

# Das Netz ist entscheidend

2011 wurde die Energiewende beschlossen: Deutschland schaltet Kernkraftwerke ab und nutzt zunehmend erneuerbare Energiequellen. Das über hundert Jahre alte Stromnetz ist dafür aber nur bedingt gewappnet. Benötigt wird eine völlig neue Infrastruktur – sogenannte Smart Grids. Im Interview erklärt der Energieinformatiker Sebastian Lehnhoff, was daran so intelligent ist und wo die Herausforderungen liegen



Sebastian Lehnhoff auf dem Oldenburger Areal, auf dem unter anderem ein neues Nachbarschaftsquartier mit modernem Energiekonzept entstehen soll.

## Herr Lehnhoff, ist die Energiewende in Deutschland bis 2050 zu schaffen?

**Lehnhoff:** Aus technologischer Sicht auf jeden Fall. Wir wären aber schon deutlich weiter, wenn die Erneuerbaren bereits heute besser und flexibel in den Energiemarkt und das technische System integriert wären. Damit meine ich zum Beispiel Geschäftsmodelle im Bereich Photovoltaik und Windenergie oder auch übergreifende Verwertungs- und Recyclingprozesse von Speichertechnologien. Und dann wären da noch veraltete Netzstrukturen. Das sind alles große Herausforderungen. Daher bin ich skeptisch, ob wir bis 2050 auch die CO<sub>2</sub>-Ziele erreichen werden.

## Kritiker fürchten, dass das deutsche Stromnetz durch die Energiewende künftig zu stark belastet würde. Befürchten Sie das auch?

**Lehnhoff:** Wir müssen auf jeden Fall etwas ändern. Bisher konnte Ener-

gie über Braunkohle, Steinkohle und Gas immer sehr kontrollierbar erzeugt werden. Mit dem steigenden Anteil der Erneuerbaren am Energiemix verändert sich diese Situation aber dramatisch: Zu den wenigen zentralen Großkraftwerken kommen immer mehr dezentrale Energieerzeuger hinzu. Diese speisen nur ein, wenn gerade die Sonne scheint oder der Wind weht – aber das ist nicht unbedingt dann der Fall, wenn Bedarf vorhanden ist.

## Was ist daran problematisch?

**Lehnhoff:** Das lässt sich gut an den Elektrofahrzeugen veranschaulichen, deren Anzahl in Zukunft weiter steigen wird: Es ist anzunehmen, dass die E-Fahrzeuge künftig abends, nach getaner Arbeit in großer Zahl an die Ladepunkte und Stromtankstellen gehen und geladen werden. Energie aus Photovoltaikanlagen steht zu dieser Tageszeit aber mangels Speicher nicht mehr zur Verfügung. Bleibt die Ressource Wind. Angenommen, der Wind

weht dann nachts um 2 Uhr besonders stark – dann sollten die meisten Elektrofahrzeuge auch genau dann geladen werden, da besonders viel der Windenergie ins Netz eingespeist wird.

## Und wie bekommen wir das in den Griff?

**Lehnhoff:** Solange wir nicht über adäquate Energiespeicher verfügen, geht das nur über ein intelligentes Energiemanagement; damit – um beim Beispiel zu bleiben – nicht alle E-Fahrzeuge gleichzeitig laden, sondern nach und nach, vielleicht auch alternierend. Alles mit dem Ziel, den Verbrauch der Einspeisung aus Erneuerbaren anzupassen, ohne das Netz zu überlasten.

## An so einem Netz – auch Smart Grid genannt – forschen Sie. Worum geht es?

**Lehnhoff:** Letztlich darum, das Stromangebot und die Nachfrage noch viel stärker als bisher aktiv zu steuern, und das in Echtzeit. Die größte Heraus-

forderung ist dabei, möglichst genau zu prognostizieren, wie viel Energie aus Erneuerbaren ins Netz eingespeist werden kann, um diese den Nutzern dann möglichst bedarfsgerecht bereitzustellen. Dabei spielt das Netz selbst eine entscheidende Rolle. Betriebsmittel wie Leitungen, Kabel und Transformatoren müssen künftig mit modernster Informations- und Kommunikationstechnik ausgestattet werden. Nur so können einzelne Komponenten aufeinander abgestimmt werden. Angefangen vom digitalen Stromzähler im Haushalt, über den regelbaren Ortsnetztransformator bis zu Prognose- und Überwachungssystemen in den Leitstellen der Netzbetreiber.

## Das klingt nach einer Revolution. Welche Herausforderungen sehen Sie?

**Lehnhoff:** Vor allem eine bislang unterschätzte: Große Kraftwerke sind an hochleistungsfähige Übertragungsnetze angeschlossen – redundant, aus-

fallsicher, hochgradig automatisiert und mit moderner Sensorik ausgestattet. Die vielen kleinen Anlagen wie Windparks oder Solarzellen werden aber in völlig anderen Netzbereichen – den unteren Spannungsebenen der Verteilnetze – angeschlossen. Und hier fehlt es an einer entsprechenden Infrastruktur. Damit die Versorgung aus Erneuerbaren aber ebenso sicher und zuverlässig sein kann, müssen wir vieles neu organisieren.

## Was bedeutet das konkret?

**Lehnhoff:** In Deutschland gibt es etwa tausend Verteilnetzbetreiber, die den Strom aus dem Übertragungsnetz in die einzelnen Haushalte bringen. Oftmals übernehmen das die regionalen Grundversorger, meist kleinere Stadtwerke. Diese Betreiber sind künftig mitverantwortlich für die System-sicherheit. Die Strukturen sind dafür aber noch gar nicht vorhanden. Es fehlt zum Beispiel an der nötigen Digitalisierung zur Überwachung an-

geschlossener Anlagen, aber auch zur Organisation untereinander.

## Bringt die Digitalisierung auch Gefahren mit sich?

**Lehnhoff:** Ja, und die Gefahren liegen im System. Künftige Smart Grids sind sehr komplex aufgebaut, was das Risiko von IT-Störungen, aber auch Cyber-Angriffen automatisch stark erhöht. Digitalisierungstechnologien benötigen regelmäßige Software-Updates – das kennen wir aus anderen Bereichen. Außerdem werden wir auf Automatisierung mittels Künstlicher Intelligenz angewiesen sein. Vergleichen Sie das mal mit den klassischen und vergleichsweise behäbigen Systemen, mit denen bisher gearbeitet wurde, einem Trafo zum Beispiel. Der ist in der Regel 60 bis 70 Jahre lang im Einsatz, wird zwischendurch allenfalls gewartet und dann irgendwann verschrottet. Wer dieses System stören wollte, musste schon direkt zum Trafofahren und ihn vor Ort lahmlegen. Jetzt



Das Stromnetz in Deutschland ist nur bedingt auf die Energiewende vorbereitet. Denn regenerative Energiequellen wie Sonne und Wind liefern nicht konstant die gleiche Menge Energie, wie es zuvor Kohle- oder Atomkraftwerke getan haben.



Lehnhoff vor dem neuen Netzleitstand, der im Rahmen des „Smart Grid Cyber-Resilience Labors“ installiert wurde. Er bildet ein simuliertes Verteilnetz mit Anlagen zur Energieerzeugung, Leitungen, Transformatoren und anderen Komponenten ab.



Die Simulation moderner Energiesysteme ist ein Schwerpunkt der Energieinformatik-Arbeitsgruppe von Lehnhoff. Die Oldenburger haben hierfür die Software „mosaik“ entwickelt – in der Forschung mittlerweile ein Standardwerkzeug.

bringen wir diese Welt mit der digitalen zusammen.

**Damit beschäftigen Sie sich auch im Rahmen eines aktuellen Projekts, das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Energie gefördert wird. Worum geht es?**

**Lehnhoff:** Wir bauen ein sogenanntes „Smart Grid Cyber-Resilience Labor“ auf, kurz: CyResLab. Dabei entsteht eine bis heute einmalige Test- und Prüfumgebung für Smart-Grid-Architekturen, in der wir letztlich den Ernstfall proben. Auf diese Weise wollen wir zum einen Sicherheitsmaßnahmen entwickeln, um mit IT-Fehlern in hochvernetzten Systemen umzugehen oder mutwilligen Angriffen vorzubeugen. Zum anderen untersuchen wir, wie man solche Ereignisse im laufenden Betrieb schnell erkennen und darauf reagieren kann.

**Wie weit sind wir denn heute noch vom intelligenten Stromnetz entfernt?**

**Lehnhoff:** Im Nordwesten Deutschlands sind wir schon ziemlich weit. Das liegt vor allem an Projekten wie eTelligence oder ENERA, die vom BMWi gefördert und von der EWE vorangetrieben werden. Daran waren und sind wir als Uni und mit dem OFFIS beteiligt. Ziel ist, in den Modellregionen Aurich, Friesland, Wittmund und Emden ein Smart Grid „auszurollen“. Diese Regionen bekommen quasi ein

Hardware-Update: etwa intelligente Trafos, die automatisch Spannungsschwankungen im Ortsnetz ausgleichen, wie sie beispielsweise durch Solaranlagen entstehen, oder Stromspeicher zur Zwischenspeicherung von Windenergie.

**„Wir müssen vieles neu organisieren.“**

**Im Rahmen eines weiteren Forschungsprojekts, das von der DFG gefördert wird, beschäftigen Sie sich mit dem sogenannten „Schwarzstart“. Hört sich gefährlich an...**

**Lehnhoff:** Der Schwarzstart in Smart Grids ist ein ungelöstes Problem. Es geht um den Fall, dass das Netz nach einem großräumigen Stromausfall wieder neu gestartet werden muss. Bisher ging das in einem großen Kraftwerk auf sehr klassischem Wege: mit einer Batterie, die die Steuerung für einen kleinen Dieselgenerator in Gang bringt, der wiederum eine Gasturbine startet. Im Smart Grid wird das deutlich komplexer: um das Stromnetz wiederaufzubauen, müssen wir viele dezentrale Erzeuger und Verbraucher koordinieren. Dafür brauche ich moderne Informations- und Kommunikationstechnologie, die automatisch steuert und regelt. Aber diese Technologie benötigt selbst bereits Strom, um zu funktionieren. Wo nun

muss der Strom zuerst wieder fließen? Dieses Henne-Ei-Problem bedarf komplexer Steuerungs- und Optimierungsprinzipien, die wir in diesem Projekt erforschen.

**Sie bekommen in den nächsten Jahren eine einmalige Testumgebung: Die Stadt entwickelt auf einem Teil des Fliegerhorsts – einem ehemaligen Militärflugplatz – einen neuen Smart-City-Stadtteil mit modernem Energiekonzept.**

**Lehnhoff:** Stimmt, wobei Energie nur ein Teilaspekt ist – hier geht es auch um Verkehr, Verwaltung und Lebensqualität. Begonnen hat alles mit dem umfangreichen Strategiepapier „Smart City Oldenburg – Der Mensch im Mittelpunkt“, das die Stadt 2017 gemeinsam mit Vertretern aus Wissenschaft, Wirtschaft und Verwaltung erarbeitet hat. Darin gehen wir der Frage nach, welche ureigenen Aufgaben die Stadt auf sinnvolle Weise digitalisieren kann und sollte. Von Behördengängen über Energieversorgung, Ver- und Entsorgung bis zur Stadtplanung. Nachdem der Plan geboren und die Stadt überzeugt war, haben wir damit begonnen, ein sogenanntes „Living Lab Smart City“, also ein Reallabor zur Kooperation zwischen Wissenschaft und Zivilgesellschaft, bei der das gegenseitige Lernen in einem experimentellen Umfeld im Vordergrund steht, auf dem Fliegerhorst einzurichten. Kern des

Ganzen ist ein vom BMWi und BMBF gefördertes Leuchtturm-Projekt, das Energetische Nachbarschaftsquartier ENaQ. Darin beschäftigen wir uns mit weiteren Partnern explizit mit dem energetischen Nachbarschaftskonzept für dieses neue Quartier. In dieser Größenordnung gibt es bundesweit nur fünf weitere Projekte.

**Und wie wird die künftige Energieversorgung im Fliegerhorst aussehen?**

**Lehnhoff:** Die Häuser werden modernen energetischen Standards entsprechen und an ein intelligentes Stromnetz mit einer hochsicheren Smart-Meter-Kommunikationsinfrastruktur angeschlossen – das sind Stromzähler, die digital Daten empfangen und senden können. Diese Infrastruktur soll dann zum Beispiel auch für telemedizinische Anwendungen genutzt werden können. Hinzu kommen moderne Strom-Wärme-Sys-

### Zur Person

Sebastian Lehnhoff bekleidet seit 2015 die Professur für Energieinformatik am Department für Informatik. Er ist außerdem im Vorstand des An-Instituts OFFIS und Sprecher des Forschungsbereichs Energie. Das rund 80-köpfige Team um Lehnhoff entwickelt IKT-basierte Konzepte und prototypische

teme und verschiedene Energieerzeuger wie Blockheizkraftwerke, Power-to-Gas-Anlagen oder Photovoltaik. Die Energieträger können ineinander umgewandelt werden, um den Gesamtenergiebedarf möglichst effizient zu decken. Wichtig dabei ist, dass hier keine abgeschottete Astronautensiedlung entsteht mit Ansätzen, die nicht übertragbar sind. Auch Nachbarschaft und Umland sollen profitieren. Deshalb werden unter anderem Technologien mit standardisierten Schnittstellen verbaut.

**Und wie werden die künftigen Bewohner, die ab 2021 ihr neues Quartier beziehen, mit einbezogen?**

**Lehnhoff:** Sie sollen einen aktiven Part bei der Energieversorgung spielen, indem sie untereinander jederzeit günstige Energie dazukaufen und eigene Überschüsse wieder verkaufen können. Entsprechende Informationen

werden den Bewohnern über eine Nutzerplattform zur Verfügung gestellt. Um ihnen den Zugang zu erleichtern, gehen wir das Ganze auch spielerisch an. Menschen haben ja bekanntlich die Tendenz, ihre Leistungen mit anderen zu messen. Und wenn die Energiebilanz des Nachbarn nachweislich besser ausfällt, motiviert das vielleicht, noch stärker auf die eigene zu achten. Auch diese sozialen Aspekte wollen wir im Reallabor näher betrachten.

**Wie sieht eigentlich ihr eigener „Energiehaushalt“ aus? Fahren Sie schon elektrisch?**

**Lehnhoff:** Ich bin privat komplett aufs Fahrrad umgestiegen, innerhalb der Stadt zumindest. Aber kein E-Bike, ich will mich ja fit halten. Worüber meine Frau und ich gerade intensiv nachdenken, ist ein Lastenfahrrad. Das fährt dann aber mit Elektromotor.

*Interview: Volker Sandmann*

hoff's Schwerpunkte sind echtzeitfähige Methoden für sicherheitskritische Anwendungen in elektrischen Energiesystemen und die Co-Simulation komplexer Energiesysteme. Er ist Sprecher des Zukunftslabors „Digitalisierung Energie“ und Direktoriumsmitglied des Zentrums für digitale Innovationen Niedersachsen.