

Damit E-Mobilität auch wirklich „grün“ wird

Das Feld „E-Mobilität“ ist hochkomplex, und es ist eines der großen Zukunftsthemen. Es fordert viele Forschungsdisziplinen, die Politik und zahlreiche Wirtschaftsbranchen heraus. Auf Einladung der Universität Oldenburg und des Hanse Wissenschaftskollegs kam im Juni 2015 eine hochkarätig besetzte, internationale Expertenrunde zusammen, um über den Status der Entwicklungen und die aktuellen Probleme zu diskutieren.

Von den in Deutschland Anfang 2015 zugelassenen 44,4 Millionen Pkw waren laut Kraftfahrtbundesamt knapp 19 000 E-Autos. Geht es nach den Vorstellungen der Bundesregierung, sollen schon 2020 eine Million E-Autos über die deutschen Straßen rollen. „Angesichts der mannigfaltigen Probleme ist das ein sehr ambitioniertes Ziel, das sich lediglich mit Kaufanreizen kaum erreichen lässt“, sagt Alexandra Pehlken, Leiterin der Nachwuchsforschergruppe Cascade Use der Universität Oldenburg zu den Förderplänen des Bundes. „Außerdem ist es auch noch ein weiter Weg, bis die E-Mobilität überall wirklich ‚grün‘ wird.“

E-Autos sind wegen der Batterien nicht nur erheblich teurer als Autos mit Verbrennungsmotoren, sie sind auch schwerer, haben oft nur eine geringe Reichweite, die Ladevorgänge dauern lange, und die Tankstellen-Infrastruktur besonders für Wagen mit Brennstoffzellen-E-Antrieb ist mangelhaft. Auch das Recycling bereitet Probleme, wobei die Batterien eine besondere Herausforderung darstellen. „Zudem erfordern E-Autos den Einsatz neuer, teils knapper und ökologisch problematischer Materialien, was auch beim Recycling eine große Herausforderung darstellt“, sagt Pehlken. Hier Lösungen zu finden, fordert zahlreiche Disziplinen. Um dem E-Auto zum gewünschten Erfolg zu verhelfen, bedürfe es noch vielfältiger Forschungen sowie Aktivitäten der Wirtschaft und des Bundes.

Interdisziplinärer Workshop hat den ganzen Produktlebenszyklus von E-Fahrzeugen im Blick

Ob zu Batterie-, Brennstoffzellen- und Recyclingtechnologien, zu Energieeffizienz, Elektrizitätsnetzen und erneuerbaren Energien oder zu Materialkreisläufen – seit Langem forschen Wissenschaftlerteams an der Universität Oldenburg in zahlreichen für die E-Mobilität relevanten Bereichen. Aktiv sind hier vor allem das Energieforschungs-Netzwerk ENERiO, die Forschergruppe Cascade Use sowie die An-Institute OFFIS und Next Energy.

Auf ihre Einladung hin trafen sich im Juni 50 Forscherinnen und Forscher unter anderem aus Norwegen, Kanada, Südafrika und China sowie von zahlreichen namhaften deutschen Universitäten für drei Tage im Hanse Wissenschaftskolleg in Delmenhorst, um über die Zukunft der E-Mobilität zu diskutieren. Gefördert wurde der interdisziplinäre Workshop „How Efficient is Electro Mobility?“ durch das Programm International Promovieren in Deutschland – for all (IPID4all) des Deutschen Akademischen Austauschdienstes (DAAD) und über das Hanse Wissenschaftskolleg durch die Stiftung Innovationspool. Begleitet wurde das Expertentreffen von einer einwöchigen Summer School für Doktorandinnen und Doktoranden aus aller Welt.

Im Blick beider Veranstaltungen stand der gesamte Produktlebenszyklus von E-Fahrzeugen – von der Entwicklung und der Produktion über die Nutzungsphase bis hin zum Recycling. Andreas Günther, Wissenschaftler an der Uni Oldenburg und IPID4all-Koordinator, hat die Veranstaltungen mit initiiert und organisiert. „Wenn die Wende hin zu einer nachhaltigen E-Mobilität gelingen soll, bedarf es einer fach-, institutionen- und nationenübergreifenden Zusammenarbeit“, meint der Experte für Erneuer-

bare Energien. „An der Universität Oldenburg wird in vielen Disziplinen zur E-Mobilität geforscht und gelehrt. Sie ist da sehr gut aufgestellt und pflegt nicht nur einen intensiven internen Austausch, sondern auch zahlreiche, weltweite Kooperationen, um die Entwicklungen voranzutreiben“, sagt er.

Zwingend erforderlich: Das Einbinden der Batterien als Speicher in intelligente Stromnetze

Ein Schwerpunkt der Veranstaltungen galt dem Thema Energie. Nachhaltige E-Mobilität braucht mehr als nur die erneuerbaren Energien, hieß es unisono. Sie erfordere intelligente Stromnetze (Smart Grids), also die kommunikative Vernetzung und Steuerung von Stromerzeugern, Speichern, elektrischen Verbrauchern und Netzbetriebsmitteln in Energieübertragungs- und -verteilungsnetzen der Elektrizitätsversorgung. Ein wichtiges Feld ist hier das Demand-Side-Management, die Steuerung der Nachfrage nach netzgebundenen Dienstleistungen bei Abnehmern in Industrie, Gewerbe und Privathaushalten.

Curran Crawford von der University of Victoria (Kanada) stellte ein Beispiel dafür vor, wie sich große E-Fahrzeuge in Smart Grids einbinden lassen. In großer Zahl integriert, können sie effektiv als Speicher in den Netzen fungieren, was besonders wichtig ist für die Nutzung erneuerbarer Energien. Die Universität Victoria hat hierzu Modelle entwickelt, und auch OFFIS an der Universität Oldenburg forscht zur Integration von Speichern der E-Mobilität ins Netz.

Ängste ernst nehmen und mit attraktiven Lösungen ausräumen

Ein die E-Mobilität stets begleitendes Phänomen ist die so genannte „Range Anxiety“, die Reichweitenangst. Für den Stadtverkehr zwar ideal, aber für den spontanen 500-Kilometer-Tripp sei das E-Fahrzeug noch ungeeignet, ist die allgemeine Einschätzung der Autofahrerinnen und -fahrer. Sie sehen hier eines der vorrangigen Probleme der E-Mobilität. Sie wünschen eine uneingeschränkte, permanente Verfügbarkeit ihrer Fahrzeuge und haben „Angst“ vor Einschränkungen ihrer Beweglichkeit und Flexibilität. „Diese Sorgen gilt es ernst zu nehmen“, sagt Junior-Professor Sebastian Lehnhoff von OFFIS.

Auch zu diesem Problem suchen Forscher unter anderem der Universität Victoria und von OFFIS an der Uni Oldenburg nach Lösungen. Neue Modelle zur Verfügbarkeit von Batterien könnten helfen: Statt eine eigene Batterie immer zeitaufwendig aufzuladen und möglichst im Geladen-Status zu halten, so ein Vorschlag, würde der schnelle Wechsel einer leeren gegen eine gefüllte Batterie an Austauschstationen die stete, umfassende Verfügbarkeit der E-Fahrzeuge ermöglichen – allzeit bereit auch für die spontane, weite Reise. Die Batterie wäre nicht mehr zum Kfz gehörendes Eigentum, sondern ein Pfand- oder Leasing-Objekt.

Beispielhafte Fördermaßnahme in Hamburg überzeugt Nutzerinnen und Nutzer von E-Fahrzeugen

Großes Interesse erregte auch das eigentlich eher kleine Projekt „Hamburg – Wirtschaft am Strom“: Das Bundesland übernimmt für Gewerbebetriebe die Hälfte der Leasingkosten von E-Fahrzeugen. Mittlerweile fahren mehr als 500 derart geförderte E-Autos über Hamburgs Straßen. Kerstin Kuchta von der Technischen Universität Hamburg (TUHH) berichtete über das Engagement der Hansestadt, die E-Mobilität zu etablieren. Sie forscht am TUHH-Institut für Umweltechnik und Energiewirtschaft zur Abfallressourcenwirtschaft.

„Hamburg versucht, mit dieser Maßnahme, Nutzerinnen und Nutzer von E-Fahrzeugen zu überzeugen, Bedenken auszuräumen und so die Stadt ‚grüner‘ zu machen“, sagt Kuchta. Sie ist inzwischen eine begeisterte E-Mobil-Fahrerin, und ihr kleines Ingenieurbüro ist dank des Programms nur noch e-mobil unterwegs. „Es ist ein so angenehmes Fahren, und noch nie haben wir Probleme gehabt. Weder mit der Technik und den Batterien, noch mit der Reichweite. Einfach klasse! Wenn das Förderprogramm dann ausläuft, wollen wir weiter auf E-Fahrzeuge setzen. Sicher ist das auch immer eine Kostenfrage, denn E-Fahrzeuge sind einfach noch immer sehr teuer.“ Das Thema „Reichweitenangst“

ist für Kerstin Kuchta wegen ihrer guten Erfahrungen jedenfalls schon lange erledigt. Klar, die hätte sie anfangs auch begleitet, gibt sie zu, aber die Praxis habe sie dann etwas anderes gelehrt.

Dazu Alexandra Pehlken: „Es fehlt leider vielfach noch an derart praxisnahen und überzeugenden Maßnahmen. Eine von oben verordnete Revolution halte ich für nicht sinnvoll. Es greifen doch eher Projekte wie dieses in Hamburg, das Einzelne überzeugt und begeistert – ihnen auch die Angst nimmt und sie am Ende zu Botschaftern und Multiplikatoren für die neuen Technologien macht.“ Eine solche „Basisarbeit“, da sind sich Kuchta und Pehlken einig, sei sinnvoll und hilfreich.

Bei all ihrer Begeisterung für die E-Fahrzeuge sieht Kuchta auch die elementaren, gravierenden Probleme – aufgrund ihrer Forschungen unter anderem zum Umgang mit den Rohstoffen. „Hier sollten Wirtschafts- und Forschungsförderung noch etwas besser und deutlich zielgerichteter zusammenarbeiten“, meint sie. Die Ansätze seien gut, aber es reiche noch nicht aus. Vor diesem Hintergrund wurden bei dem Wissenschaftsworkshop auch wieder einmal rege die Absichten und Lobbyaktivitäten der Wirtschaft diskutiert.

Mobilitätsservices sollen das Reisen mit E-Fahrzeugen bequemer und nachhaltiger gestalten

Weitere Positivbeispiele mit sehr guten Ansätzen im Bereich der nachhaltigen Mobilität bieten aktuelle Forschungen im Programm „Schaufenster Elektromobilität“, einer Initiative der Bundesregierung. Benjamin Wagner vom Berg und sein Team an der Universität Oldenburg widmen sich dem Thema kundenorientierte Mobilität. Ihnen geht es besonders darum, E-Mobil-Nutzerinnen und -Nutzern begleitende Dienstleistungen wie intermodale Mobilitätsservices in Form mobiler Anwendungen für die Reiseplanung und -assistenz bereitzustellen. Mit deren Hilfe sollen die Reisenden bei einer möglichst nachhaltigen Gestaltung ihrer Mobilität unterstützt werden. Das Ziel: Energie und andere Ressourcen sparen sowie schädliche Emissionen minimieren.

Eine echte Option ist die Brennstoffzelle, aber ...

Vor allem wegen des hohen Gewichts und der eingeschränkten Kapazität von Batterien bleibt die Brennstoffzelle eine wichtige Option in der E-Mobilität. Das belegten Studien aus Kanada, eine der weltweit führenden Nationen in der Brennstoffzellen-Forschung, sowie ein aktuelles Praxisbeispiel aus Japan. Pang-Chieh Sui von der University of Victoria (Kanada) stellte sie vor.

Schon mit dem Hybridfahrzeug „Prius“ hatte Toyota Maßstäbe gesetzt. Mit dem „Mirai“ hat der japanische Automobilhersteller nun das erste marktfähige Brennstoffzellenauto herausgebracht und kommt wegen der sehr starken Nachfrage mit der Produktion kaum noch nach. Der Wagen hat 152 PS und eine Reichweite von 650 Kilometern. Die Technologie, so Pang-Chieh Sui, sei der der Wettbewerber weit überlegen. Die Brennstoffzelle des Fahrzeuges kann auch als externe Energiequelle genutzt werden und bringt genug Leistung, um einen 4-Personen-Haushalt eine Woche lang mit Energie zu versorgen. Seit Herbst ist der „Mirai“ auch in den USA sowie in Europa auf dem Markt.

Eine entscheidende Bedingung für die Kommerzialisierung von Brennstoffzellenautos, meinen die Experten, sind neue Recyclingtechnologien – unter anderem zur Rückgewinnung des in den Brennstoffzellen enthaltenen Platins. Der Anteil dieses seltenen, wertvollen Metalls sei inzwischen zwar drastisch gesunken, aber er sei noch immer signifikant hoch. Es bedürfe weiterhin neuer Recyclingkonzepte und -technologien oder auch grundsätzlich neuer Techniken.

... die Technikentwicklung hinkt noch hinterher, und die Infrastruktur ist weiterhin ungenügend“

Vielversprechende Forschungen zur Brennstoffzellentechnologie gibt es auch an der Uni Oldenburg. Sie beschäftigt sich mit alternativen Materialien für die Protonenaustauschmembran (PEM)-Brennstoffzellen. „Sie können den Leistungsbereich deutlich erweitern“, sagt der Chemiker Michael Wark. Der Wissenschaftler forscht an der Universität Oldenburg unter anderem zu Membranen für

Brennstoffzellen. Ein noch immer nicht gelöstes Problem hingegen sei die schlechte Infrastruktur: „Es fehlt nach wie vor an Wasserstofftankstellen. Hier sind die Wirtschaft und die Regierung gefordert“, sind sich die Forscher einig. Aktuelle Forschungserfolge zum Beispiel dazu, aus Methan Wasserstoff zu generieren, sprächen außerdem für den Einsatz von Brennstoffzellen im Bereich E-Mobilität.

Doch bei allem Fortschritt, so Pehlken, hänge die Technik bei den Brennstoffzellenmotoren hinterher. Vor allem fehle es an genügend kostengünstigen Möglichkeiten, flächendeckend Wasserstoff bereitzustellen. Nicht nur sie sieht das als ein Hemmnis für die Durchsetzung dieser Technologie. Ein Beispiel, vorgebracht von Pang-Chieh Sui, scheint diese Bedenken zu bestätigen: Das zur Winterolympiade 2010 zunächst gut angenommene "Fuel Cell Bus Project" in Whistler (British Columbia, Kanada) mit 20 Wasserstoffbussen für Transporte in den Skigebieten wurde inzwischen aufgrund der hohen Kosten für die Wasserstoffbereitstellung eingestellt.

Die Tankstelleninfrastruktur für E-Fahrzeuge ist zwar deutlich besser ausgebaut, aber ungeklärt ist hier unter anderem noch die Frage zu den Standards. E-Fahrzeughersteller Tesla zum Beispiel geht mit seinen Ladestationen eigenen Wege und investiert stark in die Ladestruktur. Roswitha Zeis vom Helmholtz-Institut Ulm berichtete von Teslas Supercharger. Er verkürzt die Batterieladezeit enorm, kann aber wegen des eigenen Standards nur für Tesla-Fahrzeuge genutzt werden.

Auch ein großes und entscheidendes Sorgenkind: Recycling & Co.

Mit dem Blick auf den gesamten Produktlebenszyklus sind inzwischen auch Materialflüsse, Recycling und Rohstoffeffizienz stärker in den Fokus gerückt. „Auch hier haben wir noch einen großen Nachholbedarf. Wir brauchen dringend neue Konzepte und Technologien und auch mehr Informationen zu den eingesetzten Materialien“, sagt Alexandra Pehlken. Ihre Nachwuchsforschergruppe beschäftigt sich genau mit diesen Problemen. „Da noch nicht klar ist, welcher Batterietyp sich durchsetzen wird, hält sich die Recyclingwirtschaft noch zurück“, erklärt sie. „Bisher ist noch keine Recyclingtechnologie großtechnisch ausgereift, aber es gibt sehr gut nationale Forschungsprojekte wie LithoRec 1 und 2 und LiBri, die sehr gute Ansätze zeigen. Was uns nun fehlt, sind die Massen an End-of-life Batterien, um die Verfahren wirtschaftlich zu gestalten.“

„Dringender Handlungsbedarf hinsichtlich der Rohstoff-Effizienz“

Pehlken nennt ein weiteres Beispiel für dringenden Handlungsbedarf: Das Recycling von Lithium-Ionen-Batterien sei noch immer nicht großtechnisch umgesetzt. Erste Lösungen zu deren automatisierten Demontage existieren bisher nur in Laboren.

Susanne Rotter von der Technischen Universität Berlin verweist dazu auf Schwierigkeiten und zu klärende Fragen, die sie aus ihrer aktuellen Forschung insbesondere zu Batterien und elektronischen Bauteilen kennt: „Darüber hinaus gibt es beim Recycling Probleme mit der Datenverfügbarkeit, da die Hersteller einerseits nicht unbedingt Details preisgeben wollen, andererseits auch zum Teil nur Beding Informationen über Komponenten mit langen Zulieferketten haben. Genaue Massenanteile von Lithium, Kobalt und Eisenphosphat erfährt man oft erst beim tatsächlichen Recycling. Aufgrund der Ungewissheit, welche Batteriechemie sich durchsetzt, zögern Industrien beim Aufbau großer Kapazitäten.“

Ohne neue Technologien und eine umfassende Infrastruktur zur Rückgewinnung könne die E-Mobilität keinen Durchbruch erleben. Da seien nicht nur Forschung und Politik gefordert, sondern auch die Automobil- und Batteriehersteller in Zusammenarbeit mit der Recyclingwirtschaft, meinen Pehlken und Rotter. Deutlich wurde in der Expertenrunde zudem, dass bei der Beurteilung von alternativen Antriebskonzepten künftig neben der ökonomischen Effizienz auch die Rohstoff-Effizienz betrachtet und als Perspektive angesehen werden sollte.

Workshop-Co-Organisator Steven B. Young von der University of Waterloo (Kanada) sieht das ebenso und ergänzt: „Die Mengen und Anteile kritischer und wirtschaftsstrategisch bedeutender Materialien im Auto werden größer. Damit wächst auch der Druck auf die Hersteller. So wird unter anderem die Rücknahme der Batterien oder gar ein Leasingssystem zunehmend zum Thema und schon viel diskutiert.“

Bei näherer Betrachtung: Auch vielgenanntes Positivbeispiel „China“ hat Mängel

In China ist die E-Mobilität ebenfalls politisch gewollt und wird massiv vorangetrieben. Dort setzt man auf New Energy Vehicles (NEV). Das sind reine E-Fahrzeuge, Brennstoffzellen- und Hybridfahrzeuge. Bei letzterem setzen die Chinesen überwiegend auf Plug-in-Hybrid (Steckdosenhybrid). Diese Fahrzeuge können auch über das Stromnetz geladen werden. Sie sind praktischer, günstiger und leichter herzustellen als reine Elektrofahrzeuge, und die Akzeptanz für sie ist relativ hoch. In den Jahren 2014/2015 ist ihr Anteil stark gewachsen. Eines von 300 Autos in China, so E-Mobility-Experte Jinsheng Xiao aus Wuhan (China), sei inzwischen ein New Energy Vehicle. Zum Vergleich: In Deutschland war Anfang 2015 jedes 412. ein Hybrid-, und nur jedes 2 343. ein reines E-Fahrzeug.

„Diese Zahlen sagen jedoch nur relativ wenig zur Nachhaltigkeit aus“, sagt Alexandra Pehlken. „In China zum Beispiel kommt der Strom für die E-Mobilität noch fast ausschließlich aus Kohlekraftwerken. Er wird also mit großen Belastungen für die Umwelt hergestellt.“ Auch mit dem Recycling tut sich China noch schwer. Chen Ming von der Shanghai Jiao Tong University, Co-Organisator des Workshops und Kenner des chinesischen Marktes sowie der dortigen Forschungsszene befasst sich mit Wiederaufarbeitung und erklärt dazu: „In China müssen Motoren zum Beispiel noch verschrottet werden. Aus Sicherheitsgründen beziehungsweise wegen rechtlicher Bedingungen ist eine Aufarbeitung noch nicht erlaubt.“ Chen Ming forscht dennoch zum Recycling und für die Option, Ressourcen besser zu nutzen und Rohstoffe wieder in den Wirtschaftskreislauf einbringen zu können.

„E-Mobilität“ noch immer nur ein populäres Schlagwort ohne nachhaltige Wirkung?

„Allein mit der Entwicklung und Etablierung von E-Fahrzeugen ist es also nicht getan“, sagt Alexandra Pehlken. Parallel dazu müssten unter anderem die Nutzung der erneuerbaren Energien, der Ausbau intelligenter Stromnetze und die Forschungen zu Rohstoffeinsatz und -wiederverwertung intensiver vorangetrieben werden, meint sie. „Andernfalls bleibt ‚E-Mobilität‘ weiterhin einfach nur ein populäres, medienwirksames Schlagwort ohne nachhaltige Wirkung.“

(Sabine Nollmann)

Ansprechpartnerin:

Dr.-Ing. Alexandra Pehlken (Carl von Ossietzky Universität Oldenburg)

Telefon: +49 (0) 441 798 47 96

E-Mail: alexandra.pehlken@uni-oldenburg.de

www.uni-oldenburg.de/cascadeuse

Ausgewählte Fotos:

