

56%

der Stromproduktion entfällt im Durchschnitt auf die Wasserkraft.

8

Im letzten Jahr wurde 8 Prozent mehr Strom als im Jahr 2000 konsumiert.

38 000

So viele Gesuche für erneuerbare Energien warten in etwa auf Subventionen des Bundes.

1/4

des gesamten Energieverbrauchs in der Schweiz ist elektrischer Strom.

20%

der heutigen Stromproduktion sollen ab 2035 in der Schweiz neue erneuerbare Quellen wie Fotovoltaik liefern.

41

grössere Stromleitungen verbinden die Schweiz mit den Nachbarländern.

5

Atomkraftwerke liefern 36 Prozent der Schweizer Stromproduktion.

4,3%

der gesamten Stromproduktion stammten 2015 aus erneuerbaren Quellen ohne Wasserkraft.

10

Milliarden Franken bezahlten Schweizer Konsumenten im Jahr 2015 für Strom.

70%

billiger als 2010 sind heute die Investitionskosten für kleine Fotovoltaikanlagen.

Das Schweizer Stromnetz der Zukunft

Speichertechnologien spielen eine Schlüsselrolle, doch es fehlen wichtige gesetzliche Regelungen

Martin Läubli (Text) und Bruno Muff (Illustration)

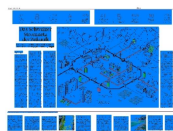
Die Energieversorgung galt bisher als planbar. Netzbetreiber, Kraftwerkeigentümer und Händler bereiten stets gemeinsam den nächsten Tag vor. Doch schon heute ist es ein täglicher Balanceakt, Ausfälle in der Stromversorgung zu verhindern. Produktion und Verbrauch müssen stets im Gleichgewicht sein, weil sich Strom im Netz nicht speichern lässt. Schon kleine Abweichungen der Netzfrequenz (50 Hertz) im Übertragungsnetz

bringen die Versorgung ins Wanken, Generatoren und Maschinen werden vom Netz getrennt.

Und nun kommt die Energiewende. Der Bundesrat will mit der Energiestrategie 2050 die Sonnen- und Windkraft massiv fördern, um den Atomstrom zu ersetzen. Doch Stromanlagen wie die Fotovoltaik liefern vielfach Strom, wenn kein Bedarf vorhanden ist. Die Produktionsschwankungen sind gross, je mehr solcher Anlagen am Netz sind. Das gilt auch für die Windenergie. Das heisst: Das Versor-

gungsnetz ist noch schwieriger zu organisieren.

Im Stromnetz der Zukunft gibt es nicht mehr nur den Kraftwerkbetreiber als Produzenten, es gibt nun auch den sogenannten Prosumer, der mit einer Fotovoltaikanlage Strom produziert, aber auch Energie aus dem Verteilnetz bezieht, sobald die Sonne zu wenig Energie liefert. «Die Energiewende findet eigentlich im Verteilnetz statt», sagt Andrea Vezzini, Energieexperte an der Fachhochschule Bern. Noch ist zwar der Anteil an



Solaranlagen in der Schweiz zu klein, um für die Netzversorger zum grossen Problem zu werden.

Vezzini geht davon aus, dass vor 2035 die Stromversorgung in der Schweiz den Zubau an Fotovoltaik verkraften kann. In lokalen Netzen kann Fotovoltaik aber schon in absehbarer Zeit die Stabilität gefährden. «Es gibt viele kleine Elektrizitätsversorger, die nicht genau wissen, wie das Netz reagiert, wenn ein ganzes Quartier mit Solar ausgerüstet wird», sagt Vezzini. Deshalb haben er und sein Team in Zusammenarbeit mit dem Berner Energieunternehmen BKW das Prosumer-Lab aufgebaut. Hier lässt sich realitätsnah ein Verteilnetz der Zukunft in einem Quartier simulieren und das Energiemanagement optimieren.

Grossbatterie in Zürich hält die lokale Spannung stabil

Eine wichtige Rolle werden Batterien in den Ein- und Mehrfamilienhäusern spielen, die Strom für den Eigenbedarf speichern und das Verteilnetz entlasten. Auch Grossbatterien in Quartieren werden zum Einsatz kommen; sie können das Stromnetz kurzfristig, während Minuten bis Stunden, ausbalancieren. Erfahrungen damit hat das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ) bereits in Zürich-Affoltern gemacht, wo in den letzten Jahren viele Fotovoltaikanlagen gebaut wurden. Vor zwei Jahren hat das EWZ in einem Pilotprojekt den grössten Speicher der Schweiz aus Lithium-Ionen-Batterien ans Netz angeschlossen. «Dank der Grossbatterie konnten wir die Spannung im lokalen Netz stabil halten und mussten lokal das Netz nicht ausbauen», sagt Harry Graf, Mediensprecher des EWZ.

Profitieren vom Ausbau der Fotovoltaik und der Windenergie

dürften die Pumpspeicherkraftwerke, die derzeit unter dem billigen Stromangebot betriebswirtschaftlich leiden. «Ich gehe davon aus, dass sie wieder rentabel betrieben werden können, sobald grössere Speicherkapazitäten im Netz notwendig werden», sagt Andrea Vezzini. Das sei aber nicht vor 2025 zu erwarten und hänge stark von der Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien ab.

Die Pumpspeicher sind im Winter eine grosse Stütze der Stromversorgung. Aber ihre Kapazität reicht nicht aus, wenn die Atomkraftwerke nicht mehr am Netz sind. «Sollte es der Schweiz gelingen, die rund 34 Prozent Atomstrom durch erneuerbare Energien zu ersetzen, dann müssen wir in der Lage sein, überschüssigen Strom vom Sommer in den Winter zu verschieben», sagt Thomas Schmidt, ETH-Professor für Elektrochemie und Direktor des Schweizer Kompetenzzentrums für Wärme und Stromspeicherung am Paul-Scherrer-Institut (PSI). «Dann wird saisonale Energiespeicherung wichtig sein.»

Die grössten Chancen sieht Schmidt in der chemischen Speicherung. Das heisst: Mit überschüssigem Solarstrom im Sommer wird per Elektrolyse durch die Spaltung von Wasser Wasserstoff hergestellt. Das Gas lässt sich vielfältig einsetzen, wenn es zum Beispiel chemisch mithilfe von Kohlendioxid (CO₂) in Methan oder Methanol verwandelt wird. Die beiden Substanzen können als Brenn- oder Treibstoff verwendet werden, etwa für die Verbrennung bei der Wärme-Kraft-Kopplung – das sind dezentrale Motoren, die Strom und Wärme produzieren – oder als Brennstoff für Gaskraftwerke, die laut verschiedenen Ex-

perten für die Energiewende notwendig werden.

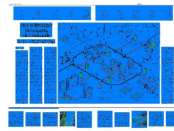
Wirtschaftlich ist diese Speicherform heute aber noch nicht, vor allem wegen der teuren Elektrolyse. «Der technische Fortschritt zeigt aber, dass hier die Kosten noch massiv gesenkt werden können», sagt Thomas Schmidt.

Noch sind viele Entwicklungen nicht wettbewerbsfähig. Es braucht Pilot- und Demonstrationsprojekte wie die EWZ-Grossbatterie in Zürich-Affoltern, um innovative Technologien weiter zu verbessern und die Kosten zu senken. Studien für Deutschland an der ETH Zürich zeigen aber, dass stationäre Batterien heute teilweise profitabel sein können, wenn sie kombiniert angewendet werden – einerseits, um Lastspitzen im Netz zu glätten, was etwa den teuren Ausbau eines Trafos erübrigt, andererseits als Ausgleichsspeicher, um Stromangebot und -nachfrage im Gleichgewicht zu halten. Diese Dienstleistung kann auf dem Markt für Regelstrom verkauft werden.

Sind Speicher Produzenten oder Verbraucher?

«In der Schweiz sind die politischen Rahmenbedingungen dafür aber nicht optimal», sagt Tobias Schmidt, Professor für Energiepolitik an der ETH Zürich. Speicher sind per Gesetz nicht definiert. Sind sie nun Produzenten oder Verbraucher? Pumpspeicherkraftwerke etwa gelten in der Schweiz nicht als Verbraucher, müssen also für den Strom, den sie aus dem Netz beziehen, kein Entgelt für die Netzbenutzung zahlen.

Geregelt werden muss auch die Eigennutzung von Batterien. Hausbesitzer können mit Fotovoltaik und Batterie bis zu 80 Prozent



SonntagsZeitung
8021 Zürich
044/ 248 40 40
www.tagesanzeiger.ch/sonntagszeitung/

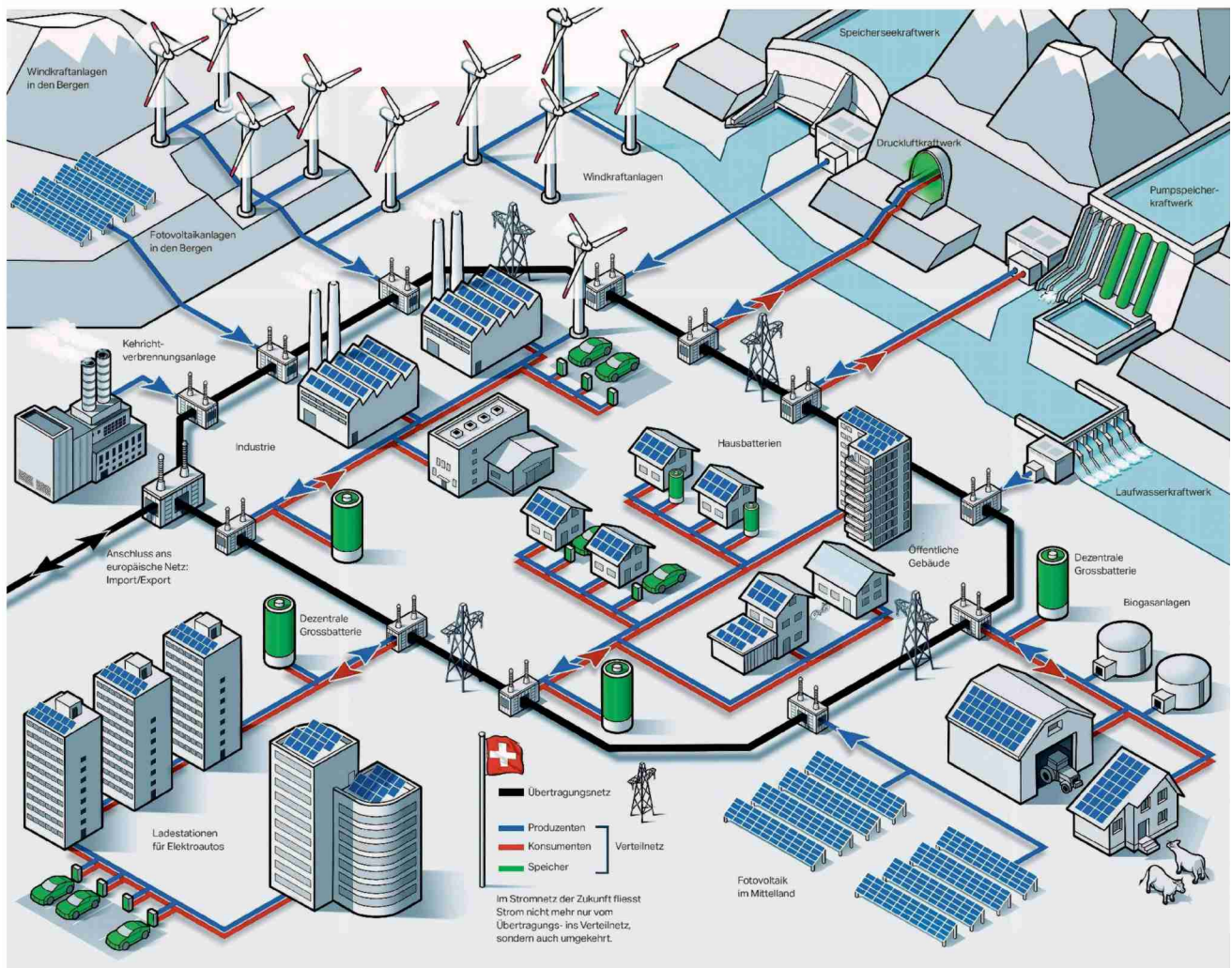
Medienart: Print
Medientyp: Tages- und Wochenpresse
Auflage: 168'662
Erscheinungsweise: wöchentlich

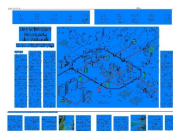
Seite: 57
Fläche: 265'028 mm²

Auftrag: 1086740
Themen-Nr.: 999.051

Referenz: 65239575
Ausschnitt Seite: 3/5

des Eigenbedarfs decken. Das heisst, das Netz wird nur noch sporadisch gebraucht. Da stellt sich die Frage: Wer bezahlt künftig die Netzkosten? «Die gesetzlichen Rahmenbedingungen müssen in den nächsten Jahren geregelt werden», sagt Tobias Schmidt. Auch deshalb, damit Elektrizitätsversorger vermehrt in Pilot- und Demoanlagen investieren.





Batterien, Puffer, Pump-, Druckluft- und Schwarmpeicher – fünf vielversprechende Speichertechnologien

Batterien

Der Fokus in den letzten Jahren lag auf Lithium-Ionen-Batterien. Experten sind überzeugt, dass dieses System auch in den nächsten Jahrzehnten dominieren wird. Die Batterie lässt sich weiterhin verbessern punkto Lebensdauer, Energiedichte, Zahl der Ladezyklen und Kosten. **Lithium-Ionen-Batterien** treiben nicht nur Handys oder Laptops an, sie werden auch in Autos oder für den Privathaushalt eingesetzt. Zudem gibt es **Grossbatterien**, die das Stromnetz sofort bei Bedarf über Minuten bis



Stunden stabilisieren können. Die grösste Kosteneinsparung liegt beim Material. Fachleute gehen davon aus, dass sich die **Materialkosten** in den nächsten drei Jahren **halbieren** werden. Mit dem erwarteten **Elektroautoboom** weltweit wird nicht nur der technische Fortschritt beschleunigt, sondern auch die Stückzahl für Batterien massiv erhöht. Schweizer Forscher testen jedoch auch andere Materialien wie etwa **Natrium**. Im Gegensatz zu Lithium ist Natrium nahezu unbegrenzt verfügbar. Für Grossspeicher in der Schweiz eignet sich eine weitere Technologie: die **Redox-Flow-Batterie**. Dabei werden vorzugsweise verschiedene geladene Vanadium-Salze eingesetzt. Über eine Membran wird Ladung ausgetauscht, dabei fliesst elektrischer Strom. Solche Batterien können bei Bedarf helfen, die Stromversorgung **über Stunden oder Tage** im Gleichgewicht zu halten (Angebot und Nachfrage). Je nach Anwendung sind Redox-Flow-Batterien billiger als solche aus Lithium-Ionen.

Elektroauto

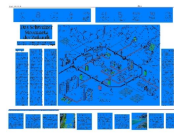
Elektrofahrzeuge werden in erster Linie als Stromverbraucher angesehen. Die Elektromobilität bringt auch grosse Schwankungen ins Stromnetz. Studien in Zürich zeigen aber, dass mit einem intelligenten **Stromlast-Management** und einem **Batteriepuffer** die lokale Stromversorgung stabil bleibt. Batterien von Elektroautos können aber auch als Speicher fungieren: Gemäss einer ETH-Studie könnte Elektromobilität in der Stadt Zürich eine Mehrbelastung des **Stromnetzes ausbalancieren**.

Pumpspeicher

Auch wenn Pumpspeicherkraftwerke derzeit kaum rentieren, so werden sie in Zukunft mit dem Zubau von Fotovoltaik

und Windkraft eine **wichtige Rolle** spielen. Allerdings werden sie flexibler eingesetzt, um an sonnigen oder windigen Tagen viel überschüssigen Solar- bzw. Windstrom speichern zu können. Bei der Transformation von Solarstrom aus niederen zu höheren Netzebenen, an denen die Pumpspeicher angeschlossen sind, **geht jedoch viel Energie verloren**.

Es stellt sich daher die Frage, ob künftig effiziente und kostengünstige Batterien den Pumpspeichern Konkurrenz machen. Experten verneinen. Batterien kommen demnach mehr in Quartieren und Eigenheimen als kurzfristige Speicher zum Einsatz, während Pumpspeicher **überschüssigen Wind- oder Importstrom längerfristig speichern**.



SonntagsZeitung
8021 Zürich
044/ 248 40 40
www.tagesanzeiger.ch/sonntagszeitung/

Medienart: Print
Medientyp: Tages- und Wochenpresse
Auflage: 168'662
Erscheinungsweise: wöchentlich

Seite: 57
Fläche: 265'028 mm²

Auftrag: 1086740
Themen-Nr.: 999.051

Referenz: 65239575
Ausschnitt Seite: 5/5

Ein Kostenvergleich zwischen Batterie und Pumpspeicher lässt sich derzeit nicht machen, da Grossbatterien noch deutlich günstiger werden.

Druckluftspeicher

Die Tessiner Firma Alacaes und Schweizer Forscher haben in einer ehemaligen **Neat-Kaverne ob Biasca** mit Druckluft als Speichermedium experimentiert. Mit überschüssigem Solar- oder Windstrom werden Kompressoren angetrieben, welche die **Aussenluft verdichten**. Diese wird in der Kaverne gespeichert, um bei Bedarf einen Stromgenerator anzutreiben. Die Tests sind **vielversprechend**. ETH-Experten halten Druckluftspeicher als valable Alternative zu Pumpspeicher.

Schwarmspeicher

Kleine Batterien in Eigenheimen können virtuell zu Grossbatterien verbunden werden. Diese Dienstleistung bietet zum Beispiel die Schweizer Firma Ampard an. Die Leistung solcher Schwarmspeicher ist gross genug, um **Regelstrom** für die Stabilität des Stromnetzes anzubieten. Diese Energie wird auf dem Regelmarkt gehandelt, der **lukrativer** ist als der Spotmarkt für Stromproduzenten. Mit dem Schwarmspeicher profitieren **Eigentümer mit kleinen Solaranlagen**; Investitionen in Batterien sind attraktiv.

