



Projekt "Morgenstadt" (Foto: © Fraunhofer)

*Der Kampf ums Klima entscheidet sich in den Metropolen, sagen Experten. Die Idee ist daher, externe Windenergie- und Solaranlagen klug mit allen anderen Stromerzeugern und den Verbrauchern in den Ballungszentren zu vernetzen. Doch dafür bedarf es intelligenter Steuerungen und Energiespeicher, die das Stromnetz entlasten. Kann die Industrie die notwendigen Innovationen rechtzeitig auf den Weg bringen?*

Die Zahlen der Vereinten Nationen geben zu denken: Die Hälfte der Weltbevölkerung lebt heute in Städten, 2025 sollen es bereits 60 Prozent sein. Zwar bedecken Großstädte wie New York oder Berlin nur ein Prozent der Erdoberfläche, aber sie verbrauchen 75 Prozent der eingesetzten Primärenergie und verursachen 80 Prozent der Treibhausgasemissionen. Stadtplaner und Architekten stehen damit vor großen Herausforderungen.

„Der Kampf ums Klima entscheidet sich in den Städten. Sie müssen bei einem Großteil ihrer Prozesse CO<sub>2</sub>-neutral werden, sonst droht der Klimakollaps“, warnt die Wissenschaftlerin Christina Sager vom Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP). Gemeinsam mit elf weiteren Fraunhofer-Instituten hat das IBP das Projekt „Morgenstadt“ gestartet. Im Rahmen dessen wollen die Forscher anhand der sechs Städte Singapur, Kopenhagen, New York, Berlin, Freiburg und Tokyo zeigen, wie die Energiewende in unterschiedlichsten Citys gelingen kann. So viel steht bereits fest: Die Ökotransformation erfordert viele Innovationen. „Wesentliche Voraussetzung sind intelligente Strom- und Wärmenetze: Sie verknüpfen Energieerzeugung und -verbrauch mit Hilfe von Speichern über viele verschiedene Energieträger hinweg“, erklärt Sager.

Photovoltaik gilt als Schlüsseltechnologie für die Ballungszentren. Wo sich Solarmodule nicht auf Dächern anbringen lassen, können sie als stromerzeugende Fenster in die Gebäudehülle integriert werden. Zusätzliche Batteriespeicher können den Autarkiegrad eines Gebäudes auf 80 Prozent steigern. Das Problem bei der Direktnutzung ist, dass Solarstrom schwankt und oft nicht zur Verfügung steht, wenn er gebraucht wird. Blei- oder Lithium-Ionen-Akkus nehmen Überschüsse auf und geben die Energie bei Bedarf abends oder am nächsten Morgen wieder ab.

Doch die grüne Wende wird in Großstädten nicht leicht. Metropolen werden sich selbst bei sinkendem Energiebedarf nicht komplett selbst mit Ökoenergie versorgen können. „Das regenerative Nutzungspotenzial reicht nicht aus. Ein Teil der Energie muss aus dem Umland kommen“, sagt Kai Strunz, Energieprofessor an der Technischen Universität (TU) Berlin. Zwar kann zum Beispiel Berlin laut der TU-Studie „Intelligente Energieversorgung für Berlin 2037“ den Anteil seiner CO<sub>2</sub>-freien Stromversorgung von heute 25 auf 60 Prozent im Jahr 2037 ausbauen. Voraussetzung dafür ist jedoch, dass große Mengen Windstrom aus den umliegenden Bundesländern geliefert und neue Windturbinen in der Region gebaut werden.

Die technischen Anforderungen sind enorm. Die externen Windenergie- und Solaranlagen müssen klug mit allen anderen Stromverbrauchern und -Erzeugern in der Stadt vernetzt werden. Zu diesem Zweck bedarf es Großspeicher und Elektrofahrzeuge, die Erzeugungsspitzen abfedern und so das Netz entlasten. Sie müssen die bisher gängigen Pumpspeicherkraftwerke ersetzen, für die es im relativ flachen Deutschland kaum noch geeignete Standorte gibt. Außerdem sind intelligente Steuerungen nötig, die den Einsatz aller Komponenten koordinieren und auf den Energiebedarf abstimmen.

So genannte virtuelle Kraftwerke versprechen eine Lösung. Sie bestehen aus vielen dezentralen Energieproduzenten, die über eine Datenleitung miteinander verbunden sind. Fällt ein Erzeuger wegen Dunkelheit oder Flaute aus, erhält ein anderer im Cluster das Startsignal. Derzeit treiben vor allem die großen Energie- und Technologiekonzerne die Verbundlösungen voran. Vattenfall hat in Berlin ein Netz von Blockheizkraftwerken (BHKW) errichtet, die als zusammengeschaltetes virtuelles Kraftwerk Schwankungen beim Solar- und Windstrom ausgleichen können. So erzeugen die BHKWs fehlende Kilowattstunden für die nötige Netzstabilität und produzieren dabei Wärme, die in den Gebäuden, in denen sie stehen, genutzt und gespeichert werden.

Siemens wiederum koppelt in München BHKWs mit Wind und Wasserkraft und entwickelt automatische Regelungen für das Mittelspannungsnetz. Mit ihnen können Kraftwerke so gesteuert werden, dass sie zur Spannungshaltung im Netz sogenannte Blindleistung erzeugen und aufnehmen können.

Auch bei den Großspeichern sind dringend Innovationen nötig. Die Konzerne Steag und Evonik testen daher im saarländischen Völklingen einen großformatigen Lithiumspeicher mit einer Megawatt Leistung und 700 Kilowattstunden Speicherkapazität. An dem Forschungsprojekt, das etwa fünf Millionen Euro kostet, sind außerdem die Firmen Digatron Industrie-Elektronik, Li-Tec Battery, die Institute EWE Next Energy und Power Engineering Saar sowie die Universität Münster beteiligt. Das Projekt soll beweisen, dass Lithium-Ionen-Speicher zuverlässig zur Netzstabilisierung beitragen können, heißt es.

Redox-Flow-Batterien bieten eine Alternative zur Lithium-Ionen-Technik. Diese können größere Energiemengen über längere Zeiträume aufnehmen. Energiespeichernde Flüssigkeiten werden in zwei Tanks außerhalb der Batteriezelle gelagert. Damit ist die Redox-Flow-Batterie der einzige Typ von elektrochemischen Energiespeichern, bei dem die Leistung und Speicherkapazität unabhängig voneinander der Anwendung angepasst werden können. Schwachpunkt der Systeme ist allerdings der große Platzbedarf. Firmen wie Vanadis Power aus Nürnberg versuchen das Problem zu lösen, indem sie die Energiedichte der Systeme auf chemischem Weg erhöhen: Die Spezialisten reichern den Elektrolyten – in Schwefelsäure gelöste Vanadiumionen – mit zusätzlichen Chloridionen an. Dadurch löst sich laut dem Unternehmen mehr Vanadium in der Säure – die Energiedichte der verdoppelt sich von 15 auf 30 Wattstunden pro Liter.

Die Forscher und Ingenieure stehen unter immensem Zugzwang. Denn gelingt es nicht, die Technologien zügig zu kommerzialisieren und die Speicherkosten durch produktionstechnische Verbesserungen und Produktionssteigerungen rapide zu senken, bleibt die „Morgenstadt“ nur eine kühne Vision.