

This BOROFLOAT® pane withstands more than 60,000 volts of power. SCHOTT is developing various types of specialty glasses that can be used to convert, transport, store or use energy.

Diese BOROFLOAT® Scheibe hält über 60.000 Volt Hochspannung stand. SCHOTT entwickelt verschiedenste Spezialgläser für Wandlung, Transport, Speicherung und Nutzung von Energie.

# MULTITALENTED GLASS

## MULTITALENT GLAS

Even though glass is usually not directly visible when used in energy technology, it is indispensable. And it holds immense potential for the energy landscape of the future. Glass experts at SCHOTT are already developing “electrifying” solutions.

In der Energietechnik ist der Werkstoff Glas meist nicht direkt sichtbar, aber unverzichtbar. Für die Energielandschaft von morgen bietet das Material ein immenses Potenzial. Glasexperten von SCHOTT arbeiten bereits heute an „elektrisierenden“ Lösungen.

Photo Foto : SCHOTT/A. Seil

THOMAS H. LOEWE

Wind turbines rotate and solar modules capture the sun’s energy. The impact of the energy transition can be seen in many different places. Nonetheless, it is not obvious that a decentralized power supply using renewable energy requires innovation at many levels. “Glass surprises us with its unexpected properties when electricity is generated, transported, stored or used,” explains SCHOTT Research Fellow Dr. Roland Langfeld.

To obtain power from the wall socket, energy must first be made available in electrical form. It can be produced in a much more environmentally friendly manner using stationary high-tempera-

Windräder rotieren und Solarmodule fangen Sonnenstrahlen auf: vielerorts sind die Auswirkungen der Energiewende sichtbar. Weniger offensichtlich ist, dass eine dezentrale Stromversorgung mit erneuerbaren Energien Innovationen auf vielen Ebenen erfordert. „Wird Strom erzeugt, transportiert, gespeichert oder genutzt, verblüfft der Werkstoff Glas mit ungeahnten Eigenschaften“, macht SCHOTT Research Fellow Dr. Roland Langfeld neugierig.

Damit der Strom aus der Steckdose fließt, muss Energie in elektrischer Form nutzbar gemacht werden. Diese lässt sich mithilfe stationärer Hochtemperatur-Festoxid-Brennstoffzellen (SOFC)

ture solid oxide fuel cells (SOFC) (see solutions 1/14; p. 46) instead of fossil fuels. The fuel cell uses hydrogen, natural gas or methane and oxygen and converts it into electricity and water. Power generation runs efficiently at temperatures of between 600 and 1000 degrees Celsius. "This requires specially adapted materials, such as glass," says Claire Buckwar, Director Strategic Marketing and Innovation at SCHOTT in Landshut, Germany. "During the joining of the oxide ceramic electrolyte and the metal of the cell housing with glass solder, it forms a permanent hermetic seal. This ensures that no uncontrolled gas exchange takes place and that fuel cells have long lifespans," she adds. If it is connected to stacks in series, the technology is quite impressive due to its high performance. High overall efficiency of up to 95 percent makes it the most efficient fuel cell type currently available and a potential cornerstone of decentralized energy production. Powered by methane from biogas, it can be seamlessly integrated into existing renewable energy networks.

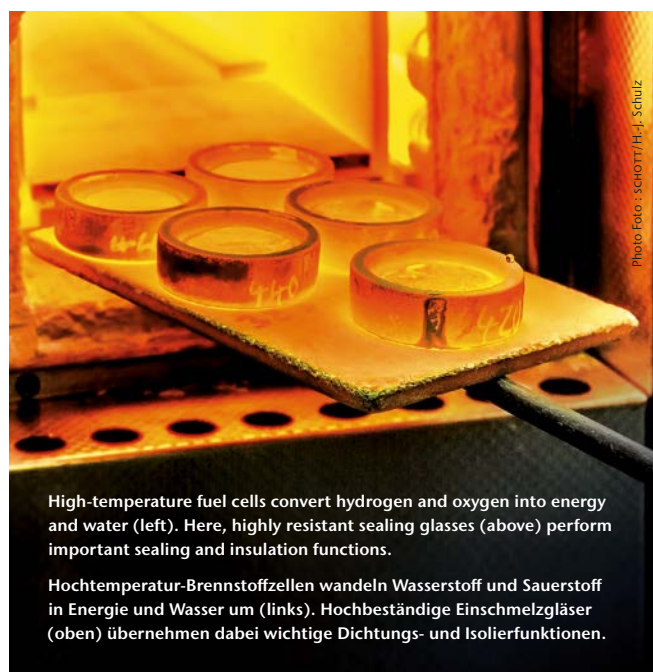
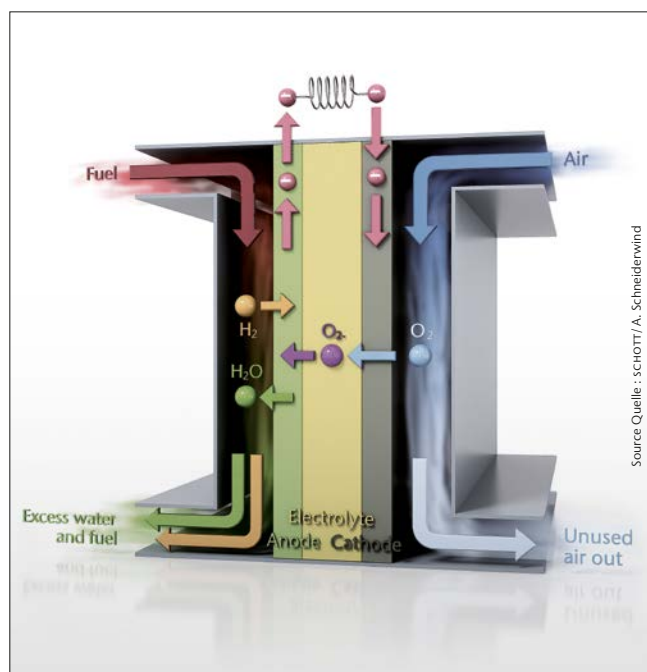
#### HVDC: Switch current flow on and off using fiber optics

Transporting energy is just as important as producing it. An extensive power grid ensures that energy can be distributed. Nevertheless, offshore wind parks produce only three-phase current, which is then converted into direct current. Voltages of up to 800,000 volts can be observed with high-voltage direct current (HVDC) transmission. "The switches that turn current flow on and off are at a high potential and cannot be operated electrically with copper cables for insulation reasons," explains Senior Product Manager for Industrial, Dr. Werner Sklarek, in pointing out the problem. "For this

(s. solutions 1/14; S. 46) deutlich umweltschonender erzeugen als durch fossile Energieträger. Die Brennstoffzelle nutzt Wasserstoff, Erdgas oder Methan sowie Sauerstoff und wandelt sie in Strom und Wasser um. Die Stromerzeugung läuft bei Temperaturen zwischen 600 und 1.000 Grad Celsius effizient ab. „Dies erfordert speziell angepasste Materialien, wie beispielsweise Glas“, verrät Claire Buckwar, Director Strategic Marketing and Innovation bei SCHOTT in Landshut. „Beim Zusammenfügen des oxidkeramischen Elektrolyten mit dem Metall des Zellgehäuses mittels Glaslot geht das Glas eine dauerhafte hermetische Verbindung ein. Diese stellt sicher, dass kein unkontrollierter Gasaustausch stattfindet, und ermöglicht ein langes Leben der Brennstoffzellen.“ In Reihe geschaltet zu Stacks, überzeugt die Technologie mit hoher Leistung: Ein Gesamtwirkungsgrad von bis zu 95 Prozent macht sie zum effizientesten Brennstoffzellentyp und potenziellen Eckpfeiler der dezentralen Energieproduktion. Mit Methan aus Biogas betrieben, lässt sie sich nahtlos an bestehende erneuerbare Energie-Netzwerke anknüpfen.

#### HGÜ: Per Glasfaser Stromfluss an- und ausschalten

Ebenso wichtig wie die Produktion von Energie ist ihr Transport. Ein weitverzweigtes Leitungsnetz sorgt dafür, dass Energie verteilt wird. Jedoch erzeugen beispielsweise die Offshore-Windparks zunächst nur Drehstrom, der in Umrichterstationen in Gleichstrom umgewandelt wird. Bei der Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) treten Spannungen von bis zu 800.000 Volt auf. „Die Schalter, die den Stromfluss ein- und ausschalten, liegen auf hohem Potenzial und können aus Isolationsgründen nicht elektrisch, zum Beispiel mit Kupferkabeln, betätigt werden“, erläutert



High-temperature fuel cells convert hydrogen and oxygen into energy and water (left). Here, highly resistant sealing glasses (above) perform important sealing and insulation functions.

Hochtemperatur-Brennstoffzellen wandeln Wasserstoff und Sauerstoff in Energie und Wasser um (links). Hochbeständige Einschmelzgläser (oben) übernehmen dabei wichtige Dichtungs- und Isolierfunktionen.

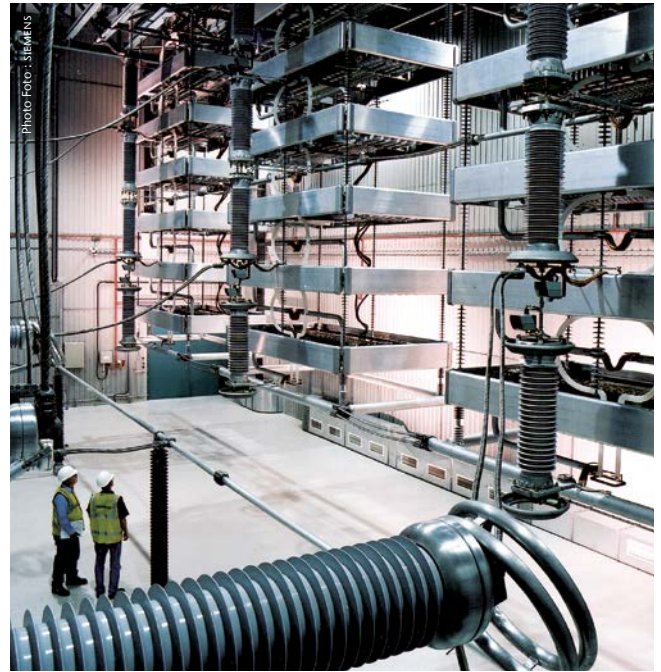


Photo Foto : SCHOTT/C. Costard

reason, reliable switching is performed using light pulses that are guided through surge-resistant fiber optic cables,” adds Sklarek.

### More power in high-voltage technology

Capacitors are the universal performance providers of the energy landscape. These short-term energy storage devices are being used everywhere in electrical engineering applications: from high-voltage components in supply networks to medical technology and consumer electronics. Their storage capacity is not solely dependent on their design, however. The insulating material, which experts commonly refer to as a “dielectric” is also a decisive factor. SCHOTT has developed a new dielectric material especially for high-voltage capacitors called POWERAMIC®. Dr. Matthias Müller, Director of Glass-Ceramics for Electrical Applications, explains: “The advantages that glass-ceramic offers are not only its high degree of homogeneity and lack of pores. These aspects allow for much higher energy storage density – roughly a factor of 10 – compared to the materials used today.” In addition, it is resistant to high temperatures, which can quickly lead to thermal overload of components. And additional cooling may no longer be necessary. “Capacitors that use POWERAMIC® glass-ceramic as a dielectric material are small and light and save space and weight,” Müller says. This also makes the material potentially attractive for use in mobile applications such as electric rail traffic and electric cars, for example. These types of high-voltage capacitors can potentially also be used directly



Fiber optic cable (left) is used to transmit high-voltage direct current in converter stations (above) and to reliably turn electricity on and off with voltage differences of up to 800,000 volts.

Bei der Hochspannungs-Gleichstromübertragung in Umrichterstationen (oben) werden Glasfaserkabel (links) eingesetzt, um Strom bei Spannungsunterschieden von bis zu 800.000 Volt zuverlässig an- und auszuschalten.

Senior Product Manager Industrial Dr. Werner Sklarek die Problematik. „Geschaltet wird deshalb zuverlässig mit Lichtpulsen – über spannungsfeste Glasfaserkabel.“

### Mehr Power in der Hochspannungstechnik

Universell einsetzbar in der Energielandschaft sind Kondensatoren. Die Kurzzeit-Energiespeicher finden überall in der Elektrotechnik Anwendung: von Hochspannungsbauteilen in Versorgungsnetzen über die Medizintechnik bis zur Unterhaltungselektronik. Ihre Speicherfähigkeit hängt nicht nur von der Bauform ab, entscheidend ist auch das Isolationsmaterial, in der Fachsprache „Dielektrikum“. Speziell für Hochspannungs-Kondensatoren hat SCHOTT mit POWERAMIC® einen neuen dielektrischen Werkstoff entwickelt. Dr. Matthias Müller, Director Glass Ceramics for Electrical Applications: „Vorteile des glaskeramischen Materials sind seine hohe Homogenität und Porenfreiheit, was eine vielfach erhöhte Energiespeicherdichte, etwa um den Faktor 10, gegenüber heute verwendeten Werkstoffen ermöglicht.“ Zudem ist es unempfindlich gegen hohe Temperaturen, die schnell zur thermischen Überlastung von Bauteilen führen können; eine zusätzliche Kühlung kann dadurch überflüssig werden. „Kondensatoren mit POWERAMIC® sind klein und leicht, sparen Platz und Gewicht“, so Dr. Müller. Das macht POWERAMIC® potenziell auch attraktiv für mobile Anwendungen – beispielsweise im elektrischen Schienenverkehr und in Elektroautos. Anwendungen für derartige Hoch-

at the energy source, for instance in wind turbines, where they can help to feed electricity directly into the grid as part of the electric components. As an instrument transformer, they contribute quite significantly to the stability of both today's and future power grids due to a high storage capacity and extreme robustness.

### Greater safety for electric mobility

The mobility of the future will require efficient energy storage and utilization and benefit from high-performance materials. Chemically highly stable special glasses for use in electric cars will help to seal lithium-ion batteries reliably and thus ensure stable and durable operation. In the event of a leak, there is a risk of a short circuit and the release of chemicals that can cause a fire or an explosion. To prevent this from happening, modern lithium-ion batteries are enclosed in aluminum housings. However, the sealing material used in the battery lid where the electrical contact between the inside of the battery and the outside takes place represents a weak point in the construction. The plastic insulators that are commonly used are sensitive to chemical corrosion and extreme temperature fluctuations. For this reason, SCHOTT has developed special battery feedthroughs under the SCHOTT GTAS® brand and complete cover systems. The result: a cell design that offers durable tightness.

### Battery of the future for extended ranges

In order to advance electric mobility, SCHOTT operates along the entire battery roadmap. A glass innovation optimizes the reliability of high-power lithium-ion batteries. Today, so-called S-glass as glass

spannungs-Kondensatoren können direkt an der Energiequelle liegen, beispielsweise bei Windkraftanlagen, wo sie in elektrischen Baugruppen helfen, den erzeugten Strom direkt ins Netz einzuspeisen. Durch ihre hohe Speicherkapazität und extreme Robustheit können sie als Messwandler maßgeblich zur Stabilität moderner Stromnetze der heutigen und nächsten Generation beitragen.

### Plus an Sicherheit für die Elektromobilität

Die Mobilität der Zukunft setzt eine effiziente Energiespeicherung und -nutzung voraus und profitiert von Hochleistungswerkstoffen: In Elektroautos dienen chemisch hochstabile Spezialgläser zur zuverlässigen Abdichtung von Lithium-Ionen-Batterien und sichern ihren dauerhaften Betrieb. Bei einem Leck drohen Kurzschluss und Freisetzung von Chemikalien, die zum Brand oder zur Explosion führen können. Um das zu vermeiden, werden moderne Lithium-Ionen-Batterien in einem Aluminium-Gehäuse eingeschlossen. Eine Schwachstelle der Konstruktion: das Dichtungsmaterial der Batteriedeckel, an denen der elektrische Kontakt zwischen dem Batterie-Inneren und der Außenwelt stattfindet. Häufig verwendete Kunststoff-Isolatoren sind empfindlich gegenüber chemischer Korrosion und starken Temperaturschwankungen. Daher wurden

**SCHOTT also developed POWERAMIC® for use in high-voltage technology. This innovative glass-ceramic (below) serves as a dielectric material and increases the performance of the capacitors.**

Ebenfalls für die Hochspannungstechnik hat SCHOTT POWERAMIC® entwickelt. Das neuartige glaskeramische Material (unten) dient als dielektrischer Werkstoff und macht Kondensatoren leistungsfähiger.

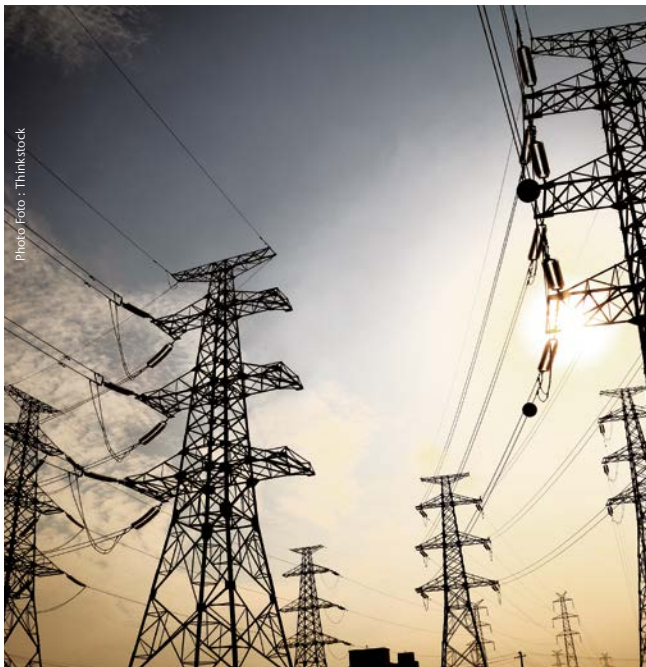


Photo Foto : Thinkstock



Photo Foto : SCHOTT/T. Löhnes

powder in the form of a coating on the separator or as an additive to the electrolyte already allows for a longer lifespan, higher temperature resistance and improved safety in liquid electrolyte batteries because it makes conventional polymer film separators more resistant. SCHOTT is also a partner involved in projects aimed at developing more powerful “next generation” battery technologies. The company is working with industry leaders on developing lithium-air batteries (see solutions 2/2012; p. 32ff). “The decisive factor for higher energy densities and more energy per unit of weight is the material that is located between the electrodes and

von SCHOTT unter der Marke SCHOTT GTAS® spezielle Batteriedurchführungen sowie komplette Deckelsysteme entwickelt. Ergebnis: ein Zelldesign mit dauerhafter Dichtigkeit.

### Batterie der Zukunft für größere Reichweiten

Um die Elektromobilität weiter voranzutreiben, arbeitet der Technologiekonzern entlang der gesamten Batterie-Roadmap. Eine Glasinnovation optimiert die Zuverlässigkeit von Hochleistungs-Lithium-Ionen-Akkus: Weil es herkömmliche Polymerfolienseparatoren

#### INTERVIEW

## “GLASS IS A HIDDEN CHAMPION” „GLAS IST EIN HIDDEN CHAMPION“

Prof. Dr.-Ing. Volker Hinrichsen from the Technical University of Darmstadt on glass for use in high-voltage technology

Prof. Dr.-Ing. Volker Hinrichsen, Technische Universität Darmstadt, über Glas in der Hochspannungstechnik

**solutions:** Prof. Hinrichsen, is glass a new player in high-voltage technology?

**Hinrichsen:** By no means. The world’s first three-phase long-distance transmission line that featured porcelain insulators was installed in Germany back in 1891. The development of glass cap insulators began only a short time later. But, glass is often hidden inside an electrical application, a “hidden champion,” so to speak.

**solutions:** Why does high-voltage technology require glass?

**Hinrichsen:** Smart insulation materials that can do more than just insulate are what is needed here. With high-voltage direct current (HVDC) transmission, which is now receiving a lot of attention, insulators should also be slightly conductive. Glasses are ideally suited for this because they can insulate; they can be set to show weak conductivity; and they are temperature-resistant and resist aging.

**solutions:** What can we expect from glass in the future?

**Hinrichsen:** Electrical energy storage media and special components that maintain grid stability, including capacitors, will be needed in the future. This makes the glass-ceramics that SCHOTT offers for high-voltage capacitors rather appealing. As dielectrics, they enable high energy densities, take up less space and therefore also support system miniaturization, which will also be a topic for the future.

**solutions:** Herr Prof. Hinrichsen, ist Glas ein neuer Akteur in der Hochspannungstechnik?

**Hinrichsen:** Überhaupt nicht. 1891 wurde die weltweit erste Drehstrom-Fernübertragungsleitung in Deutschland installiert – mit Porzellanisolatoren. Schon bald darauf begann auch die Entwicklung von Glaskappenisolatoren. Glas ist aber oft versteckt in einer elektrischen Anwendung, sozusagen ein „Hidden Champion“.

**solutions:** Warum braucht die Hochspannungstechnik Glas?

**Hinrichsen:** Gesucht werden zum Beispiel smarte Isolierwerkstoffe, die mehr können als nur isolieren. In der momentan viel zitierten Hochspannungs-Gleichstromübertragung (HGÜ) sollten Isolatoren schwach leitfähig sein. Gläser eignen sich dafür sehr gut, sie können isolieren, lassen sich gezielt schwach leitfähig einstellen, sind temperaturbeständig und auch alterungsstabil.

**solutions:** Was dürfen wir von Glas hier künftig noch erwarten?

**Hinrichsen:** Die Zukunft erfordert elektrische Energiespeicher und spezielle Komponenten zum Erhalt der Netzstabilität. Kondensatoren gehören dazu. Dies macht zum Beispiel Glaskeramiken interessant, wie sie SCHOTT für Hochspannungskondensatoren anbietet. Sie ermöglichen als Dielektrikum hohe Energiedichten, benötigen weniger Platz und unterstützen damit auch die System-Miniaturisierung – ebenfalls ein Zukunftsthema.



Photo Foto : SCHOTT/A. Sell

replaces the previous liquid electrolyte as a solid ionic conductor,” says SCHOTT battery expert, Dr. Wolfgang Schmidbauer. In addition to offering good ionic conductivity, it must be absolutely impermeable to oxygen and water in ambient air. Dr. Schmidbauer explains: “SCHOTT has developed an innovative, ion-conducting glass-ceramic with high conductivity for lithium ions and excellent electrochemical stability.” The potential of lithium-air batteries is enormous: in commercial form, they promise to deliver three to five times higher storage capacity of approximately 1,000 watt hours per kilogram – and thus significantly longer ranges for electric cars. Glass is already a contributor to the energy transition (see illustration on page 26). “The versatile material glass will definitely offer the flexibility and performance we need in the future as well,” says Research Fellow Dr. Langfeld. And SCHOTT experts are already developing new ideas on glass innovations that electrify. <

[eric.urruti@us.schott.com](mailto:eric.urruti@us.schott.com)

**Future topic electric mobility: Glass-sealed penetrations increase the service lives and reliability of lithium-ion batteries (below). SCHOTT has developed ion-conducting glass-ceramics for innovative lithium-air batteries. To the right, test cells for increasing the range of electric cars inside a climate chamber.**

Zukunftsthema Elektromobilität: Glasversiegelte Durchführungen steigern Lebensdauer und Sicherheit von Lithium-Ionen-Akkus (unten). SCHOTT entwickelte auch ionenleitende Glaskeramiken für neuartige Lithium-Luft-Batterien – unten rechts Testzellen in der Klimakammer – zur Erhöhung der Reichweite von Elektroautos.



beständiger macht, ermöglicht sogenanntes S-Glas als Glaspulver in Form einer Beschichtung des Separators oder als Zusatz zum Elektrolyten schon heute in Flüssigelektrolytbatterien eine längere Lebensdauer, höhere Temperaturbeständigkeit und mehr Sicherheit. SCHOTT ist zudem Partner bei Projekten zur Entwicklung leistungsfähigerer „Next Generation“-Batterietechnologien. Gemeinsam mit Branchengrößen arbeitet das Unternehmen an sogenannten Lithium-Luft-Batterien (s. solutions 2/2012; S. 32ff). „Entscheidend für höhere Energiedichten und mehr Energie pro Gewichtseinheit ist das Material, das sich zwischen den Elektroden befindet und als Festkörperionenleiter den bisherigen Flüssig-Elektrolyten ersetzt“, meint SCHOTT Batterieexperte Dr. Wolfgang Schmidbauer. Neben einer guten Ionenleitfähigkeit muss dieser absolut dicht gegenüber Sauerstoff und Wasser aus der Umgebungsluft sein. Dr. Schmidbauer: „SCHOTT entwickelte hierfür eine innovative, ionenleitende Glaskeramik mit hoher Leitfähigkeit für Lithium-Ionen und herausragender elektrochemischer Beständigkeit.“ Das Potenzial der Lithium-Luft-Batterien ist enorm: In kommerzieller Form versprechen sie drei- bis fünfmal höhere Speicherkapazitäten von rund 1.000 Wattstunden pro Kilogramm – und damit auch deutlich größere Reichweiten für Elektroautos.

Glas ist schon heute ein Mitgestalter der Energiewende (s. auch Grafik S. 26). „Auch für die Zukunft bringt das Multitalent Glas die nötige Flexibilität und Leistungsfähigkeit mit“, verspricht Research Fellow Dr. Langfeld. Und SCHOTT Experten entwickeln bereits neue Ideen für gläserne Innovationen, die elektrisieren. <

[eric.urruti@us.schott.com](mailto:eric.urruti@us.schott.com)

