

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2015 ||

1 Offshore-Windparks – Messboje spart Kosten

Der Bau und Betrieb von Offshore-Windparks ist mit hohen Kosten verbunden. Um die Rentabilität der Anlagen abschätzen zu können, muss das Windpotenzial ermittelt werden. Eine Windmessboje mit ausgeklügelter, präziser Messtechnik von Fraunhofer-Forschern liefert die erforderlichen Daten und sorgt für Planungssicherheit.

2 Stammzellen auf Algen schneller züchten

Alginat nennt man das Stützskelett der Algen. Fraunhofer-Wissenschaftler nutzen die gelartige Masse chilenischer Pflanzen als Nährboden für Stammzellen: Porengröße und Elastizität des Alginats können flexibel eingestellt werden. Es transportiert Wirkstoffe und hat bessere optische Eigenschaften als Material aus Kunststoff.

3 Tiermehl als Phosphorquelle

Die Abfälle von Schlachthöfen werden zu Tiermehl verarbeitet und anschließend verfüttert oder verbrannt. Allerdings könnte man dieses Mehl besser nutzen: Es enthält Phosphor, ein knappes Mineral, das als Düngemittel dient. Eine neue Anlage verbrennt das Pulver so, dass die Asche als Rohstoff für Phosphordünger dienen könnte.

4 Elektroautos: Batterie mit Köpfchen

Die Batterie ist das Herzstück des Elektroautos. Fraunhofer-Forscher haben einen Stromspeicher entwickelt, der über den gesamten Lebenszyklus deutlich kostengünstiger sein soll als bisherige Modelle. Ist eine der über hundert Batteriezellen defekt, lässt sie sich einfach austauschen. Bisher wird der gesamte Akku ausgewechselt.

5 Türhersteller profitiert von Simulationstools

Einbruchshemmende Türen wärmedämmend zu bauen, ist für Hersteller eine Herausforderung. Ihre komplexe Konstruktion bietet Schlupflöcher für Luftströme. Mit wissenschaftlichen Simulationsmethoden planten Fraunhofer-Forscher eine wärmedämmende Konstruktion am Computer – ohne teuren Prototypenbau.

6 Das Selbstversorger-Hausboot

Ein Leben abseits von Autolärm und Abgasen – immer mehr Menschen zieht es ans Wasser. Energieautarke schwimmende Häuser erfüllen nicht nur dieses Lebensgefühl, sondern kurbeln auch die Wirtschaft an. In dem Projekt autartec® arbeiten Mittelständler, Industrie, Universitäten sowie zwei Fraunhofer-Institute Hand in Hand.

Die Fraunhofer-Gesellschaft ist die führende Organisation für angewandte Forschung in Europa. Unter ihrem Dach arbeiten 66 Institute und Forschungseinrichtungen an Standorten in ganz Deutschland. Knapp 24 000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter bearbeiten das jährliche Forschungsvolumen von zwei Milliarden Euro. Davon erwirtschaftet die Fraunhofer-Gesellschaft etwa 70 Prozent aus Aufträgen der Industrie und öffentlich finanzierten Forschungsprojekten. Die internationale Zusammenarbeit wird durch Niederlassungen in Europa, Nord- und Südamerika sowie Asien gefördert.

Impressum

FORSCHUNG KOMPAKT der Fraunhofer-Gesellschaft | Erscheinungsweise: monatlich | ISSN 0948-8375 | Herausgeber und Redaktionsanschrift: Fraunhofer-Gesellschaft | Kommunikation | HansasträÙe 27c | 80686 München | Telefon +49 89 1205-1302 | presse@zv.fraunhofer.de | Redaktion: Beate Koch, Britta Widmann, Janine van Ackeren, Katja Lüers, Tobias Steinhäuber | Abdruck honorarfrei, Belegexemplar erbeten. Alle Pressepublikationen und Newsletter im Internet auf: www.fraunhofer.de/presse. FORSCHUNG KOMPAKT erscheint in einer englischen Ausgabe als RESEARCH NEWS.

Offshore-Windparks – Messboje spart Kosten

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2015 || Thema 1

Wer Offshore-Windanlagen plant, muss wissen, wie der Wind weht. Denn die Wirtschaftlichkeit der Anlagen hängt von der Windgeschwindigkeit ab. »Kontinuierlich höhere Windgeschwindigkeiten auf See können die enormen Investitionen für die Errichtung und Netzanbindung wieder ausgleichen. Die Rentabilität der Windparks ergibt sich aus der Differenz zwischen den Erträgen aus der Einspeisevergütung und den Kosten für den Bau und die Wartung«, sagt Dipl.-Met. Claudia Rudolph, Wissenschaftlerin am Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES in Bremerhaven. Mit einer speziellen Windmessboje wollen die Meteorologin und ihr Team das Windpotenzial und damit zu erwartende Energieerträge ermitteln, um Windparkplaner zu unterstützen. Dabei setzen die Forscher auf die LiDAR-Technologie. LiDAR steht für Light Detection and Ranging.

Alternative zu Windmessmasten

Der Fraunhofer IWES-LiDAR-Boje liegt das Design einer Leuchttonne zugrunde, wie sie bereits seit über dreißig Jahren in der Nordsee im Einsatz ist. Die Wissenschaftler passten sie für das Messen des Windpotenzials an. Sie ist ein Schwergewicht mit einer Länge von über acht Meter, einem Durchmesser von 2,55 Meter und einem Gewicht von 4,9 Tonnen. Mit an Bord ist ein LiDAR-Messgerät, das Windgeschwindigkeiten in Höhen von 40 bis 200 Metern misst. »LiDAR-Systeme senden gepulste Laserstrahlen in die Atmosphäre. Diese werden an Partikeln in der Luft, den Aerosolen, reflektiert. Aus der Frequenzverschiebung des zurückgestreuten Signals wird die Windgeschwindigkeit und -richtung in den entsprechenden Messhöhen errechnet«, erläutert die Meteorologin die Funktionsweise des Systems.

Die Technologie wird bereits an Land genutzt. Für Messungen auf Bojen und schwimmenden Plattformen kam sie bisher nicht in Frage, da sie zu ungenau war. Die Eigenbewegung der Boje, die die Messwerte verfälscht, verhinderte den zuverlässigen Einsatz eines LiDAR-Geräts. Um diese Messungen dennoch auf beweglichen Untergründen zu ermöglichen, entwickelten die Forscher vom IWES einen Korrekturalgorithmus, der die Eigenbewegung der Boje aus den Messwerten herausrechnet. Das neue Floating-LiDAR-System garantiert eine hohe Messgenauigkeit, die mit fest installierten Offshore-Windmessmasten vergleichbar ist. Zu diesem Ergebnis führten Validierungsmessungen in der Nordsee: Dort wurde die Boje in 30 Metern Wassertiefe 45 Kilometer vor Borkum beim Offshorepark Alpha Ventus in der Nähe des Messmasts FINO 1 installiert. Die Werte von Messmast und Boje stimmten dabei zu 99,7 Prozent überein.

»Auf hoher See ist die LiDAR-Boje eine echte Alternative zu Windmessmasten, die Windgeschwindigkeiten nur in einer Höhe von 100 Metern ermitteln«, sagt Rudolph. Weitere Vorteile des Systems: Die flexibel, überall auf See einsetzbare Boje lässt sich schnell installieren. Die Kosten dafür fallen fünf bis zehn Mal geringer aus. Auch die

Wartung ist längst nicht so aufwändig wie die eines Messmasts. Je nach Anforderung lassen sich parallel weitere Parameter wie Wellen, Strömung und Temperatur ermitteln.

Eine weitere Besonderheit der Boje: Das LiDAR-Messgerät wurde in ein Aluminiumgehäuse mit einem Spezialglas eingekapselt, um es vor Salzwasser und den extremen Umweltbedingungen auf See zu schützen. Durch das Spezialglas gelangt der Laserstrahl ungehindert in die Atmosphäre und wird nicht gebrochen. Ein autonomes Stromversorgungssystem komplettiert die Ausstattung: Drei kleine Windgeneratoren mit jeweils 400 Watt sowie drei Solarpanels à 70 Watt erzeugen den Strom, drei Gel-Akkus speichern ihn. Somit ist eine Speicherreserve für eine Woche ohne Wind und Sonne gewährleistet. Im Inneren der schwimmenden Plattform befindet sich der Rechner für die Datenkommunikation. Status- und Messdaten werden per WLAN oder Satellit an den Empfänger übertragen.

Projekte in der Nordsee

Derzeit ist eine LiDAR-Boje in einem Forschungsprojekt vor der dänischen Küste im Einsatz. Eine weitere Boje wird für Demonstrationsmessungen in der Nordsee eingesetzt. Mit diesem Projekt wollen die Wissenschaftler ihre Entwicklung dem Offshore-Firmen-Konsortium Carbon Trust Offshore Wind Accelerator (OWA) präsentieren – einer gemeinnützigen Gesellschaft mit dem Auftrag, die Umstellung auf eine klimafreundliche Wirtschaft voranzutreiben. »Werden die Kriterien der OWA erfüllt, erhält man einen Pre-Commercial-Status. Das ist ein wichtiges Signal an unsere potentiellen Kunden. Es zeigt, dass unser System voll einsatzfähig ist. Es versetzt uns in die Lage, Windparkplanern und -betreibern verschiedene Angebote wie etwa Langzeitmessungen zur Ertragsprognose aber auch Online-Windmessungen bei der Installation zu unterbreiten«, so die Forscherin.



Windmessboje mit ausgeklügelter, präziser Messtechnik in der Nordsee vor dem Messmast FINO 1.

(© Fraunhofer IWES) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Stammzellen auf Algen schneller züchten

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2015 || Thema 2

Die Pharmaindustrie benötigt für Medikamententests der Zukunft pluripotente Stammzellen in großen Mengen. Diese Stammzellen haben das Potenzial, sich in beliebige Körperzellen umzuwandeln – zum Beispiel in Zellen der inneren Organe. In Biobanken entstehen gerade viele tausende Stammzelllinien unterschiedlichster Patienten. Mediziner erhalten dort perfekte Modelle der genetischen Krankheiten dieser Patienten. An den Stammzellen können Ärzte und Pharmaunternehmen neue Medikamente besser und schneller als bisher testen.

Wissenschaftler des Fraunhofer-Instituts für Biomedizinische Technik IBMT in Sulzbach haben Algen aus Chile als besonders effiziente Nährquelle für die Vermehrung pluripotenter Stammzellen identifiziert. In den vergangenen Jahren haben sie einen kontrollierten und dokumentierten Herstellungsprozess für Alginat, das Stützgerüst der Algen, entwickelt. Der Prozess reicht von der Ernte der Algen an chilenischen Küsten und im chilenischen Meer über den Import der zum Granulat aufbereiteten und getrockneten Algen bis zur Produktion des Alginats und zur Verwendung in der Kultur pluripotenter Stammzellen am Institut im Saarland. Aktuell validieren britische Pharmafirmen den Prozess in ihren Laboren. »Im nächsten Jahr sind erste konkrete Versuche mit Partnern aus dem europäischen Verband der Pharmaunternehmen, EFPIA, geplant. Ziel ist es zu zeigen, dass wir mit dem Prozess stabil pluripotente Stammzellen produzieren können. Am Institut konnten wir das bereits für viele einzelne Stammzelllinien nachweisen«, sagt Prof. Dr. Heiko Zimmermann, Institutsleiter am IBMT. Den Herstellungsprozess sowie die Technologieplattform haben die Fraunhofer-Wissenschaftler aus Sulzbach und deren Kollegen in Chile und Großbritannien gemeinsam entwickelt.

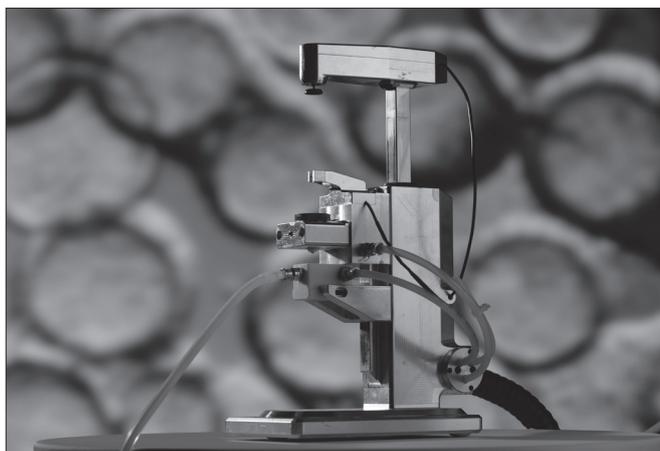
Alginat zweier chilenischer Algensorten besonders geeignet

Ausgangsmaterial sind zwei Algensorten, die an den Küsten Chiles wachsen: *Lessonia trabeculata* und *Lessonia nigrescens*. Das Stützskelett der Algen besteht aus Alginat, das sich besonders gut für die Stammzellkultivierung eignet: Es besteht aus einem stark wasserhaltigen Gel, ist aber zähflüssiger als Honig. Es ist, wenn man es mit Kalzium oder Barium vernetzt, zugleich stabil und flexibel – ähnlich wie Wackelpudding – und dabei durchlässig für Nährstoffe und wichtige Faktoren. »Zellen fühlen sich wie im Körper in elastischen dreidimensionalen Umgebungen besonders wohl. Genau diese Umgebung kann mit Alginat perfekt simuliert werden«, erklärt Prof. Zimmermann. Insbesondere für die regelmäßig kontrahierenden Herzmuskelzellen ist das eine ideale Umgebung. Die Wissenschaftler stellen die Elastizität durch die Mischung der Algensorten flexibel ein und produzieren das Alginat in Form von Kügelchen beliebiger Größe. »Denn unterschiedliche Zellen benötigen unterschiedliche Kulturbedingungen«, erklärt Prof. Zimmermann. »Gleichzeitig bringen wir Wirkstoffe in das Alginat ein und setzen sie kontrolliert frei.« Zum Beispiel Stoffe, die pluripotente Stammzellen in bestimmte Körperzellen umwandeln. »Zukünftig wird das Alginat nicht nur als passiver Nährboden

fungieren, sondern auch aktiv das Wachstum der Stammzellen beeinflussen«, sagt Prof. Zimmermann. Ein weiterer Vorteil: Die elastische Biomasse hat keine Eigenfluoreszenz. Das ist für optische Analyseverfahren wichtig. »Die Stammzellen wachsen besser auf unserem Alginat, insbesondere auch in automatisierten Bioreaktoren. Sie lassen sich besser ausdifferenzieren – in gewünschte Körperzellen umwandeln – als auf Kunststoffuntergrund, der heute standardmäßig eingesetzt wird«, fasst Prof. Zimmermann zusammen.

Das Ernten der Algen wird streng kontrolliert: Es gibt spezielle Lizenzen für die chilenischen Fischer; sie ernten nur diejenigen Algen, die sich für die Herstellung des Alginats eignen und nur so viel, dass eine nachhaltige Bewirtschaftung der chilenischen Küste ermöglicht wird. In einem vom IBMT und von Fraunhofer Chile betriebenen Labor an der Universität Coquimbo werden die Algen einzeln geschält, zerkleinert und vollständig getrocknet. Das geschieht innerhalb von 24 Stunden, so dass das Material nicht verunreinigt wird. Das Algengranulat wird dann nach Deutschland importiert: Im Reinraum am IBMT lösen die Wissenschaftler das Alginat heraus. Es liegt dann in flüssiger Form vor und kann mit Hilfe eines starken Luftstrahls zu Kügelchen geformt werden. »In einem Bariumbad werden die Kügelchen stabiler gemacht, denn Barium verbleibt besser in der Algenmasse. Die Kunst ist es, das Material stabil, aber nicht zu hart zu machen«, sagt Prof. Zimmermann.

Die Forscher geben das mit Proteinen beschichtete Alginat in einen Bioreaktor. Dieser stellt die optimale Temperatur und CO₂-Umgebung bereit und rührt Nährstoffe sowie Zellen kontinuierlich um. Jedes einzelne, etwa 200 Mikrometer große Alginatkügelchen übernimmt dabei die Rolle einer Petrischale. Die Stammzellen bewachen das Alginat in drei bis sieben Tagen in den Behältern und vermehren sich dabei. »Die Alginatmengen in den Reaktoren lassen sich leicht erhöhen. Die Folge: Pluripotente Stammzellen wachsen auf weniger Raum und in größerer Zahl«, sagt Prof. Zimmermann.



Zweistrom-Düsenanlage zur Herstellung von Alginatkügelchen. (© Fraunhofer IBMT, Foto: Bernd Müller) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Tiermehl als Phosphorquelle

Leberwurst, Salami, Steak – die Deutschen essen viel Fleisch. Nicht alle Teile vom Rind und vom Schwein landen dabei auf dem Teller. Zähne, Hufe, Knochen, Augen etwa bleiben übrig und werden zu Tiermehl verarbeitet. Allein in Deutschland fallen mehr als 200 000 Tonnen jährlich an. Die gemahlene Überbleibsel werden zum Teil wieder an Tiere verfüttert. Der Rest – der etwa aus Augen und Hirn besteht, die die Erreger von BSE enthalten könnten – wird in Müllverbrennungsanlagen gemeinsam mit anderem Abfall verbrannt.

Dünger für die Landwirtschaft

Forscher des Fraunhofer-Instituts für Fabrikbetrieb und -automatisierung IFF in Magdeburg schlagen einen anderen Weg vor: »Wir verbrennen das Tiermehl auf spezielle Weise, so dass wir daraus ein wichtiges Mineral zurückgewinnen können«, erläutert Patric Heidecke, Wissenschaftler am IFF. Denn der Rohstoff enthält etwa drei bis vier Prozent Phosphor, ein Mineral also, das nicht unbegrenzt zur Verfügung steht und teuer ist. Man braucht es vor allem als Dünger in der Landwirtschaft. In der Asche beträgt der Phosphoranteil bis zu 16 Prozent. Das ist so viel wie in natürlichen Lagerstätten, die sich vor allem in China, Marokko und den USA befinden. »Die Asche könnte – ebenso wie das phosphorhaltige Material, das in den Lagerstätten gewonnen wird – zu Düngemittel weiterverarbeitet werden«, sagt Heidecke. »Rein rechnerisch lässt sich damit rund fünf Prozent des jährlichen Phosphat-Düngemittelbedarfs in Deutschland ersetzen.«

Schwermetalle von der Asche trennen

Zwar wird das Tiermehl auch heute schon teilweise verbrannt. Allerdings mischt man es dafür mit anderen Brennstoffen. Das führt einerseits dazu, dass der Phosphor in der entstehenden Asche verdünnt ist, andererseits gelangen über die anderen Materialien auch unerwünschte Stoffe in die Asche. Ein weiteres Problem: Das Nebenprodukt enthält Schwermetalle wie Quecksilber und Blei, die später nicht mit auf dem Feld landen dürfen. In der Asche aus den Müllverbrennungsanlagen sind diese Schadstoffe jedoch enthalten.

All dies haben die Forscher bei ihrer Entwicklung berücksichtigt. Das Prinzip: Sie füllen das Tiermehl in eine 850 Grad Celsius heiße Wirbelschichtanlage. Von unten strömt kontinuierlich Luft in eine Brennkammer und vermischt das Mehl mit heißem Quarzsand. Die Masse zündet, und die organischen Partikel verbrennen vollständig. Die Wärme wird abgeführt, sie kann entweder direkt genutzt oder zu Strom umgewandelt werden. Das entstehende Verbrennungsgas, das aufgrund der Luftwirbel auch einen Großteil der Asche enthält, wird in den Ausbrandzyklon geleitet. Dieser trennt die gute, saubere Asche von der schlechten, in der sich die giftigen Schwermetalle befinden.

Dafür bremsen die Forscher den Luftstrom ab. Die Asche sinkt auf den Boden, während die Schwermetalle und Ascheteilchen, die kleiner als einen Zehntel Millimeter sind, in der Luft verbleiben. Sie werden später abgeschieden und entsorgt.

Erste kommerzielle Anlage geplant

Welche Parameter müssen bei der Verbrennung eingestellt werden, damit einerseits möglichst viel Wärme erzeugt wird und sich andererseits keine unerwünschten Schadstoffe wie Stickoxide bilden? Dies haben die Forscher in einer breit angelegten Messreihe untersucht. Die Wissenschaftler nutzen eine Wirbelschichtanlage, die etwa vier Meter hoch ist und eine Leistung von 150 Kilowatt erbringt. »Es ließe sich jedoch auch problemlos eine Anlage von zehn Megawatt Leistung realisieren«, sagt Heidecke. Nun wollen sie die erste kommerzielle Anlage bei einem Praxispartner errichten. »In zehn Jahren«, da ist sich der Experte sicher, »wird sich dieses Konzept durchgesetzt haben, da es sich neben dem Brennstoff Tiermehl auch für Klärschlamm eignet.« Zwar ist es momentan noch erlaubt, Klärschlamm als Dünger auf den Feldern auszubringen. Doch der Schlamm enthält Schwermetalle sowie Nitrat, durch das Gewässer umkippen können.



Phosphor ist ein weltweit knapper Rohstoff, der etwa für Düngemittel benötigt wird. Tiermehl enthält Phosphor. Mit einem neuen Verfahren lässt sich die Ressource deutlich effizienter nutzen.
(© Fraunhofer IFF) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Elektroautos: Batterie mit Köpfchen

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2015 || Thema 4

Das Herzstück von Elektroautos sind ihre Batterien. Bislang sind diese ein monolithischer Block, in dem die einzelnen Batteriezellen sowie die nötige Technik untergebracht sind. Zwar sollten die einzelnen Zellen theoretisch alle gleich viel Energie speichern können. In der Praxis sieht das jedoch anders aus: Herstellungsbedingt variieren ihre Kapazitäten. Das ist problematisch, da die Zellen in Reihe geschaltet sind. Die gesamte Batterie ist daher nur so stark wie die schwächste Zelle. Ist diese leer, nützt auch die restliche Energie in den anderen Batteriezellen nichts mehr – das Auto muss Strom tanken. Die Hersteller sortieren daher vor und bauen jeweils Zellen ähnlicher Kapazität in eine Batterie. Da dabei jedoch auch einige Zellen aussortiert werden, treibt dies die Preise der Batterien in die Höhe. Ein weiteres Manko: Ist eine Zelle defekt, bleibt das Fahrzeug liegen. Dann heißt es, den kompletten Stromspeicher auszutauschen.

Unabhängige Batteriezellen kommunizieren miteinander

Forscher am Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA in Stuttgart haben nun eine Alternative geschaffen. »Unser modulares Batteriesystem löst diese Probleme«, sagt Dr. Kai Pfeiffer, Gruppenleiter am IPA. Der Trick: Jede Batteriezelle verfügt über einen eigenen integrierten Mikrocontroller, der relevante physikalische Parameter wie Temperatur und Ladezustand der Zelle erfasst. Jede Zelle kennt also ihren Zustand. Über die bereits vorhandene Hochstrom-Verkabelung zwischen den Batteriezellen, durch die gespeicherte Energie zu den Verbrauchern geleitet wird, reden die Zellen miteinander. Man spricht dabei von Powerline-Kommunikation. Oder sie kommunizieren mit anderen Geräten, etwa dem Bordcomputer, der aus den Daten der Zellen errechnet, wie viel Restenergie die gesamte Batterie noch aufweist.

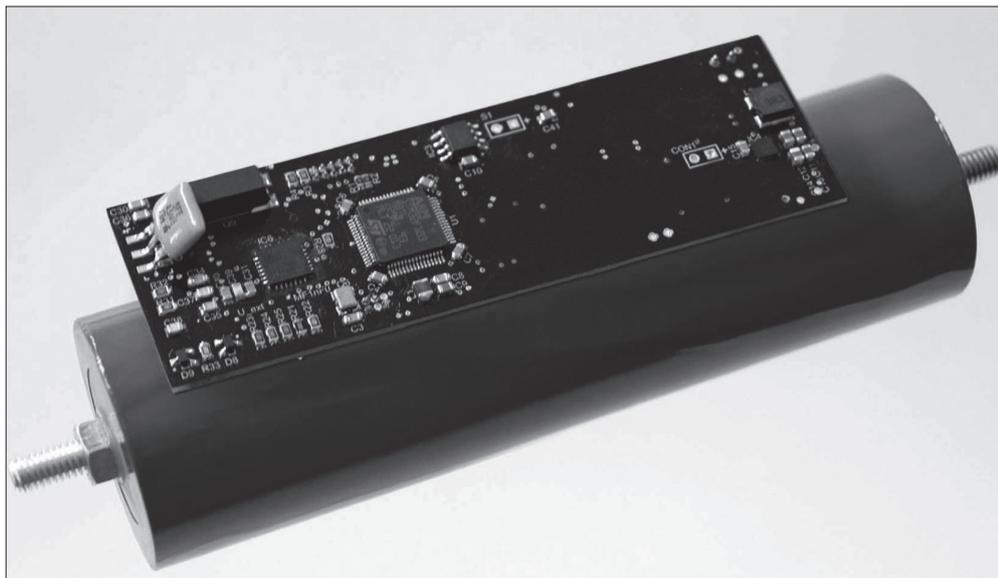
Höhere Reichweite

Ist eine Zelle leer, während die anderen noch Energie gespeichert haben, muss das Auto nicht wie bisher stehenbleiben. Vielmehr klinkt sich die leere Batteriezelle einfach aus dem Verbund aus, sie leitet den Strom an sich vorbei. Die anderen liefern weiterhin Energie. »Je nach Zellqualität können wir die Reichweite auf diese Weise um mindestens vier Prozent steigern«, erläutert Pfeiffer. »Im Laufe der Zeit verstärkt sich dieser Effekt: Schaltet man bei einer älteren Batterie die jeweils leeren Zellen aus, ist es denkbar, dass man durchaus zehn Prozent mehr Reichweite erzielen kann.«

Da sich eine Zelle mit geringerer Kapazität kaum auf die gesamte Reichweite des Autos auswirkt, brauchen die Hersteller diese nicht mehr vorzusortieren. Dies dürfte die Kosten deutlich senken. Zudem passen sich die Kapazitäten der Zellen im Laufe der Zeit aneinander an. Denn die Varianten, die weniger Energie speichern können, werden früher ausgeschaltet. Die ergiebigen Zellen laufen dementsprechend länger und altern somit schneller: Ihre Kapazität sinkt. Und sollte eine Batteriezelle einmal ausfallen, kann

man sich den Weg in die Werkstatt sparen. Da das Auto über mehr als hundert Zellen verfügt, kommt es auf eine einzelne Zelle nicht an. Und entscheidet der Fahrer sich doch für eine Reparatur, genügt es, anstelle der kompletten Batterie lediglich die einzelne Zelle auszutauschen.

Einen Prototyp der Batteriezelle haben die Forscher bereits entwickelt. Nun geht es daran, die Elektronik in den Zellen zu miniaturisieren. »Wir wollen es schaffen, dass sie weniger als einen Euro kostet«, so Pfeiffer. Teile der Entwicklung bearbeiten die Forscher im EU-Projekt »3Ccar« weiter.



Intelligente Batteriezelle des Fraunhofer IPA: Ein Mikrocontroller erfasst physikalische Parameter wie Temperatur und Ladezustand. Ist eine Zelle leer, klinkt sie sich automatisch aus.
(© Fraunhofer IPA) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Türhersteller profitiert von Simulationstools

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2015 || Thema 5

Kleine und mittelständische Unternehmen haben üblicherweise keine eigene Forschungsabteilung. Doch das Know-how von Wissenschaftlern kann auch dort schnellen Mehrwert schaffen. Das zeigt das Beispiel eines Herstellers von einbruchhemmenden Haustüren aus Rheinland-Pfalz: Simulationsmethoden und Softwaretools des Fraunhofer-Instituts für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM in Kaiserslautern haben dabei geholfen, dessen einbruchhemmende Türen so zu konstruieren, dass sie nun über die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) förderwürdig sind. Die neue Rahmenkonstruktion gibt der gesamten Tür einen Wärmedurchgangskoeffizienten (U-Wert) von 0,49 W/qmK. Ihre einbruchhemmenden Eigenschaften blieben dabei erhalten.

»Das ist ein sehr niedriger Wert für einbruchhemmende Türen mit ihrer komplexen Konstruktion«, so Dr. Matthias Kabel aus der Abteilung Strömungs- und Materialsimulation des ITWM. »Zuvor hatten die Rahmenkonstruktionen einen Wert von 2,84 W/qmK. Jetzt liegt der U-Wert der Modelle aus dem Firmenkatalog unter 1,3 W/qmK. Alle Türen sind damit förderwürdig«, sagt Dr. Kabel. Der U-Wert ist ein Maß für den Wärmedurchgang eines Gases durch einen festen Körper. Er wird in Watt pro Quadratmeter und Kelvin angegeben (W/qmK). »Wir haben durch das Projekt nachgewiesen, dass wir mit unseren komplexen Simulationsmethoden und Softwaretools auch Alltagsgegenstände optimieren können – mit direktem Mehrwert für den Auftraggeber«, so Dr. Kabel.

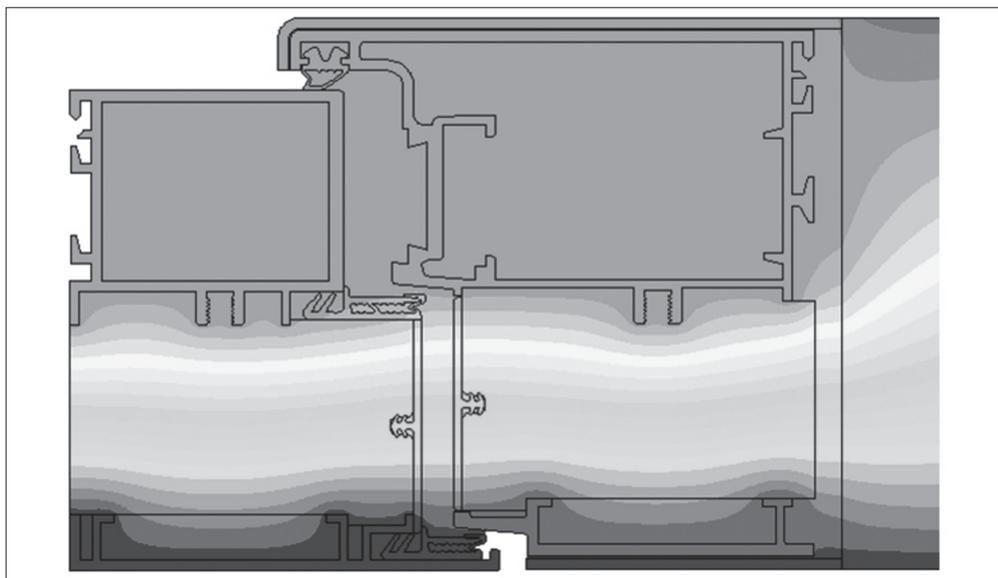
Kein teurer Prototypenbau notwendig

Das Unternehmen stellt einbruchhemmende Türen und Türrahmen aus Aluminium her. Das Problem: Aluminium leitet Wärme besonders gut weiter. Kälte dringt ins Haus ein und Innenwärme entweicht nach außen. »Kein optimaler Zustand für die Energieeffizienz des Hauses«, sagt Dr. Kabel. Die ITWM-Forscher verglichen und prüften die Konstruktionsvorschläge, indem sie alle wesentlichen funktionalen Eigenschaften mittels präziser numerischer Berechnungsverfahren vorhersagten. »Mit Hilfe der Computersimulationen konnten wir eine große Anzahl möglicher Varianten betrachten und die einzelnen Materialien im Bereich des Türblatts und des Rahmenprofils millimetergenau auslegen«, so Dr. Kabel. Der Hersteller musste für die einzelnen Varianten keine eigenen Prototypen bauen. Dadurch sparte er Zeit und Kosten. »Wir konnten mit unseren Tools schnell Informationen zur Türkonstruktion und zum Wärmeübergang mit den Vorgaben der DIN-Norm für Wärmedämmung bei Fenstern, Türen und Abschlüssen abgleichen. Daraus ließen sich dann Vorschläge für optimale Konstruktionspläne der verschiedenen Türmodelle des Unternehmens erstellen«, sagt Dr. Kabel.

Im ersten Schritt zeigten die Wissenschaftler, dass sie die realen Messwerte des Wärmeübergangs am Computer exakt simulieren können. »Das hat Vertrauen beim Kunden geschaffen. Das Unternehmen hat keine eigene Forschungsabteilung und arbeitete bei

der Produktentwicklung intensiv mit uns zusammen«, so Dr. Kabel. »Ohne die Simulation hatte der Hersteller nur den Mittelwert des Wärmeverlusts des Rahmens vorliegen. Mit Hilfe der computergestützten Darstellung ließ sich nun aber genau ermitteln, welches Teil des Rahmens für welchen Teil des Wärmeverlusts verantwortlich war. Wir machten konkrete Vorschläge, wie sich das Design des Rahmens wärmetechnisch optimieren ließ.« Die Forscher passten ihre Simulationssoftware an die Anforderungen der Türproblematik an: Dazu gehörte beispielsweise, die richtigen Materialparameter auszuwählen, die physikalischen Effekte des Wärmetransports in Türen digital realitätsgetreu darzustellen sowie die entsprechende DIN-Norm in der Simulationssoftware zu berücksichtigen.

Die Wärmedämmung von Häusern ist ein zentraler Bestandteil der Energiewende und wird in Deutschland gefördert. Die Bundesregierung will den Energieverbrauch in Wohngebäuden bis 2050 stark senken. Über die KfW fördert sie auch den Einbau wärmegeprägter Innen- und Außentüren. Allerdings nur dann, wenn diese einen U-Wert von unter $1,3 \text{ W/qmK}$ vorweisen können.



Querschnitt einbruchhemmender Außentüren: Mit Hilfe wissenschaftlicher Simulationen lokalisierten Fraunhofer-Forscher exakt die Stellen, an denen die Wärme über den Aluminiumrahmen entweicht (dunkle Farbe). (© Fraunhofer ITWM) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse

Das Selbstversorger-Hausboot

FORSCHUNG KOMPAKT

12 | 2015 || Thema 6

Immer beliebter in Deutschland werden schwimmende Häuser – und das nicht nur als Feriendomizil, sondern auch als fester Wohnsitz. Das Lausitzer Seenland bietet sich hierfür besonders an: Es ist mit 23 Seen und einer Fläche von 13 000 Hektar das größte künstliche Seengebiet Europas. Die Region zwischen Ostsachsen und Südbrandenburg war über Jahrzehnte durch den Braunkohletagebau geprägt. Das Lebensgefühl auf dem Wasser soll der Landschaft in den kommenden Jahren zu mehr Anziehungskraft und wirtschaftlichem Erfolg verhelfen.

Dieses Ziel verfolgt auch das in der Lausitz angesiedelte Projekt autartec®, an dem die beiden Dresdner Fraunhofer-Institute für Verkehrs- und Infrastruktursysteme IVI und Keramische Technologien und Systeme IKTS beteiligt sind sowie weitere Partner aus der Region, darunter Mittelständler, Industrie sowie die Technische Universität Dresden TUD und die Brandenburgische Technische Universität BTU. Sie alle arbeiten Hand in Hand, um bis 2017 auf dem Geierswalder See nordwestlich von Hoyerswerda ein schwimmendes Haus zu bauen, das nicht nur elegant aussieht, sondern sich selbst mit Wasser, Strom und Wärme versorgt. »Solche energieautarken schwimmenden Häuser gibt es noch nicht«, betont autartec®-Projektkoordinator Professor Matthias Klingner vom IVI. Viele Seen in der Lausitz seien von Infrastrukturen wie Wasser- und Energieversorgung abgeschnitten. »Für dieses Umfeld wollen wir eine Lösung finden«, sagt Klingner.

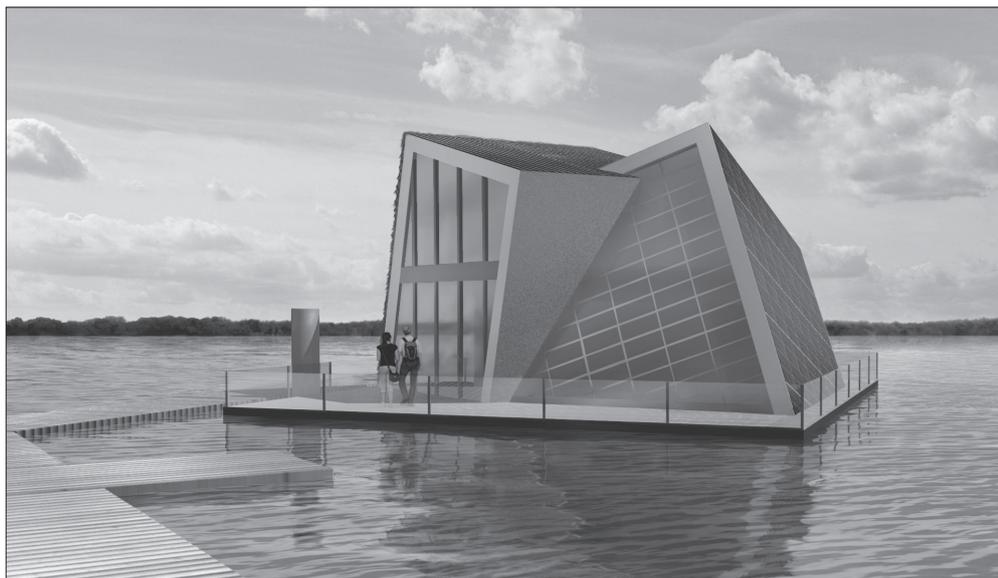
Energieautark wohnen auf dem Wasser

Das Haus auf dem 13 mal 13 Meter großen Stahlponton erstreckt sich über zwei Ebenen: Das Erdgeschoss umfasst 75 Quadratmeter Wohnfläche, das Obergeschoss weitere 34 Quadratmeter. Auf der 15 Quadratmeter großen Terrasse überblickt man den gesamten See. Das Haus verbindet moderne Architektur und Bautechnik mit hoch effizienter Anlagen- und Gebäudeausstattung. Solarzellen werden beispielsweise in die Gebäudehülle integriert, Lithium-Polymer-Akkumulatoren speichern die gewonnene Energie. Um Platz zu sparen, werden die vom IVI entwickelten Batteriesysteme in die Textilbetonwände oder Treppenelemente eingebaut.

Forscherinnen und Forscher des IVI arbeiten auch an der effizienten Bereitstellung von Wärme und Kälte. Für wohlige Wärme an eisigen Wintertagen sorgt ein Salzhydrat-Kamin: Oberhalb des Feuers befindet sich eine wassergefüllte Wanne mit Salzhydraten. »Brennt das Feuer, werden die Salzhydrate flüssig und nehmen Wärme auf«, beschreibt Dr. Burkhard Faßauer vom IKTS. Sind sie vollständig verflüssigt, lässt sich die Wärmeenergie zeitlich nahezu unbegrenzt speichern. Um sie bei Bedarf wieder freizusetzen, werden funkbasierte Kristallisationsauslöser verwendet. Das Prinzip kennt man von Taschenwärmern: Die Kristallisation löst ein geknicktes Metallblättchen aus, so dass der Taschenwärmer fest wird und Wärme abgibt. Erhitzt man ihn im Wasser, wird er wieder flüssig und speichert Wärme bis zum nächsten Knicken. Allerdings reicht ein Kamin

nicht aus, um das Haus den Winter über zu heizen. Ein Zeolithspeicher im Ponton hilft weiter: Die Zeolithminerale werden im Sommer getrocknet – ein rein physikalischer Prozess, bei dem Wärme gespeichert wird. »Und im Winter reicht feuchte Luft aus, damit der Speicher Wärme abgibt«, erklärt Faßauer. Für angenehme Temperaturen im Sommer sorgt die adiabate Kühlung. Anders als bei herkömmlichen Klimaanlage benötigt das System keine elektrische Energie, sondern nutzt die Verdunstungskälte von Luft und Wasser. Eine Seitenfläche des Hauses wird begrünt und befeuchtet, die entstehende Verdunstungskälte kühlt die Gebäudehülle.

Um die Wasserversorgung im Hausboot kümmern sich Experten des IKTS. »Wir entwickeln und erproben zurzeit ein geschlossenes Kreislaufsystem für Trink- und Brauchwasser«, erklärt Faßauer. Dafür setzen die Wissenschaftler auf eine Kombination aus keramischen Membranen und verschiedenen elektrochemischen und photokatalytischen Prozessen. Während an Land das Abwasser immer auch biologisch behandelt wird, ist dieser Prozess auf einem schwimmenden Haus nicht möglich. »Wir sind auf physikalische und chemische Methoden angewiesen. Da bietet die Keramik sehr effiziente Möglichkeiten, um Prozesse wie Photokatalyse, Elektrochemie und Filtration auf engstem Raum zusammenzubringen«, sagt Faßauer. Andere Materialien wie Stahl und Kunststoff würden bei derart aggressiven Vorgängen versagen. Die Technik für das Kreislaufsystem soll im Ponton untergebracht werden.



Gebäudeentwurf eines schwimmenden Hauses, das sich selbst mit Wärme und Wasser versorgt.
(© Fraunhofer IVI) | Bild in Farbe und Druckqualität: www.fraunhofer.de/presse