Wege in die Schweizer Stromzukunft

Autor(en): **Zepf, Niklaus / Löbbe, Sabine**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin.ch : Fachzeitschrift und Verbandsinformationen von Electrosuisse, VSE = revue spécialisée et informations des associations Electrosuisse, AES**

Band (Jahr): **103 (2012)**

Heft (12)

PDF erstellt am: **24.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-857386

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Wege in die Schweizer Stromzukunft

Drei Szenarien, ihre Auswirkungen und Anforderungen

Wie kann die Stromversorgung der Schweiz bis ins Jahr 2050 aussehen? Welche Möglichkeiten bestehen und was sind ihre Vor- und Nachteile? Diesen Fragen nahm sich eine Studie des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen an. Nachfolgend werden die wichtigsten Erkenntnisse vorgestellt.

Niklaus Zepf, Sabine Löbbe

Die Energiestrategie des Bundes steht in der politischen Diskussion über ihre genaue Ausrichtung. Gleichzeitig gilt es für Schweizer Elektrizitätsversorgungsunternehmen, Investitionen zu tätigen, die auf Jahrzehnte angelegt sind – sei es in Netzinfrastruktur oder in neue Produktionsanlagen. Dies in einem ausserordentlich herausfordernden und dynamischen Umfeld.

Vor diesem Hintergrund untersuchte der Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE) in einer breit angelegten Studie «Wege in die neue Stromzukunft», wie die Stromversorgung bis im Jahr 2050 aussehen könnte. Die Studie soll zum einen Informationen für die laufende energiepolitische Diskussion liefern. Zum anderen soll sie die Elektrizitätsunternehmen in ihren gewichtigen Investitionsentscheiden unterstützen.

Das Vorgehen

Einen einzig richtigen Weg in die Stromversorgung der Zukunft gibt es nicht. Dieser Weg hängt massgeblich vom gesellschaftlichen und politischen Willen und den energiepolitischen Prioritäten ab. Der VSE untersuchte deshalb in drei Szenarien, wie die Zukunft aussehen könnte. Alle drei Möglichkeiten gehen davon aus, dass gemäss Beschluss von Bundesrat und Parlament vom Frühjahr 2011 die Kernkraftwerke im Inland am Ende ihrer sicherheitstechnischen Laufzeit nicht ersetzt werden. Zudem wurde vorausgesetzt, dass die Stromversorgung in der Schweiz jederzeit gewährleistet sein muss.

An der Studie arbeiteten 50 Branchenvertreter und zahlreiche externe Fachleute. Zunächst definierten sie den energie- und umweltpolitischen Rahmen jedes Szenarios. Gestützt darauf modellierten sie die Entwicklung der Nachfrage. Um die Stromversorgung sicherzustellen, müssen Angebot und Nachfrage jederzeit übereinstimmen. Entsprechend wurde im nächsten Schritt die künftige Produktion aus den bestehenden Anlagen und aus dem zu erwartenden Ausbau der erneuerbaren Energien bestimmt.

Basierend auf einem für diese Studie erstellten Modell wurde anschliessend das europäische Stromversorgungssystem in seinem stündlichen Ablauf simuliert. Die Produktion aus bestehenden Anlagen wurde ergänzt um Erzeugung aus neu zu errichtenden Kraftwerken sowie Importe, sodass das Angebot der Nachfrage jederzeit genügt. Ebenfalls untersucht wurden die Auswirkungen auf die Netze sowie die Kosten der einzelnen Szenarien.

Es war dabei nicht das Ziel, ein bestimmtes Ergebnis, sondern die wirtschaftlichste Lösung unter den gegebenen Bedingungen zu finden. Insgesamt wurden sechs Teilstudien erarbeitet und eine Second Opinion eingeholt (Kasten).

Die drei Szenarien

Wie oben erwähnt, zeigt die Studie in Szenarien Wenn-dann-Zusammenhänge für drei Möglichkeiten der künftigen Stromversorgung auf (Bild 1). Diese werden nachfolgend detaillierter vorgestellt.

Die Bergwanderung

Im ersten Szenario gleicht der Weg in die Stromzukunft einer anstrengenden Bergwanderung. Den Rahmen dieses Szenarios bilden die Energiestrategie der EU sowie die Teilnahme der Schweiz am internationalen Handel für Strom und CO_2-Emissionen. Die umweltpolitischen Zielsetzungen sind gegenüber der Vergangenheit höher gesteckt und sehen moderat verstärkte energiepolitische Massnahmen vor.

Trotz der Massnahmen zur Energie- und Stromeffizienz steigt die Nachfrage

Bild 1 Verschiedene Routen mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden führen zur künftigen Stromversorgung.

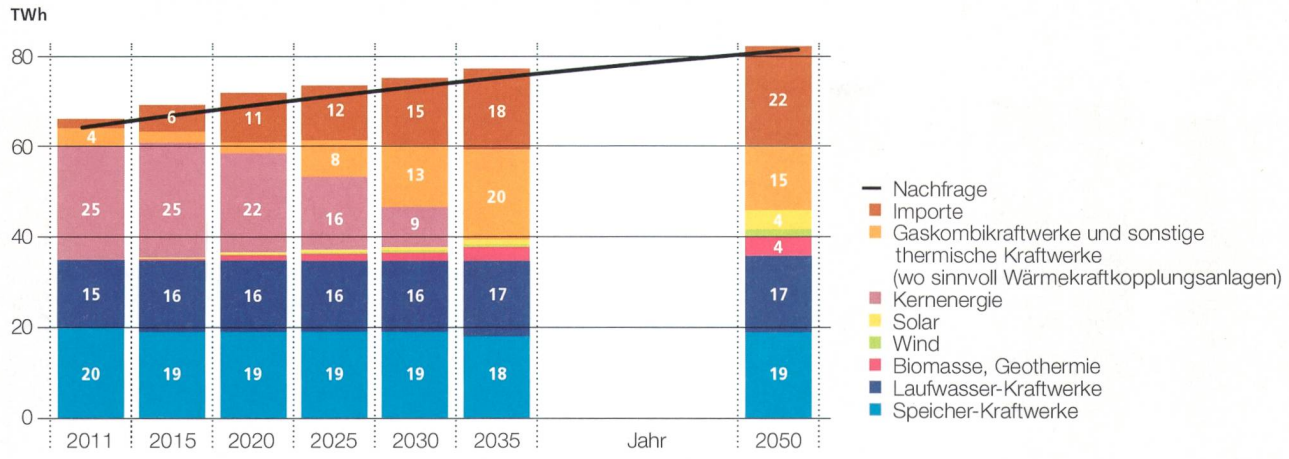


Bild 2 Entwicklung von Nachfrage und Angebot in Szenario 1.

nach Strom jährlich um 0,6 % und bis im Jahr 2050 um 25 % auf 81 TWh an. Grund sind das Bevölkerungs- und Wirtschaftswachstum sowie der Ersatz fossiler Energien. Die erneuerbaren Energien werden ausgebaut und liefern bis 2050 zusätzlich 13 TWh Strom, sie können jedoch die wegfallenden Kernkraftwerke nicht ersetzen. Den weit grösseren Anteil am Strombedarf decken daher sieben bis acht Gaskombikraftwerke und Importe (Bild 2).

Um dieses Szenario zu verwirklichen, werden bis 2050 rund 25 Mrd. CHF in neue Erzeugungsanlagen in der Schweiz investiert. Der Ausbauplan «Strategisches Netz 2020» für das Schweizer Übertragungsnetz muss fristgerecht umgesetzt werden. Gleichzeitig gilt es, die Übertragungsnetze der Nachbarländer substanziell auszubauen. Auch ist das Verteilnetz zu verstärken, damit die erneuerbaren Energien integriert werden können.

Bis 2050 ist gesamthaft mit Investitionen von rund 118 Mrd. CHF für Stromerzeugung und Netze zu rechnen. Die Strompreise steigen gegenüber heute teuerungsbereinigt um rund 30 %, dies ohne die Kosten der verbesserten Energieeffizienz und ohne die zusätzlichen Steuern und Abgaben.

Das Szenario Bergwanderung setzt im Vergleich zu heute stärkere staatliche Interventionen voraus – dabei überwiegen markt- und anreizbasierte Instrumente. Verstärkte Kommunikation und Information sowie Preisanreize lenken die Nachfrage. Hinzu kommen schärfere Vorschriften im Energiebereich für Gebäude, ein Ausbau des Programms Energie Schweiz, striktere Gerätevorschriften oder verpflichtende Reduktionsziele für Grossverbraucher.

Für Investitionen in die Stromproduktion werden Anreize mit marktbasierten Instrumenten geschaffen – beispielsweise für Aus- und Umbauten der Grosswasserkraft –, aber auch Richtpläne erstellt und Schutzgesetze gelockert, damit Wind- und Wasserkraft ausgebaut werden können.

Der alpine Pfad

Das zweite Szenario führt auf einen alpinen Pfad, der ein Stück anstrengender ist als die vorher vorgestellte Bergwanderung. Die Schweiz setzt sich hier ein ambitioniertes Ziel, den Ausstoss von Treibhausgasen gemäss weltweiten Klimaabkommen zu senken. Die öffentliche Meinung und die politische Stimmung haben sich klar und nachhaltig gewandelt. Die Energieeffizienz wird daher gegenüber dem ersten Szenario nochmals verbessert, und die erneuerbaren Energien werden weiter ausgebaut.

So wächst die Nachfrage nach Strom weniger schnell: Bis 2050 steigt sie um 15 % auf 73 TWh, wobei die Zunahme vor allem bis 2035 erfolgt. Erneuerbare Energien werden vor allem ab 2035 markant zugebaut. Im Jahr 2050 produzieren sie zusätzlich 23 TWh pro Jahr und decken so im Jahresmittel rund 70 % der Nachfrage. Weil damit die wegfallenden Kernkraftwerke jedoch nicht ersetzt werden, kommen ergänzend Stromimporte und etwa vier bis fünf Gaskraftwerke zum Einsatz (Bild 3).

Bis 2050 werden damit gesamthaft 40 Mrd. CHF in neue Erzeugungsanlagen in der Schweiz investiert. Weil dieses Sze-

Überblick

Die einzelnen Studien

Im Rahmen der Studie «Wege in die neue Stromzukunft» wurden folgende Teilstudien erstellt:

- Am Puls Market Research: VSE Fokusgruppen II – Ergebnisbericht VSE/AES, 2011.
- Consentec: Auswirkungen dezentraler Einspeisung auf die Verteilnetze in der Schweiz – Untersuchung im Auftrag des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE), Aachen, 2012.
- Ernst Basler + Partner, Bacher Energie: Flexibilisierung der Stromnachfrage in Haushalten – Schlussbericht zuhanden VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Baden Zollikon Aarau, 2011.
- Ernst Basler + Partner: Stromeffizienz und Nachfrageflexibilisierung in Industrie und Dienstleistungen – Schlussbericht zuhanden VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Zollikon, 2011.
- Ernst Basler + Partner: Effizienz und Elektrifizierung Haushalte – Schlussbericht zuhanden VSE Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen, Zollikon, 2012.
- Pöyry Management Consulting: Angebot und Nachfrage nach flexibler Erzeugungskapazität in der Schweiz – Studie im Auftrag des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen (VSE), Zürich, 2012.
- Z-Analyse: Energieeffizienz – Vorschau 2012 – Bericht, Hergiswil, 2012.

Ausserdem wies Professor Jochem, Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategie IREES, Karlsruhe, in einer Zweitmeinung die Plausibilität der Nachfrageszenarien nach.

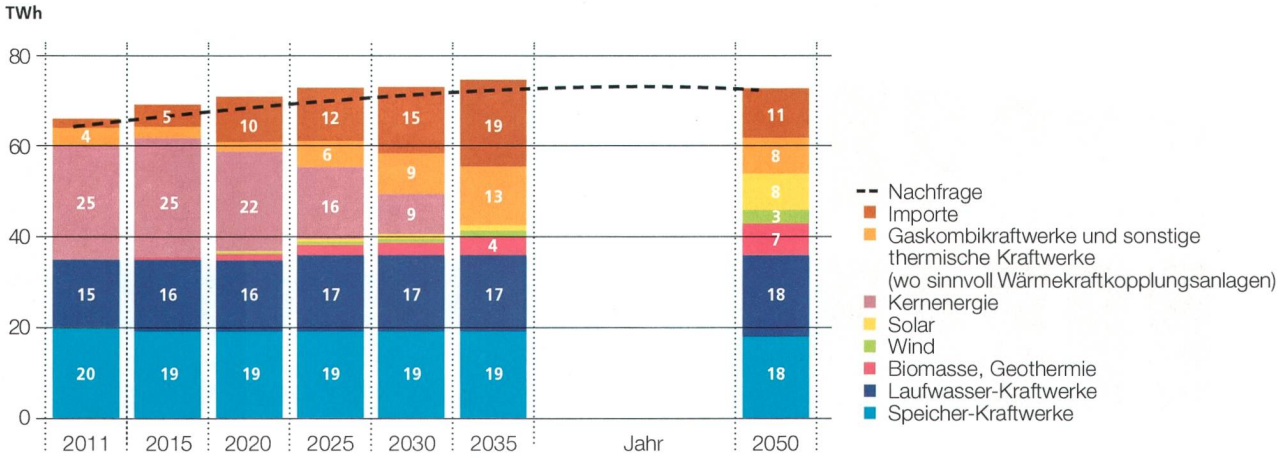


Bild 3 Entwicklung von Nachfrage und Angebot in Szenario 2.

nario zu mehr Produktion aus erneuerbaren Quellen führt, muss das Verteilnetz weiter verstärkt werden. Zudem ist beim Übertragungsnetz das «Strategische Netz 2020» der Swissgrid zu verwirklichen. Bis 2050 werden damit rund 135 Mrd. CHF in Produktion und Netze investiert. Gegenüber heute steigen die Strompreise teuerungsbereinigt um rund 45 %, wiederum ohne Kosten der verbesserten Energieeffizienz und ohne zusätzliche Steuern und Abgaben.

Das Szenario setzt neben marktbasierten Instrumenten stärkere staatliche Eingriffe voraus. Mögliche Massnahmen auf der Nachfrageseite sind eine Lenkungsabgabe auf alle Energieträger, neue und verschärfte Verbrauchsvorschriften und der Ausbau einmaliger Investitionshilfen wie zum Beispiel Steuerabzüge. Anreize zum Ausbau der Erneuerbaren setzen unter anderem weitere Lockerungen der Schutzbestimmungen und eine weitere Erhöhung der kostendeckenden Einspeisevergütung.

Die Klettertour

Der weitaus anspruchsvollste dritte Weg in die Stromzukunft kommt einer Klettertour gleich. In diesem Szenario wandeln sich die gesellschaftlichen Werte fundamental, es wird bewusst Verzicht geübt. Hochgesteckte energie- und umweltpolitische Ziele führen im Jahr 2050 zu einer Stromversorgung, die im Jahresdurchschnitt zu 100 % aus erneuerbaren Quellen stammt. Importiert wird ebenfalls nur Strom aus erneuerbaren Energien.

Dieses Szenario orientiert sich an der Vision der 1-Tonne-CO_2-Gesellschaft beziehungsweise der 2000-Watt-Gesellschaft. Der Stromkonsum wandelt sich grundlegend, und Energie- und Stromeffizienz werden konsequent gesteigert. Dadurch geht die Nachfrage bis 2050 im Vergleich zu heute um 7 % auf 60,5 TWh zurück. Die erneuerbare Stromproduktion steigt bis 2050 um zusätzliche 32 TWh. Ein Zubau von Gaskombikraftwerken wird in diesem Szenario ausgeschlossen. Wo sinnvoll, werden im Einzelfall jedoch Wärmekraftkopplungsanlagen zugebaut (Bild 4).

Die Schweizer Pumpspeicherkraftwerke werden deutlich intensiver bewirtschaftet. Bis 2050 werden in der Schweiz insgesamt 50 Mrd. CHF in neue Erzeugungsanlagen investiert.

Auch in diesem Szenario ist das «Strategische Netz 2020» des Schweizer Übertragungsnetzes zu verwirklichen. Zudem werden substanzielle Investitionen ins Verteilnetz für die Integration erneuerbarer Energien getätigt, die über Bestands- und Erneuerungsinvestitionen hinausgehen. Insgesamt werden rund 150 Mrd. CHF in Erzeugung und Netze investiert. Die Strompreise steigen bis 2050 teuerungsbereinigt um rund 75 % gegenüber heute. Darin nicht enthalten sind Massnahmen für Energieeffizienz und weitere Steuern und Abgaben.

Das Szenario Klettertour setzt eine starke Regulierung von Energieanwendungen und -wirtschaft voraus. Eine ökologische Steuerreform, starke Effizienzvorgaben oder Verbrauchsvorschriften zur Nachfragelenkung, Verfahrensvereinfachungen wie etwa eine teilweise Aufgabe von Gebieten im Bundesinventar der Landschaften und Naturdenkmäler von nationaler Bedeutung und deutlich höhere Förderbeiträge für erneuerbare Energien wären nötig.

Kernaussagen

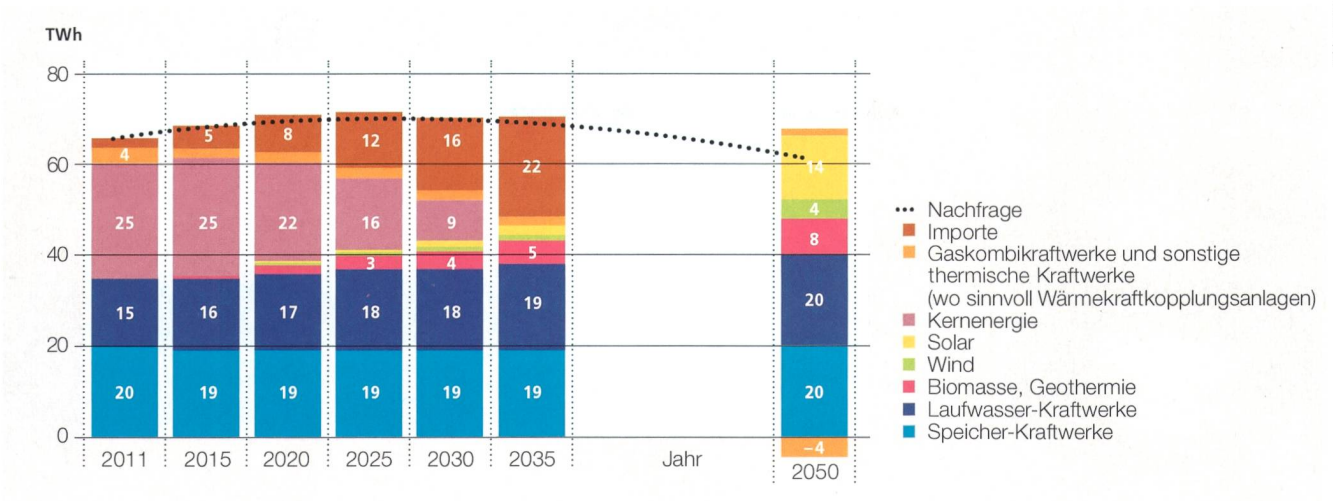
Eine Analyse der Szenarien führt zu folgenden Kernaussagen.

Eine Stabilisierung des Stromverbrauchs benötigt grosse Anstrengungen in der Energieeffizienz sowie die Akzeptanz der Gesellschaft für die damit verbundenen Massnahmen. Je höher die energiepolitischen Ziele gesetzt werden, umso anspruchsvoller und teurer wird der Weg.

Strom ist die Schlüsselenergie der Zukunft und verbessert die Gesamtenergieeffizienz – etwa durch den Ersatz fossiler Energieträger im Wärme- oder im Mobilitätsbereich. Mit «smarten» Technologien lässt sich künftig die Nachfrage nach Strom besser mit dem Angebot koordinieren und das Netz gleichmässiger auslasten, sodass der Ausbau auf das Mindeste beschränkt werden kann.

Erneuerbare Energien werden wichtiger und erbringen künftig einen substanziellen Beitrag an die Stromversorgung. Importe und zumeist Gaskombikraftwerke sind trotzdem notwendig. Weiter leisten die bestehenden Kernkraftwerke einen wichtigen Beitrag zur Versorgungssicherheit der Schweiz. Sie sollten daher so lange betrieben werden, wie sie sicher sind. Alternativ würden in gewissen Monaten Stromimporte von bis zu 70 % notwendig.

Die EU-Einbettung ist nötig, um die Zukunft der Schweizer Stromversorgung zu sichern. Nur wenn die Schweiz ihre internationale Vernetzung gemeinsam mit den Nachbarn weiterentwickelt, können sich alle bei schwankender Stromproduktion gegenseitig unterstützen. Zudem kann die Schweiz ihre Funktion als Stromdrehscheibe beibehalten. Das bila-



Bilder: VSE

Bild 4 Entwicklung von Nachfrage und Angebot in Szenario 3.

terale Stromabkommen mit der EU wird von zentraler Bedeutung sein.

Je rigoroser die Stromsparziele, desto weniger Markt ist möglich und umso stärker muss die öffentliche Hand eingreifen. Auch ein starker Ausbau der erneuerbaren Energien führt weg vom Markt: Szenario 3 erfordert bis 2050 massive Abgaben für Fördergelder, die 45 % des Strompreises ausmachen, sowie starke Konzessionen beim Landschaftsschutz.

Die Gesellschaft muss sich Zielkonflikten stellen: Entweder werden Gewässer, Landschafts- und Ortsbild belastet oder CO_2-Emissionen verursacht. So führt Szenario 1 im Vergleich zu heute zu einer Erhöhung der gesamten jährlichen CO_2-Emissionen in der Schweiz um rund 15 %, während in Szenario 3 unter anderem 1250 Windturbinen in der Schweiz zu bauen wären.

Bis 2050 müssen zwischen 118 und 150 Mrd. CHF in Produktion und Netze investiert werden. Bis 2035 sind es über 70 Mrd. CHF. Durch die Kosten für neue Produktionskapazitäten und Netze steigen die Strompreise um teuerungsbereinigt 30 bis 75 %. Hinzu kommen Kosten für Energieeffizienzmassnahmen.

Ein Pfadwechsel würde teuer: Sollte der Verbrauch in Szenario 3 weniger abnehmen als angestrebt und beispielsweise auf dem Niveau von Szenario 2 bleiben, würden die jährlichen Energiekosten für den Zubau von Kraftwerken und für zusätzliche Importe im Jahr 2050 um rund 20 % oder ungefähr 1,5 Mrd. CHF steigen (ohne Subventionen für Erneuerbare).

Die umfangreichen Investitionen über Jahrzehnte brauchen breite Akzeptanz aller Anspruchsgruppen über lange Zeit und abgestimmte und stabile Rahmenbedingungen. Darüber hinaus benötigt der Bau von Netzen und Produktionsanlagen straffere Verfahren.

Den Königsweg gibt es also nicht. Der Umbau des Stromsystems ist komplex und anspruchsvoll, jedes Szenario hat Vor- und Nachteile. Weil Politik und Schweizer Bevölkerung den Weg definieren, gibt die Studie keine Empfehlung für das eine oder andere Szenario ab. Vielmehr zeigt die Studie die Konsequenzen jedes Weges in die Stromzukunft in Form von Zielkonflikten oder Kosten transparent auf.

Literatur

- Verband Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen: Wege in die neue Stromzukunft, 2012.

Link

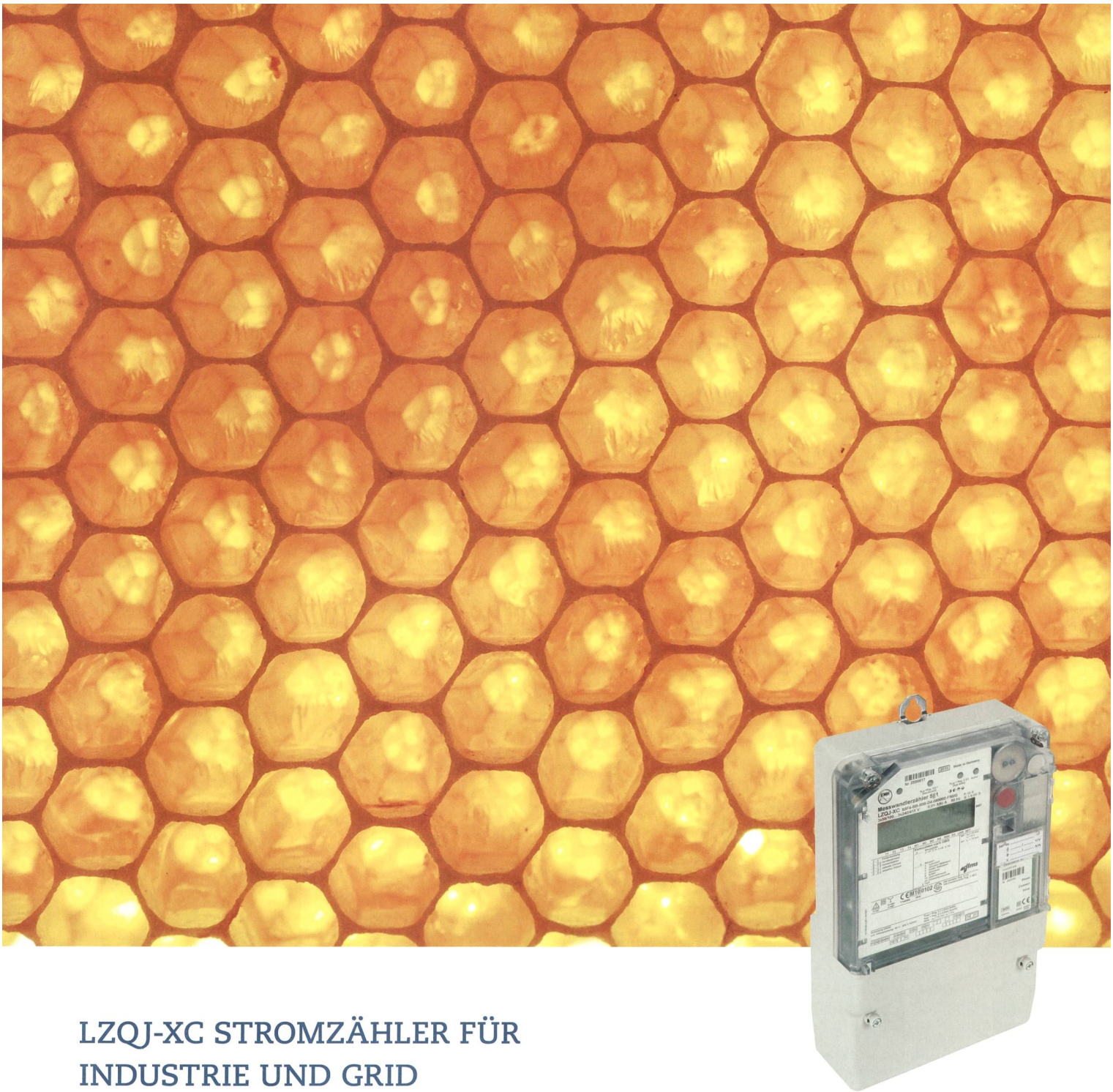
- Die Gesamtstudie sowie die Teilstudien sind abrufbar unter: www.strom.ch > Dossier > Studie Stromzukunft

Angaben zu den Autoren

Niklaus Zepf war Leiter des Steuerungsausschusses der Studie «Wege in die neue Stromzukunft».
Axpo Holding AG, 5401 Baden
niklaus.zepf@axpo.ch

Dr. **Sabine Löbbe** war Projektleiterin der Studie «Wege in die neue Stromzukunft».
Löbbe Consulting, DE-79539 Lörrach
loebbe@loebbeconsulting.com

Anzeige



LZQJ-XC STROMZÄHLER FÜR INDUSTRIE UND GRID

Klasse 1 bis 0.2S – aus einer Familie

Die GWF Präzisionszähler der LZQJ-XC Familie eröffnen ein umfangreiches Spektrum an Einsatzmöglichkeiten. Sie sind in den Klassen 1, 0.5S und 0.2S in direktmessender und wandlermessender Ausführung erhältlich. Die Auslesung des Geräts via IEC und DLMS Protokoll ist mit marktüblichen ZFA Systemen oder per FTP-Push möglich. Durch den integrierten Rundsteuerempfänger lässt sich das Gerät mit bestehenden Tonrundsteueranlagen ansteuern. Die integrierte Netzqualitätsanalyse ermöglicht neben der EN60150 die Auslesung bis zur 32. Harmonischen.

Der GWF Präzisionszähler LZQJ-XC – die Lösung für Ihre anspruchsvollen Smart Grid Projekte.

GWF MessSysteme AG, Obergrundstrasse 119, Postfach 2770, CH-6002 Luzern
T +41 (0)41 319 50 50, F +41 (0)41 310 60 87, info@gwf.ch, www.gwf.ch

swiss.smart.simple.

GWF