

Lithium-Ionen-Technologie – die Batterie der Zukunft

Lithium Ion Technology – The Battery of the Future

Stefan Koller



Stefan Koller ist Universitätsassistent am Institut für Chemische Technologie von Materialien. Er ist einer der Scientific Group Leader im European Research Institute for Advanced Lithium Energy Storage Systems und Geschäftsführer der Varta Micro Innovation GmbH. Seine Forschungsschwerpunkte liegen in der Angewandten Elektrochemie im Speziellen jene von elektrochemischen Energiespeichern.

Stefan Koller is a postdoctoral assistant at the Institute for Chemistry and Technology of Materials. He is one of the scientific group leaders in the European Research Institute for Advanced Lithium Energy Storage Systems and managing director of Varta Micro Innovation GmbH. His research focuses on applied electrochemistry, especially in the field of electrochemical energy storage systems.

Der schier unaufhaltsam wachsende Funktionsumfang mobiler Elektronikgeräte stellt auch an die Energieversorgung enorme Anforderungen. Hier haben sich in den letzten Jahren Lithium-Ionen-Batterien als das vorherrschende System etabliert und sollen nun auch die Möglichkeit einer emissionsfreien Mobilität eröffnen. Ihre Weiterentwicklung stellt das zentrale Tätigkeitsfeld der Lithium Power Group am Institut für Chemische Technologie von Materialien dar.

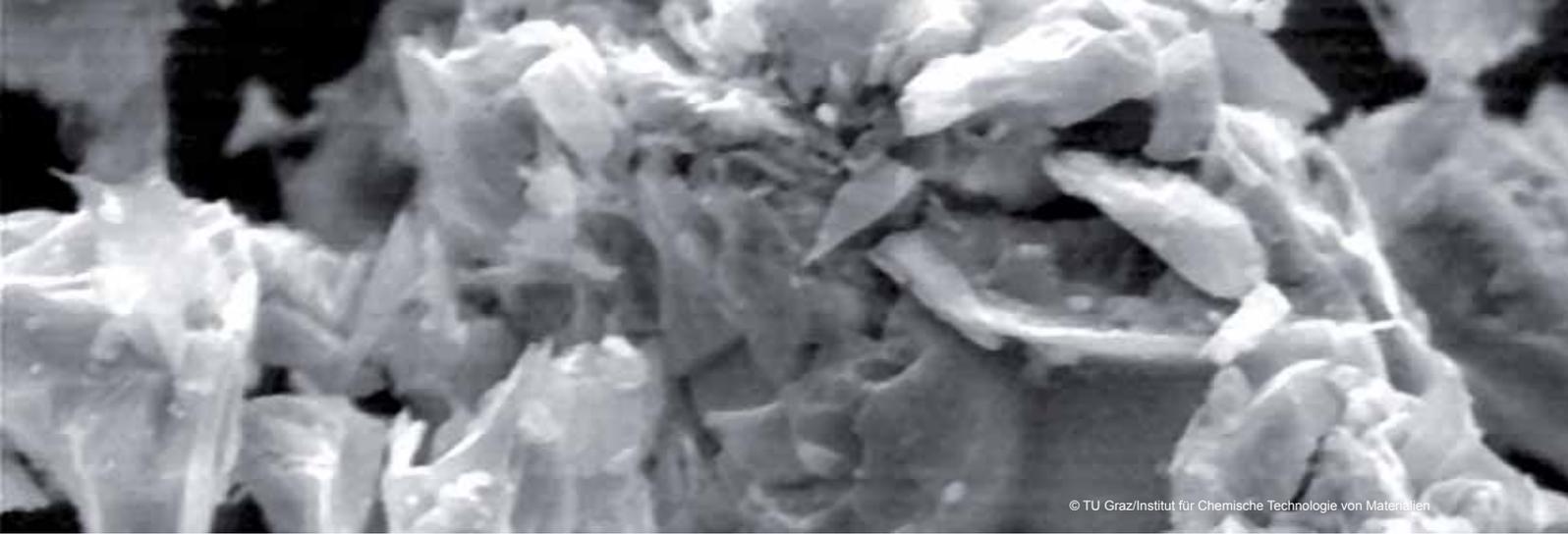
Mit dem Startschuss der großen Automobilkonzerne zur Elektrifizierung des Antriebsstranges wächst auch das Verlangen nach leistungsfähigeren elektrochemischen Energiespeichern. Doch nicht nur die Automobilindustrie benötigt leistungsfähigere Akkus. Im Bereich der mobilen Consumer-Elektronics werden die Fortschritte der letzten Jahre durch den gestiegenen Energiebedarf der Geräte kompensiert, sodass die Verdopplung der Energiedichte von Lithium-Ionen-Batterien seit deren Kommerzialisierung (1991, Sony) sich nur unmerklich in längeren Betriebszeiten manifestiert. Die Lithium Power Group am Institut für Chemische Technologie von Materialien hat es sich zur Aufgabe gemacht, die Vision von effizienten und leistungsfähigen Energiespeichern zu verwirklichen und konnte sich auch nach dem Abgang von Martin Winter (Berufung nach Münster) erfreulich positiv weiterentwickeln. Dadurch wurde nahezu nahtlos an die Erfolge und Themenbereiche angeknüpft. (Vgl. dazu Beitrag im Forschungsjournal der TU Graz vom SS 2007.)

Lithium-Ionen-Batterien stellen heute die fortschrittlichste Technologie dar, Energie elektrochemisch zu speichern und bieten zudem durch die große Diversität der einsetzbaren Materialien nicht nur die Möglichkeit, die Batterie für die jeweilige Anwendung maßzuschneidern, sondern auch ein enormes Potential zur Weiterentwicklung. Dies zeigt sich auch in dem von der Europäischen Kommission im Jahr 2001 veröffentlichten Diskussi-

The burgeoning range of services of mobile electronic devices puts tremendous demands on their power supply. In the last few years, lithium ion batteries have become the system of choice and should now also offer the possibility of emission-free mobility. Their development is the main field of activity of the Lithium Power Group at the Institute for Chemistry and Technology of Materials.

Since the large automotive companies' go ahead with the electrification of the powertrain, the demand for more powerful electrochemical energy storage systems has been growing. But it is not only the automotive industry that needs increasingly powerful storage batteries. In the area of mobile consumer electronics, the improvements of the last few years have been compensated by the rising energy demand of the devices in such a way that the doubling of the energy density of lithium ion batteries since their commercialisation by Sony in 1991 has resulted only in a barely perceptible increase in operating time. The Lithium Power Group at the Institute for Chemistry and Technology of Materials has taken on the task to realise the vision of more efficient and powerful energy storage systems. Despite Prof. Martin Winter leaving to pursue a professorship in Münster, work has been successfully continued at the same level and in the same research fields (see TU Graz research journal SS 2007).

Today, the lithium ion battery is the most advanced system of electrochemical energy storage and, through the diversity of the materials, not only allows the battery to be customised to the needs of the application, but also has a large potential for further development. This has also been pointed out in the European Commission discussion paper on "Future needs and challenges for non-nuclear energy research in the European Union" published in 2001, and which names lithium ion technology as one of the key technologies



© TU Graz/Institut für Chemische Technologie von Materialien

onspapier „Future Needs and Challenges für Non-Nuclear Energy Research in the European Union“, das die Lithium-Ionen-Technologie als Schlüsseltechnologie zur Energiespeicherung ausweist. Den Schlüssel zur Weiterentwicklung sieht die Lithium Power Group in der anwendungsorientierten Grundlagenforschung sowohl auf Material- als auch auf Zellebene. Dabei stellt die Vernetzung mit Instituten innerhalb der TU Graz, aber auch die Kooperation mit namhaften Industriebetrieben im In- und Ausland, mit Kompetenzzentren wie dem K2-Mobility, sowie mit anderen Universitäten, einen zentralen Faktor für den Erfolg dar.

So ist es im Rahmen eines EU-Projektes gemeinsam mit dem Institut für Anorganische Chemie gelungen, ein neues Speichermaterial für Lithium-Ionen zu entwickeln, das die Energiedichte von Lithium-Ionen-Batterien entscheidend verbessert. Als einer von 15 Partnern des „European Research Institutes for Advanced Lithium Energy Storage Systems“ (ALISTORE) ist es gelungen, sich in den Exzellenzcluster für Lithium-Ionen-Batterie-Forschung in Europa zu integrieren und diesen durch die Arealeitung im Bereich der Nanomaterialien für die negative Elektrode auch aktiv mitzugestalten. Projekte im Rahmen des K2-Mobility werden in enger Kooperation der Träger-GesmbH „Virtual Vehicle GmbH“ und elektrotechnischen Instituten

in energy storage. For the Lithium Power Group, application-oriented fundamental research on both material and cell level is the key for further developments. For this reason, forging links with other institutes of Graz University of Technology, and co-operating with notable industrial partners from Austria and abroad, competence centres like K2 mobility, and other universities, constitute a major factor for successful research.

In the framework of a European project with the Institute for Inorganic Chemistry, a new lithium ion storage material has been developed that significantly improves the energy density of lithium ion batteries. As one of the 15 partners of the “European Research Institutes for Advanced Lithium Energy Storage Systems (ALISTORE)”, the research group has managed to integrate itself in this European cluster of excellence for lithium-ion battery research and actively participates in the field of nano-materials for negative electrodes in its capacity as regional head. Through the fusion of the two institutes for chemistry and technology and the combination of their know-how, it has been possible to break new ground and, as an example, to use radical stabilising polymers as active material for Organic Radical Batteries.

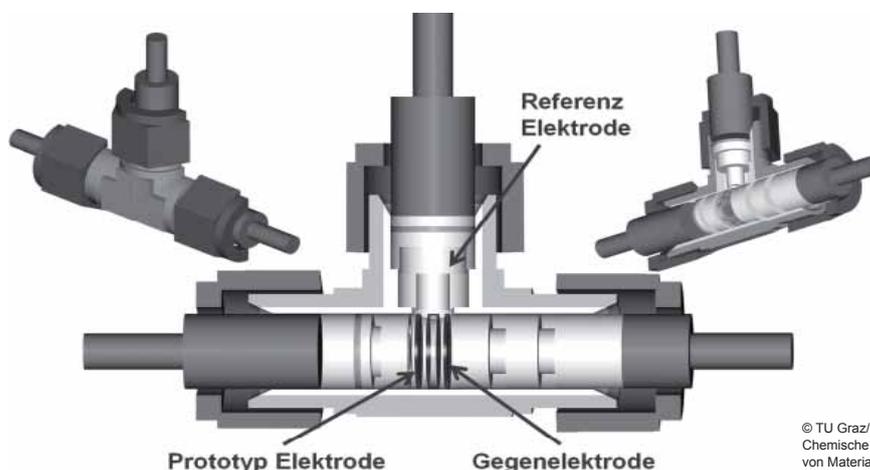
Against the background of a long-lasting co-operation of the Lithium Power Group together with

Abb. oben: Rasterelektronenmikroskop: Aufnahme des neuen Silizium/Graphit-Kompositmaterials, das im Zuge des EU-Projektes entwickelt und zum Patent angemeldet wurde. Es weist die doppelte Lithium-Ionen-Speicherkapazität auf wie der kommerziell verwendete Graphit.

Abb. unten: Aufgrund der Sicherheitsrisiken, die beim Test von Prototypmaterialien für Lithium-Ionen-Batterien bestehen, werden diese in speziell entwickelten Testzellen geprüft. Diese bestehen aus massiven Edelstahl, sie sind bis zu Druck von zehn bar gasdicht und garantieren somit die Sicherheit bei den Tests.

Fig. above: Scanning electron microscope picture of a new silicon/graphite composite material. It was developed and patented within an EU project and offers a doubled lithium-ion storage capability compared to commercially used graphite.

Fig. below: Because of safety concerns during the investigation of prototype materials for lithium ion batteries, they are tested in specially developed test cells. They are built of massive stainless steel, are gas tight up to a pressure of 10 bar, and guarantee safety during the test procedure.



© TU Graz/Institut für Chemische Technologie von Materialien



betrieben. Die besondere Nähe zu Technologieentwicklern wie „Volkswagen“ stellt hier einen speziellen strategischen Vorteil dar. Durch die Vereinigung der beiden chemischen Technologieinstitute und der Bündelung deren Know-hows gelingt es, neue Wege zu beschreiten und so zum Beispiel radikale stabilisierende Polymere als Aktivmaterial für so genannte „Organic Radical Batteries“ einzusetzen. Vor diesem Hintergrund ist aus der langjährigen Partnerschaft der Lithium Power Group zur Firma Varta Microbattery GmbH aus Ellwangen (Deutschland) die Idee eines gemeinsamen Joint Ventures in der Form einer Forschungsgesellschaft für Batterieforschung, der VARTA Micro Innovation GmbH, entstanden. Durch private Anleger, die sich in Form einer atypisch stillen Gesellschaft beteiligen sowie durch Fördergelder sollen für die erste Forschungsphase innerhalb von fünf Jahren 20 bis 40 Millionen Euro bereitgestellt werden. Die VARTA Micro Innovation GmbH wird mit ihrem Sitz am Standort Graz an den drei wesentlichen Herausforderungen der Lithium-Ionen-Batterietechnologie forschen: Akkus sollen sich schneller und ohne Energieverlust laden lassen, sollen weniger anfällig gegen hohe Temperaturen sein und sollen auf engstem Raum weit mehr Energie speichern als bisher. Ziel der Forschungsgesellschaft ist es, grundlegende Erfindungen und Entwicklungen zu erarbeiten, somit wertvolle IP's zu generieren und schließlich aus der Verwertung Rückflüsse für die Anleger und die TU Graz zu erzielen. Eine weitere Stärkung des Batterieforschungsstandortes Graz soll durch die Wiederbesetzung der Professur für Elektrochemische Energiespeicherung und Angewandte Elektrochemie erfolgen. Die Ausschreibung läuft derzeit, wobei die Wiederbesetzung im Jahr 2010 angestrebt wird. In Anbetracht der zurzeit in diesem Themenbereich offenen Positionen in Deutschland und der dort zur Verfügung stehenden Mittel, könnte diese Besetzung noch durchaus eine Herausforderung darstellen.

VARTA Microbattery from Ellwangen (Germany), the idea of a joint venture was born and a company for battery research, VARTA Micro Innovation, was founded. Through private investors, associated with the company via atypical dormant equity holdings as well as through aid money, 20-40 million euro will be allocated for the first research period of five years. VARTA Micro Innovation will be located in Graz and will perform research on the three main challenges and research aspects of the lithium ion battery technology: the rate capability of the system, the sensitiveness against high temperatures and the limited energy density. The objective of the research company is to generate valuable intellectual property, to commercialise it and thus generate a return flow for investors and Graz University of Technology. A further strengthening of the battery research location Graz should be achieved by the reappointment of the professorship for “Electrochemical Energy Storage and Applied Electrochemistry”. Applications are currently being accepted, and the reallocation of the professorship is planned for 2010. Considering the large number of open positions in Germany and their excellent remuneration, the appointment of the professorship could be quite challenging.