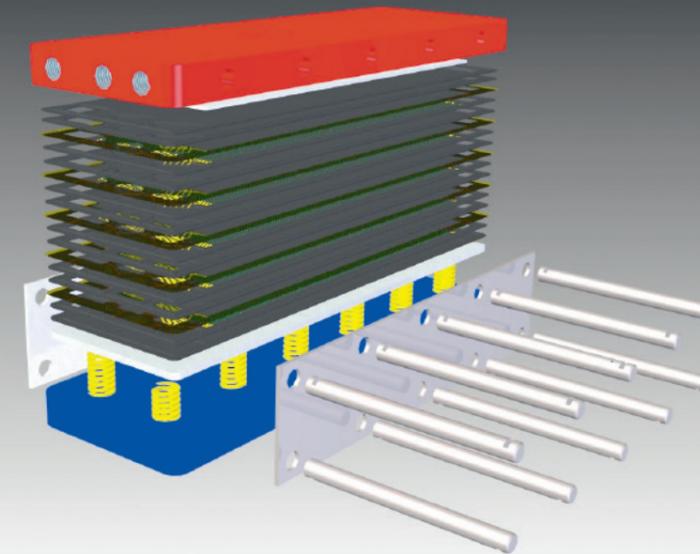
Entwicklungsplattform für Hochleistungs-Brennstoffzellen

### // Strom-, Spannungs- und Leistungskennlinien bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen



Typisches Messergebnis zur Optimierung der Betriebsbedingungen von Brennstoffzellen.

Beispielhafte Betriebsdruck-Variationen: Umgebungsdruck, 1 bar<sub>ü</sub> und 2 bar<sub>ü</sub> (Membran-Elektroden-Anordnung Typ A, Bipolarplatte & Flowfield Typ S)



// CAD-Konstruktionszeichnung „Auto-Stack-Tool“

Auto-Stack-Tool ist eine offene, herstellerunabhängige Plattform zur Charakterisierung von Brennstoffzellen-Komponenten unter realen Betriebs- und Designbedingungen. Es ist ein Werkzeug zur Entwicklung von Hochleistungs-Brennstoffzellen. Kernelement ist eine 300-cm<sup>2</sup>-Einzelzelle in sehr kompakter Bauform (Zelldicke 2,6 mm). Die Zellkonstruktion erlaubt eine schnelle Adaption an neue, fortschrittliche Zellkomponenten. Durch ein flexibles Montagekonzept können mehrere Zellen schnell zu einem Stack aufgebaut und in den Prüfstand integriert werden.

Ein dazugehöriger Prüfstand ermöglicht Charakterisierungen unter realitätsnahen Bedingungen, die für Fahrzeugantriebe typisch sind. Damit liefert Auto-Stack-Tool die Technologiebasis zur Industrialisierung von Brennstoffzellen in Deutschland.

Mit der Entwicklungsplattform für Brennstoffzellen „Auto-Stack-Tool“ können

- neue Komponenten unter den typischen Bedingungen von Hochleistungs-Brennstoffzellen beispielsweise für Fahrzeuge erprobt werden.
- neutrale Leistungszertifizierungen von Lieferanten durchgeführt werden.
- gleichzeitig optimale Betriebsbedingungen für neue Komponenten identifiziert werden.
- durch Adaption einzelner Bauteile (beispielsweise durch Anpassung der Kanalgeometrien) die Leistungsdaten der neuen Komponenten (z.B. Gasdiffusionslage) schnell optimiert werden.

ZSW Standort Ulm  
Helmholtzstraße 8  
89081 Ulm

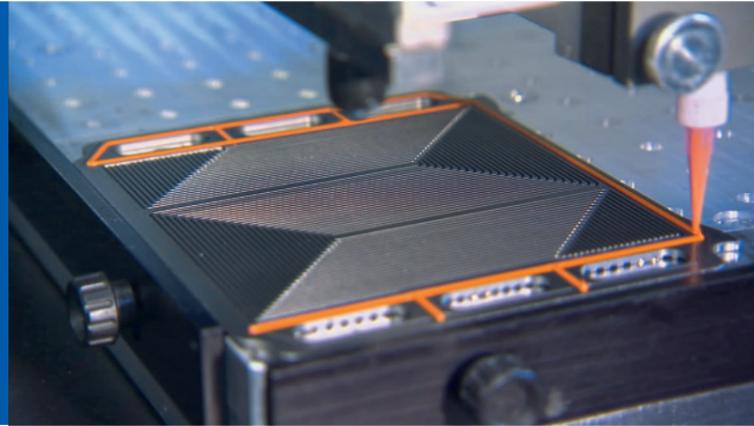
### // Ansprechpartner

**Brennstoffzellen Grundlagen**  
Dr. Ludwig Jörissen  
Fachgebietsleiter Brennstoffzellen Grundlagen  
Ludwig.joerissen@zsw-bw.de  
Tel.: +49 (0)731 95 30-602

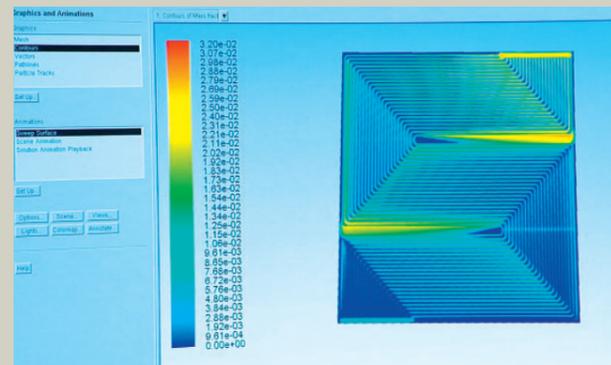
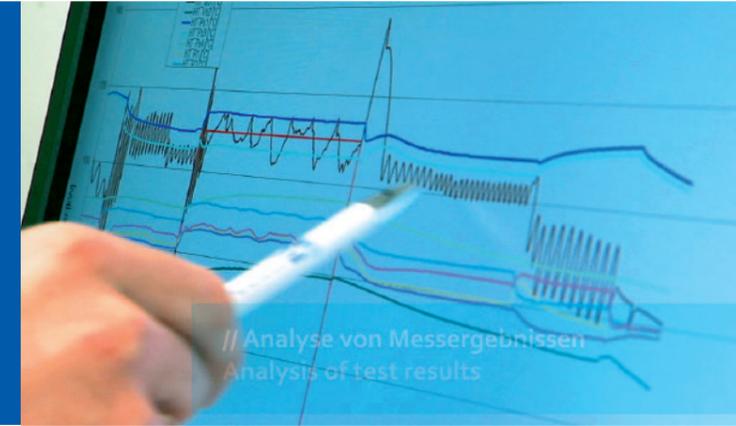
**Brennstoffzellen-Stack Entwicklung**  
Dr. Joachim Scholta  
Fachgebietsleiter Brennstoffzellen Stacks  
joachim.scholta@zsw-bw.de  
Tel.: +49 (0)731 95 30-206

**Brennstoffzellen Testzentrum**  
Dr. Alexander Kabza  
Fachgebietsleiter Brennstoffzellen Systeme  
alexander.kabza@zsw-bw.de  
Tel.: +49 (0)731 95 30-832

## // Kompetenzen



## // Kennlinienfelder



// Modellierung Konzentrationsverteilung

Hochleistungs-Brennstoffzellen sollen eine ganze Reihe wichtiger Eigenschaften erfüllen, von der extremen Leistungsdichte über gute Kaltstarteigenschaften bis zu hoher Lebensdauer bei hoch dynamischem Betrieb. Dafür müssen einzelne kostengünstige Bauteile aufeinander abgestimmt und in ihrer Funktion optimiert werden. Das umfassende Brennstoffzellen-Know-how am ZSW und die hervorragende Ausstattung mit den notwendigen Entwicklungswerkzeugen ermöglichen die Optimierung von Zellen und Stacks in Kooperation mit Industriepartnern.

### // Modellierung und Analyse

- Modellierung und Simulation der Gasverteilung, des Wasserhaushaltes und der Temperaturgradienten
- Bestimmung der Wasserverteilung in Makro- und Mikrostrukturen über Neutronenradiographie und Synchrotron-tomographie
- Analyse von Alterungsvorgängen und Fehlermechanismen

### // Design und Charakterisierung

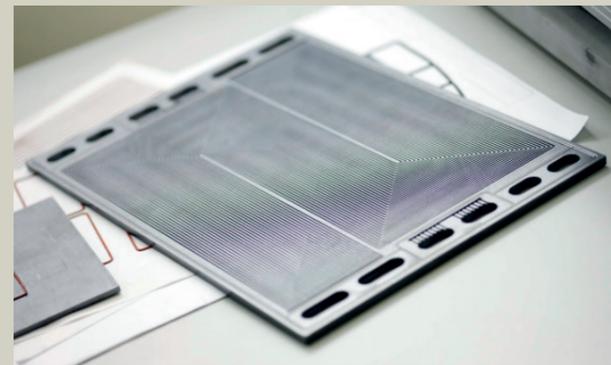
- Auslegung und Konstruktion von Komponenten, Zellen und Stacks
- Analyse der Stromdichteverteilung und der Konzentrations- bzw. Druckgradienten
- Optimierung der Betriebsparameter in Abhängigkeit von den Systemanforderungen
- Charakterisierung der mechanischen und der Oberflächeneigenschaften

### // Fertigungstechnologie

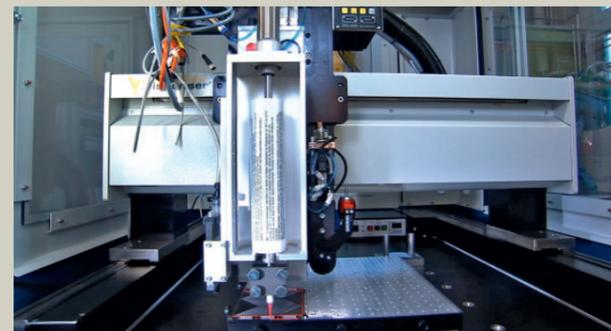
- Laserschneiden der Komponenten
- Heißpressen von Membran-Elektroden-Anordnungen (MEAs)
- Fügetechniken für Bipolarplatten und Membran-Elektroden-Einheiten
- Roboterunterstützte Assemblierung inklusive Dichtigkeits- und Funktionstests
- Erfahrung mit bisher über 800 hergestellten Stacks

### // Testfeld

- Leistungs- und Lebensdaueruntersuchungen an Zellen, Stacks und Systemen bis 100 kW Leistung
- Rund-um-die-Uhr-Betrieb mit automatisierter Datenauswertung
- Automotive Systemtestplattform für „Hardware in the loop“ (HIL) Messungen



// Auslegung von Flowfield-Strukturen



// Automatisiertes Dichtungsauftragen mit Dispenser (Detailaufnahme ganz oben)



// Auto-Stack-Tool integriert im ZSW-Prüfstand zur Aufnahme von Kennfeldern unter allen relevanten Betriebsbedingungen

Das Zusammenspiel der Brennstoffzelle (Stack) mit dem System (Luft- und Brenngasversorgung, Kühlung, Energiemanagement etc.) ist sehr komplex und kann sich in Abhängigkeit von den Komponenten (z. B. Membran, Elektrode, Gasverteilerstruktur) extrem verändern. Eine sehr genaue Abstimmung der Betriebsbedingungen ist entscheidend für gute Kennzahlen bezüglich Leistung, Wirkungsgrad, Lebensdauer, Dynamik oder Teillastverhalten. Umfassende Kennfelder, gemessen an zuverlässigen Prüfständen, sind unerlässlich für die Entwicklung fortschrittlicher Brennstoffzellen.

### // Strom-Spannungs- und Leistungskennlinien mit unterschiedlichen Membran-Elektroden-Anordnungen (MEAs) mit unterschiedlichen Bipolarplatten

