



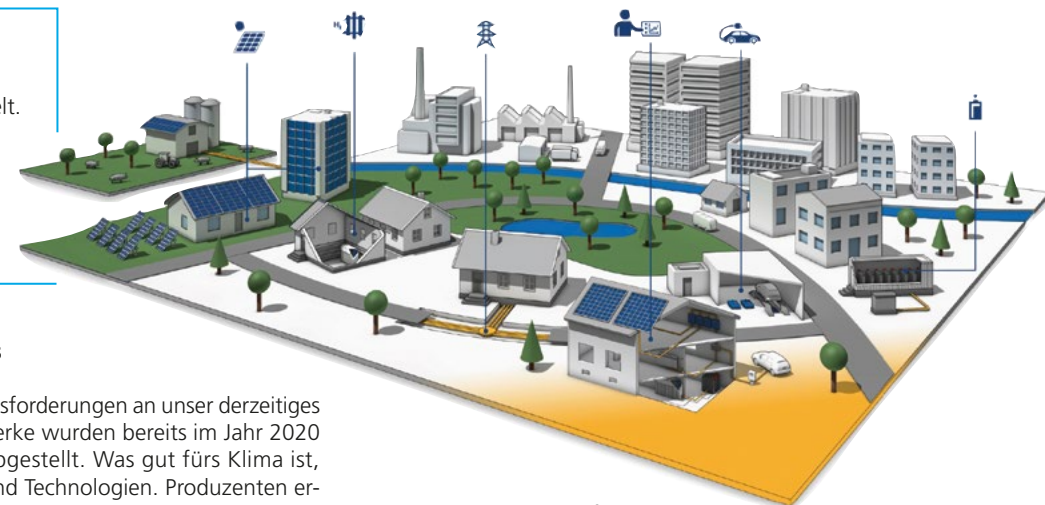
EINE GANZE STADT IN EINEM LABOR

Im NESTEC wird die Energieversorgung der Zukunft erprobt

von Jana Hoidis

Stromnetze, Sinuskurven und allerhand wissenschaftliche Messdaten – zwei Wissenschaftler verfolgen gespannt die Anzeigen auf den acht großen Monitoren. „Das ist die Netzleitwarte unseres NESTEC-Labors“, erklärt DLR-Ingenieur Jan Petznik, „mit ihr können wir den Leistungsfluss von Verbrauchern und Erzeugern bis in einzelne Haushalte abbilden.“ Petznik ist der Laborleiter des 2019 am DLR-Standort Oldenburg eröffneten Emulationszentrums für Vernetzte Energiesysteme (NESTEC). Das Stromnetz innerhalb des Labors ist ein in sich abgeschlossener Bereich. Spannung und Frequenz lassen sich darin frei variieren. Neben Simulationen kann mit der Leistungselektronik im NESTEC Hardware von beispielsweise Windkraftanlagen oder ganzen Haushalten nachgebildet werden. Dieser Vorgang nennt sich „Emulation“. Auch echte Hardware kann mit in die Versuche eingebunden werden, zum Beispiel die Ladesäulen für Elektrofahrzeuge auf dem Gelände. Möglich wird dies durch das Echtzeitsystem. Miniaturisierte Stadtquartiere mit Gebäuden, Netzen und Ladestationen werden im Labor virtuell abgebildet und untersucht. So können die Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler neue Regelungen von zukünftigen Energieversorgungssystemen erproben oder auch neue Komponenten in realen Umgebungen testen.

In der zukünftigen Smart City sind die Sektoren Strom, Wärme und Mobilität eng miteinander gekoppelt. Indem Erzeuger und Verbraucher mehr Informationen untereinander austauschen, werden die verfügbaren Ressourcen wie Sonnenenergie besser ausgenutzt.



Transformation des Stromnetzes

Die Energiewende stellt große Herausforderungen an unser derzeitiges Stromnetz. Zahlreiche Kohlekraftwerke wurden bereits im Jahr 2020 aus Gründen des Klimaschutzes abgestellt. Was gut fürs Klima ist, benötigt neue Regelungsansätze und Technologien. Produzenten erneuerbarer Energien – wie etwa Betreiber von Fotovoltaik- oder Windkraftanlagen – sind von Witterungsbedingungen abhängig. Die Sektorenkopplung, also die Verzahnung von Strom, Wärme und Mobilität, ist ein weiterer Grund für einen sich ändernden Verbrauch. Zusätzliche Energie wird benötigt, um Elektroautos aufzutanken oder Wärmepumpen zu betreiben. Morgens möchten die meisten Menschen aber weiterhin unter eine heiße Dusche, mittags soll eine warme Mahlzeit auf dem Herd gekocht werden, am Nachmittag laufen Waschmaschine, Trockner und der Fernseher. Ob die Sonne scheint oder der Wind weht, beeinflusst zukünftig immer stärker, wann wie viel Energie in das Versorgungsnetz eingespeist wird. Allerdings richten sich weder Sonne noch Wind nach den menschlichen Bedürfnissen. Neue Ansätze müssen also her, um die Netze stabil zu halten und die Energieversorgung intelligenter zu machen. Mit dem NESTEC-Labor kann in einem abgeschirmten Bereich nach neuen Lösungen geforscht werden.

In der Vergangenheit war es meist so, dass der Strom nur in eine Richtung durch das Netz floss: nämlich vom Kraftwerk zum Verbraucher, also zu Gebäuden oder Fabriken. Zukünftig werden Quartiere nach dem Konzept der Smart City gebaut. Ein Projekt, an dem auch das DLR beteiligt ist, ist das energetische Nachbarschaftsquartier im alten Fliegerhort in Oldenburg. Energieerzeuger und -verbraucher in räumlicher Nähe zueinander bilden einen Verbund und verteilen die Energie untereinander. Fotovoltaikanlagen auf Einfamilienhäusern, Elektrofahrzeuge oder strombetriebene Heizungen sind nur einige Beispiele aus den verschiedenen Sektoren Strom, Wärme, Mobilität. Das Netz dafür muss sehr flexibel sein und der Strom in alle Richtungen fließen können. Jan Petznik erklärt, welchen Vorteil es hat, solche Quartierskonzepte im NESTEC zu untersuchen: „Durch den Mix aus Simulation und emulierter Hardware können wir Effekte auf das lokale und das übergeordnete Stromnetz sehr genau abbilden und beispielsweise Lastspitzen ermitteln. So können wir ein Quartier im Labor über die Hardware darstellen und gleichzeitig im Computer das Verteilnetz der höheren Spannungsebene als Modell laufen lassen.“ Derartige Systeme könnten später auf bereits bestehende Quartiere übertragen werden, um sie so zum Smarten Quartier aufzuwerten.

Heute Ladesäule, morgen Windpark, übermorgen Smart City

Der rund 180 Quadratmeter große Laborkomplex ist über einen eigenen 800-Kilovolt-Ampere-Trafo an das Mittelspannungsnetz angeschlossen. Bis zu 18 Netzteilnehmer, darunter Häuser, Batteriespeicher, Elektroautos oder Windkraftanlagen lassen sich emulieren. Hinzu kommen neun Fotovoltaikwechselrichter verschiedener Hersteller und ein 30 Kilovolt-Ampere Synchrongenerator. Bis zu zwei Kilometer lange Stromleitungen lassen sich im NESTEC über Leitungsnachbildungen realistisch darstellen. Dies sind die Komponenten, die auch im Energiesystem einer typischen Smart City im Jahr 2050 zu finden sein werden. Zudem lassen sich reale technische Komponenten aus dem Wärmebereich berücksichtigen. Dafür können Anlagen zur Kraft-Wärme-Kopplung und Wärmepumpen an zwei Testständen des Instituts direkt in das geschlossene Netz des NESTEC eingebunden werden.

Wie kann nun das zukünftig durch erneuerbare Energien gespeiste Stromnetz genauso stabil bleiben und zusätzlich effizienter werden? Ein Beispiel dafür wäre eine intelligente Versorgung, die mit den einzelnen Teilnehmenden kommuniziert und den Strom nach Prioritäten selbst verteilt. Zu bestimmten Zeiten laufen in privaten Haushalten viele Elektrogeräte gleichzeitig. Die Netzauslastung ist dann schon sehr hoch. Wenn dort dann noch mehrere Elektroautos an die Steckdose gehängt würden, um sie zu laden, könnte das Netz an seine Belastungsgrenze geraten oder diese sogar überschreiten. Die Vision der Forscherinnen und Forscher für ein solches Szenario ist, dass die Autos den Ladesäulen mittels künstlicher Intelligenz mitteilen, wann sie wieder einsatzbereit sein müssen. Ein selbstlernendes System erkennt das Ladeverhalten der Autobesitzer und teilt die Leistungen entsprechend zu oder verschiebt Ladevorgänge zeitlich nach hinten. Zugleich ermitteln Algorithmen über kurzfristige Wetterprognosen die zukünftig verfügbare Energie von lokalen Erzeugern wie der eigenen Fotovoltaikanlage. Dies entlastet die Netze und der Anteil erneuerbarer Energien im Verkehrssektor könnte ausgebaut werden. Das NESTEC ist eine ideale Umgebung, um solche Systeme zu entwickeln und zu testen.

Jan Petznik fasziniert besonders die Flexibilität seines Labors: „Heute testen wir Schnellladesäulen, morgen ein ganzes Smart-City-Quartier und einige Tage später die Digitalisierung der elektrischen Netze sowie neue Marktmodelle für den Stromhandel. Diese Möglichkeiten zu haben, ist einzigartig und macht den Arbeitsalltag so spannend und herausfordernd.“

Jana Hoidis ist im DLR mit der Kommunikation für die Standorte Nord (Hamburg, Bremen, Bremerhaven und Oldenburg) betraut.



Eine der Ladesäulen des DLR-Standorts Oldenburg ist in einen Versuch eingebunden. Jan Petznik überwacht die wichtigsten Daten des Ladevorgangs.