



Stationäre Brennstoffzellen

Energieeffizient und klimafreundlich in die Zukunft

Wasserstoff ist als Energielieferant nicht erst seit dem Koalitionsvertrag der neuen Bundesregierung in aller Munde. Weit vor den neuen politischen Rahmenbedingungen hat BOSCH die vielversprechende Technologie der Energiegewinnung durch die stationäre Brennstoffzelle (Solid Oxide Fuel Cell – SOFC) erkannt und den Stand der Forschung mit den eigenen Kompetenzen weiterentwickelt. Die ScMI durfte das zukunftsweisende Projekt in den vergangenen zwei Jahren mit Umfeld- und Szenarioszenarien unterstützen.

Durch den Klimawandel und den steigenden Bedarf an elektrischer Energie ist weltweit eine visionäre, smarte und klimafreundliche Energieversorgung gefragt. Das stationäre Brennstoffzellen-System von Bosch (Solid Oxide Fuel Cell – SOFC) liefert hier eine vielversprechende Lösung: Es vereint eine hocheffiziente Stromversorgung mit einer deutlichen Reduzierung der CO₂-Emissionen. Die Technologie an sich ist nicht ganz neu, aber die Nutzung war bislang zu kostenintensiv. Mit einigen intelligenten Weiterentwicklungen änderte sich das in den vergangenen Jahren, und BOSCH wurde schnell auf das nachhaltige Zukunftspotenzial der Energiegewinnung in Zeiten wachsenden Energiebedarfs aufmerksam. Die eigenen Kompetenzen führten dazu, dass bereits in der laufenden Pilotphase bedeutende Schritte in

Richtung der für 2024 erwarteten Serienreife gemacht wurden.

Das charmante an der Energieerzeugung durch die stationäre Brennstoffzelle ist vor allem ihre Klimafreundlichkeit, die Zuverlässigkeit sowie die Skalierbarkeit für unterschiedlichste Einsatzgebiete. Um das zukünftige Marktumfeld zu beleuchten, begann das BOSCH SOFC-Team bereits im Jahr 2019, übergreifende Szenarien zu entwickeln. Diese Szenarien betrachten die Energieerzeugung sowie ihre politischen, gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und infrastrukturellen Umfeldler zukunfts offen. So entstand eine sehr detaillierte »Landkarte der Zukunft« mit der rekordverdächtigen Anzahl von 12 Szenarien, in denen Wasserstoff als Energieträger und der Energiegewinnung durch Brennstoffzellen stark unterschiedliche Bedeu-

tung zukommt. Um die Szenarien verständlich kommunizieren zu können, wurden sie in fünf Energiewelten mit jeweils zwei bis drei Subsznenarien (von 1A bis 5B) beschrieben. Diese Marktumfeldszenarien reichen von Zukunftsbildern, in denen die stationäre Brennstoffzelle keine große Bedeutung erlangen wird, bis zu einer breiten Durchdringung vieler Einsatzgebiete.

Die unterschiedlichen Zukunftsbilder sind allerdings nicht in allen Teilen und Ländern der Erde gleich wahrscheinlich. Länder wie Deutschland, in denen die Energiewende längst beschlossene Sache ist, sind schnell von den Vorteilen der Energiegewinnung durch die stationäre Brennstoffzelle zu überzeugen. Die BOSCH SOFC-Lösung ist klimafreundlich, denn bereits beim Betrieb mit Erdgas werden CO₂-

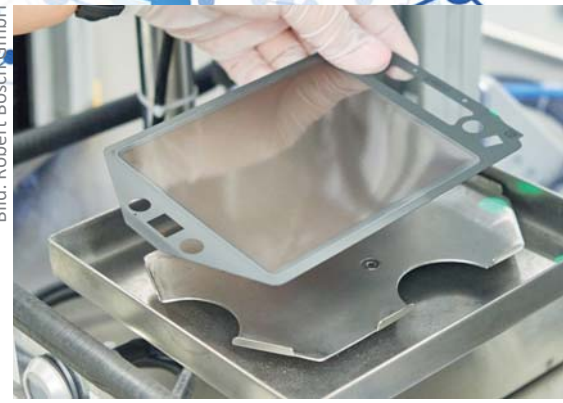
Emissionen reduziert – zudem fallen kaum Stickoxide und Feinstaub im Abgas an. Beim Einsatz von Wasserstoff sinkt der CO₂-Ausstoß auf null. Außerdem erreicht das System einen elektrischen Wirkungsgrad von mehr als 60 %. Bei zusätzlicher Nutzung der entstehenden Wärme wird sogar ein Gesamtwirkungsgrad von mehr als 85 % erzielt, was die SOFC zu einem Spitzenreiter bezüglich der Effizienz macht.

Die Dezentralität ist ein weiterer Vorteil. Eine stationäre Brennstoffzelle lässt sich überall installieren, wo es einen Gas- und Internetanschluss gibt. Durch die Stromerzeugung vor Ort werden unter anderem Leitungsverluste im Netz entfallen. Für die unterschiedlichen Anforderungen und Energiebedarfe ist ein weiterer Pluspunkt die Skalierbarkeit. Beliebig viele Einzelgeräte werden künftig zu

Kleinkraftwerken vernetzt und so bis in den Megawatt-Bereich skalierbar sein. Durch den Einsatz des Konzeptes eines digitalen Zwillings wird kontinuierliche Systemoptimierung ermöglicht. Doch all diese Vorteile sind in unterschiedlichen Teilen der Erde unterschiedlich viel wert. Aus diesem Grund hat das Szenarioteam die fünf Marktumfeldszenarien mit ihren Subszenarien regionalspezifisch bewerten lassen.

Wenn wir die Energieinfrastruktur von Deutschland mit Frankreich mit seinem nach wie vor hohen Anteil an Kernkraft vergleichen, wird schnell klar, wie verschieden das zukünftige Marktpotenzial stationärer Brennstoffzellen allein in Europa sein wird. Global sind die Unterschiede mindestens ebenso gravierend und wurden detailliert auf der Ebene der einzelnen Schlüsselfaktoren bewertet

Bild: Robert Bosch GmbH



Festoxid-Brennstoffzellen sind mit einem Gesamtwirkungsgrad von mehr als 85 Prozent anderen Energiewandlern deutlich überlegen.

und analysiert. So konnten schon sehr frühzeitig besonders attraktive regionale Märkte der Zukunft identifiziert werden.

Die zukunfts offene Analyse zukünftiger Marktumfelder erfolgte in mehreren Workshops mit interdisziplinär besetzten Teams und deckte schonungslos auch mögliche Schwachstel-

SOFC-Technologie im Detail

Bei einer stationären Brennstoffzellen-Anlage werden mehrere Hundert Brennstoffzellen zu einem Stack gestapelt – dem Herzstück der SOFC Unit. Hier findet der maßgebliche elektrochemische Prozess statt. In jeder der in Serie geschalteten Zellen wird die chemische Reaktionsenergie des kontinuierlich zugeführten Wasserstoffs und Luftsauerstoffs in elektrische Energie umgewandelt. Als Reaktionsprodukte entstehen Wasser, Strom und Wärme. Neben Erdgas lässt sich das System auch mit Biogas und zukünftig mit Wasserstoff betreiben.

Eine einzelne Anlage befindet sich in einer Leistungsklasse von 10 kW. Werden fünf Anlagen zusammengeschaltet, kann der Stromverbrauch von einem durchschnittlichen Supermarkt oder von mehr als 100 Vier-Personen-Haushalten in einem Stadtquartier gedeckt werden.

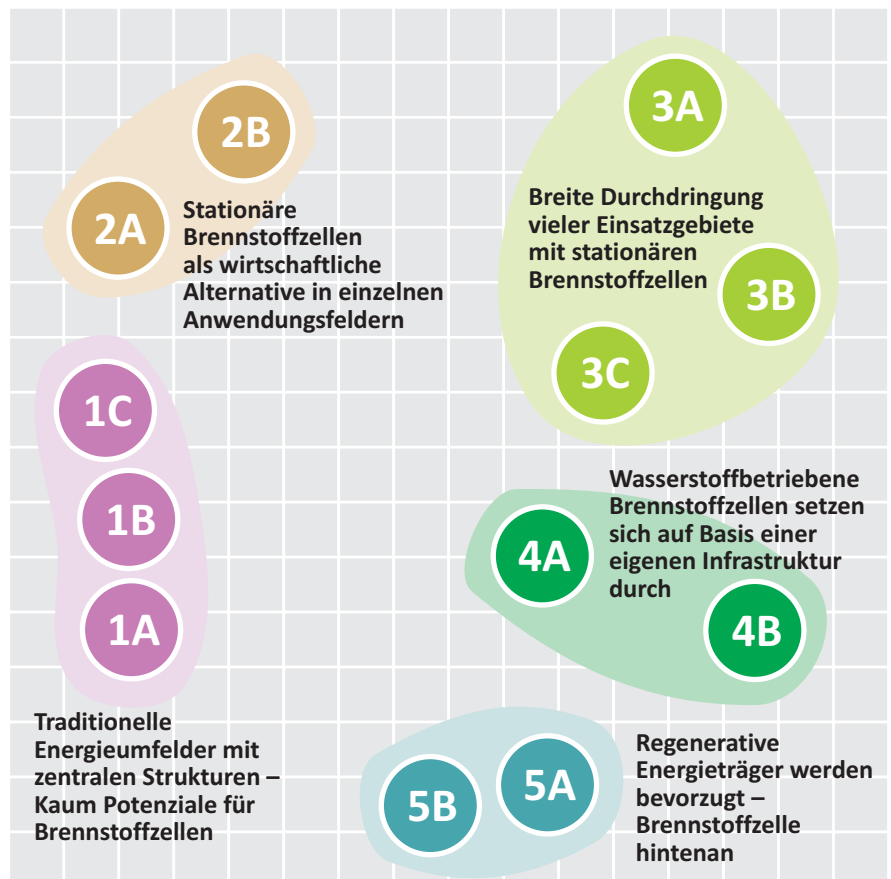
Das SOFC-System von Bosch ermöglicht die Skalierung von mehreren Units zu kleinen, dezentralen Kraftwerken. Das System wird eine optimierte Konfiguration, die Sektorenkopplung sowie Wartung und Service unterstützen. Die Kombination aus erhöhter Zuverlässigkeit und Widerstandsfähigkeit bei Netzausfällen sorgt für eine Verbesserung der Energiesicherheit bei kritischer Infrastruktur. Durch prädiktive Instandhaltung werden in Zukunft zudem Wartungskosten reduziert.



Bild: Robert Bosch GmbH

len auf. Doch mit der Beleuchtung des Marktumfeldes gaben sich die SOFC-Pioniere bei BOSCH nicht zufrieden. Man wollte auch bereits in diesem frühen Stadium der Geschäftsentwicklung die eigenen Handlungsmöglichkeiten systematisch hinterfragen. Aus dem Grund wurden im Anschluss an die Entwicklung der Marktumfeldszenarien eigene Strategieszzenarien erarbeitet. Die strukturierte Diskussion der eigenen Spielräume und Stellschrauben war erhellend und hilft dem Team bei vielen strategischen Entscheidungen. Im Abgleich mit den Marktumfeldszenarien konnte eine strategische Stoßrichtung abgeleitet werden, die zeitgleich stabile Leitplanken für Entscheidungen bietet, durch die wohlstrukturierte Herleitung aber auch flexibel genug ist, um bei veränderten Rahmenbedingungen agil angepasst zu werden.

Bei der globalen Betrachtung stachen einige regionale Märkte hervor – allein aufgrund ihrer Größe und Leitfunktion. Für diese Märkte wurden regionale Deep-Dives durchgeführt, die das Team der ScMI mit Befragungen und Online-Workshops begleitet hat. Spezifische Besonderheiten werden häufig erst im offenen Dialog klar, und hier spielten die Szenarien ihre volle Stärke aus. Durch die Trennung in Marktumfeld und eigenen Handlungsspielraum in Form von Strategieszzenarien war den internati-



onalen Teammitgliedern schnell klar, auf welcher Ebene der Diskussion sich das Team befand. Die Zukunftsoffenheit erwies sich besonders bei der globalen Betrachtung der Technologie mit regional stark unterschiedlichen Marktumfeldern und Potenzialen als große Stärke des Szenarioprozesses.

Auch in der weiteren strategischen Ausrichtung des Geschäftsfeldes der stationären Brennstoffzelle werden die vorliegenden Marktumfeld- und Strategieszzenarien eine Rolle spielen. Die ScMI ist stolz, die Geschäftsfeldentwicklung mit ihren Szenarien begleitet zu haben, und freut sich auf die weitere Zusammenarbeit. Die dynamische Entwicklung des Energiesektors und unterschiedlicher Regionen der Welt zeigen, dass zukunftsorientiertes, vernetztes und strategisches Denken in diesem Umfeld besonders wichtig sind.

SOFC-Pilotanlage in Bamberg: Bosch und die Stadtwerke Bamberg produzieren erstmalig Strom und Wärme mit einer stationären Brennstoffzelle in einem Stadtquartier. So erhalten am Zentralen Omnibus-Bahnhof mehr als 20 Vier-Personen-Haushalte klimafreundlichem Strom.



Bild: Robert Bosch GmbH



Nähere Informationen

Dr. Alexander Fink
+49 (5251) 150-572
fink@scmi.de



Hanna Jürgensmeier
+49 (0)5251 150 581
juergensmeier@scmi.de