

Zeitschrift: Energie & Umwelt : das Magazin der Schweizerischen Energie-Stiftung
SES

Herausgeber: Schweizerische Energie-Stiftung

Band: - (2013)

Heft: 2: Stromnetz der Zukunft

Artikel: Ausbau der Netze und Speicher : was es braucht und was nicht

Autor: Nipkow, Felix

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-586107>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 04.05.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Ausbau der Netze und Speicher: Was es braucht und was nicht

Rund um die Energiewende ist viel die Rede von Netz- und Speicherausbau. Richtig ist, dass der Umbau des Energiesystems eine Herausforderung darstellt. Falsch ist, dass ein kurzfristiger Bedarf an neuen Netzen und Speichern besteht, das zeigt eine vertiefte Analyse. Neue Hochspannungsleitungen und Pumpspeicherwerke werden nicht wie behauptet für die Energiewende geplant, sondern in erster Linie, um den Ausbau des internationalen Stromhandels zu ermöglichen.

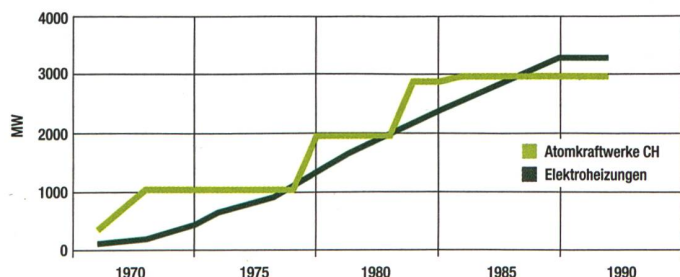


Von **FELIX NIPKOW**
SES-Projektleiter Strom & Erneuerbare,
felix.nipkow@energiestiftung.ch

Am Anfang war die Laufwasserkraft, die schon Ende des 19. Jahrhunderts Bandenergie lieferte. In der Nacht, wenn der Verbrauch tief war, wurden Überschüsse produziert und im Winter war Strom knapp, weil die Produktion geringer war. Dann kamen die Staumauern: Grosse Speicherkraftwerke haben dank ihrer Flexibilität die Situation massiv verbessert.

Ab den 1970er-Jahren schliesslich baute man die AKW, die wie die Laufwasserkraft aber schlecht zur Nachfrage passten – sie produzieren immer mit voller Leistung, Tag und Nacht. Man hat also neue Verbraucher erfunden, zum Beispiel Elektroheizungen, um den Strom in der Nacht loszuwerden (siehe Grafik unten). Zudem wurden weitere Speicherkraftwerke und neu auch Pumpspeicherwerke nötig. Deren Ausbau hat zeitgleich mit dem Ausbau der Atomkraft stattgefunden. Unsere AKW sollen durch erneuerbare Kraftwerke, vor allem durch Photovoltaik, ersetzt werden.

Installierte Leistung Atomkraftwerke und Elektroheizungen



Um den überschüssigen Nachtstrom loszuwerden, wurden in den 1970er- und 1980er-Jahren Elektroheizungen unterstützt. Für Haushalte wurden auch mit Billigtarifen Anreize für Elektroheizungen geschaffen.

Diese weist zwar wie die Laufwasserkraft ein ungünstiges Winterprofil¹ auf, produziert aber am Tag genau dann am meisten Strom, wenn die Nachfrage am höchsten ist, nämlich über Mittag.

Das Ziel ist heute wie in Zukunft, Differenzen zwischen Produktion und Nachfrage jederzeit ausgleichen zu können: Um die Stabilität zu gewährleisten, muss immer gleich viel Strom ins Netz ein- wie ausgespiessen werden. Bei einem Ausbau der Photovoltaik stehen deshalb zwei Herausforderungen im Zentrum: Einerseits die Sicherstellung der Versorgungssicherheit im Winter, wo weniger Solarstrom produziert werden kann. Und andererseits der Umgang mit kurzfristigen Tagesschwankungen, insbesondere Erzeugungsspitzen im Sommer, welche die Nachfrage deutlich übertreffen.

Die SES hat zusammen mit anderen Umweltverbänden berechnet, dass bis 2035 ein Strommix mit 100% Erneuerbaren (siehe Grafik 100PRO nebenan) gut machbar ist. Die Frage ist nun aber, inwiefern die Netz- und Speicherinfrastruktur angepasst werden muss – und in welchem Zeitraum. Dabei sind die Bedürfnisse aneinander gekoppelt – ein grosses Pumpspeicherwerk mit 1000 Megawatt Leistung (so viel wie das AKW Gösgen) benötigt entsprechende Leitungen für die Zufuhr und den Abtransport des Stroms.

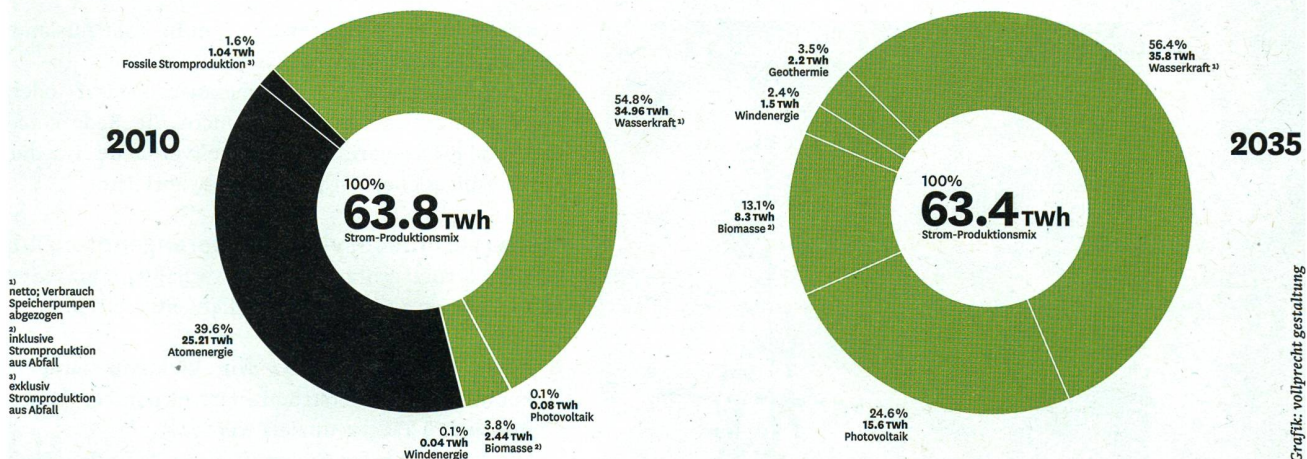
«Die Schweiz ist gut positioniert»

Die Photovoltaik erzeugt ähnlich wie Laufwasserkraftwerke im Sommer mehr Strom als im Winter.

Detaillierte Modellierungen zeigen, dass die Schweiz sehr gut vorbereitet ist auf hohe, unregelmässig eingespiessene Anteile erneuerbarer Energien.

Die Nachfrage ist heute umgekehrt, der Verbrauch ist im Winter höher als im Sommer. Deshalb nähren sich Befürchtungen einer Winterstromlücke, die es mit Gaskraftwerken oder verlängerten Laufzeiten

Strommix 2035: 100 Prozent einheimisch, erneuerbar, effizient



Die SES hat zusammen mit den Umweltverbänden nach dem Super-GAU in Fukushima eine konkrete Strategie entwickelt, wie der Strommix im Jahr 2035 aussehen könnte. Diese Strategie basiert auf zwei Pfeilern: Dem effizienten Umgang mit Energie bzw. einer Stabilisierung des Stromverbrauchs sowie einem 100 Prozent erneuerbaren Strommix. Im 100-PRO-Szenario der Umweltverbände ist die Versorgungssicherheit jederzeit gewährleistet.

von AKW zu schliessen gelte. Solche Befürchtungen beruhen auf unnötiger Angstmacherei und vor allem unzureichender Faktenlage. Verfügbare Studien mit

detaillierten Modellierungen zeigen, dass die Schweiz sehr gut vorbereitet ist auf hohe, unregelmässig eingespiesene Anteile erneuerbarer Energien. Zum

Netzausbaupläne aus der Zeit vor dem Ausstieg

Die Ausbaupläne für das Übertragungsnetz basieren auf einer Strategie, die vom Bundesrat im 2009 verabschiedet wurde – notabene vor Fukushima. Damals wollten die Stromkonzerne Alpiq, Axpo und BKW für die Schweiz noch zwei neue AKW bauen. Das Netz 2020 beseitigt gemäss Swissgrid «die bestehenden und prognostizierten Engpässe im Übertragungsnetz». Dabei wurden nicht nur die sich im Bau befindenden, sondern auch die neu geplanten Pumpspeicherkraftwerke berücksichtigt. Ohne die neuen AKW sind die geplanten Pumpspeicherkraftwerke heute allerdings in Frage gestellt. So sagte z.B. Gianni Biasiutti, Direktor der Kraftwerke Oberhasli, zur «Jungfrau Zeitung», das Modell des Verkaufs von

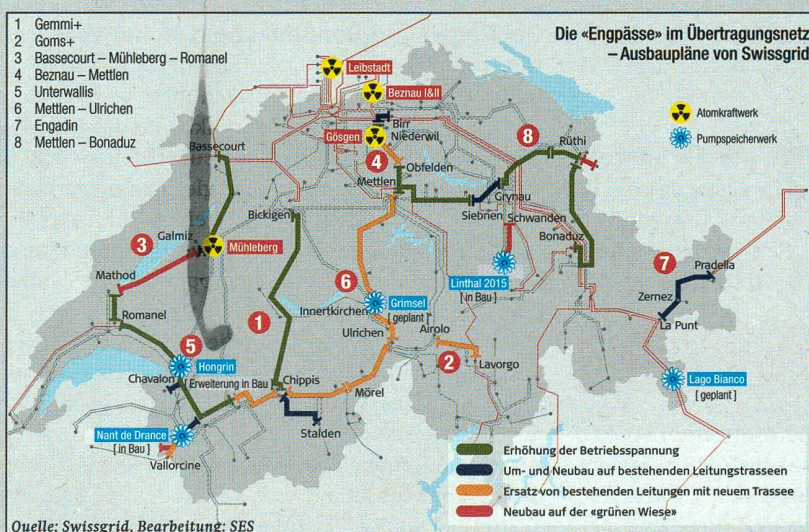
Spitzenenergie am Mittag und des Hochpumpens in der Nacht habe keine Zukunft mehr, «weil es auf der Partnerschaft mit den thermischen Kraftwerken basiert, von denen man ja wegkommen möchte. Deshalb sind Investitionen in neue Pumpspeicherwerke derzeit nicht wirtschaftlich.»

Nicht in die Planung einbezogen ist der Wegfall der bestehenden AKW. Dadurch ändern die Lastflüsse massiv, es werden Netzkapazitäten frei, weil eine dezentrale Versorgung weniger Übertragungsleitungen braucht. Swissgrid begründet ihre Ausbaupläne unterschiedlich. Argumentiert wird bei den meisten der rund 1000 Kilometer zu erneuernden und 300 Kilometer

neu zu bauenden Leitungen mit «Engpass im schweizerischen und europäischen Übertragungsnetz» und der «Verbesserung der Versorgungssicherheit».

Ungenügende Kenntnisse über Netznutzung

Was als Engpass gilt, kann nicht nachvollzogen werden, weil keine offizielle quantitative Definition vorliegt. Es müsste zudem zwischen Engpässen unterschieden werden, die für die Versorgungssicherheit relevant sind und solchen, die aus dem kommerziellen Stromhandel entstehen. Allerdings werden die Netznutzungsdaten, mithilfe derer man die Netzbelastung nachvollziehen könnte, nicht transparent gemacht. Der Bundesrat musste kürzlich auf eine Anfrage von Nationalrat Beat Jans hin zugeben, dass weder er selbst noch die Öffentlichkeit hinreichend Kenntnis über die tatsächliche Auslastung der Schweizer Stromnetze hat.²



1 Das stimmt für alpine Standorte nicht: In den Alpen kann mit Photovoltaik im Winterhalbjahr mehr Strom erzeugt werden als im Sommerhalbjahr.
2 Interpellation Jans 12.4252, Transparenz bei Stromnetzkapazitäten: www.parlament.ch/d/suche/seiten/geschaefte.aspx?gesch_id=20124252

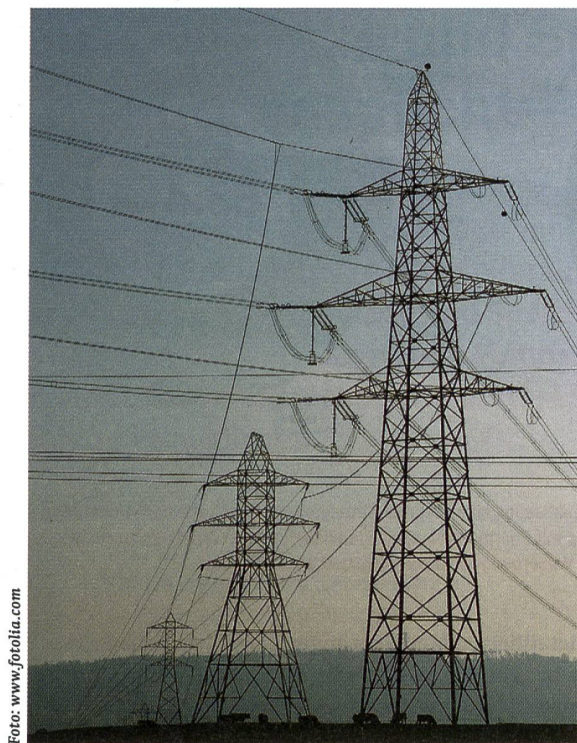


Foto: www.fotolia.com

Für die heutigen Ausbaupläne im Übertragungsnetz ist nicht die Energie-wende ausschlaggebend, sondern grosse Pumpspeicherwerke und die Bedürfnisse des internationalen Stromhandels.

Beispiel schreiben Experten von Pöyry Management Consulting AG in einer Studie, die sie im Auftrag des Verbands Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen VSE gemacht haben³: «Aufgrund des hohen Anteils an Wasserkraft an der Stromerzeugung ist die Schweiz gut positioniert, um mit dem Wachstum an Wind- und Solarerzeugung sowohl innerhalb als auch ausserhalb der Schweiz umzugehen.» Und weiter: «Im Vergleich zu anderen Ländern besteht lediglich eine moderate Notwendigkeit für den Umbau des Erzeugungssystems.» Auch andere Studien z.B. der ETH kommen zu ähnlichen Schlüssen.

Versorgungssicherheit 100Pro gewährleistet

Die Analyse verschiedener Studien zeigt, dass 6–10 TWh Solarstrom pro Jahr ohne weitere Anpassungen ins Schweizer Stromsystem integriert werden können. Das entspricht einem Anteil von 10–16 Prozent des

Von einem massiven Speicherausbaubedarf oder einer Winterlücke kann nicht die Rede sein.

Schweizer Stromverbrauchs. Die Integration von 12 TWh Photovoltaik-Strom pro Jahr bis 2025, was dem Szenario der Umweltverbände entspricht⁴, führt ohne zusätzliche saisonale Speicherkapazitäten zu einer geringfügigen Anpassung des Import-Export-Saldos der Schweiz. Erst für eine Produktion über 12 TWh sind erwähnenswerte Anpassungen nötig, in Form einer erhöhten Stromeffizienz im Winter, vermehrter

Beiträge von Erneuerbaren aus dem In- oder Ausland oder zusätzlicher Speicherkapazitäten.

Von einem massiven Speicherausbaubedarf oder einer Winterlücke kann aber nicht die Rede sein. Im 100-PRO-Szenario der Umweltverbände ist die Versorgungssicherheit jederzeit gewährleistet.

Winterverbrauch: viel Optimierungspotenzial

Um den Stromverbrauch im Winterhalbjahr zu reduzieren, stehen zudem viele Möglichkeiten offen:

- Alleine mit dem Ersatz von Elektroheizungen könnte der Winterstrombedarf gegenüber heute um zirka 3 TWh reduziert werden.⁵
- Mit konsequenter Stromeffizienz auf allen Ebenen (Ersatz elektrischer Boiler, effiziente Umwälzpumpen, Beleuchtung und Geräte) könnten schätzungsweise 5,9 TWh Winterstrom gespart werden (17,5% des Stromverbrauchs im Winter 2011).
- Ein ausgewogener Produktionsmix trägt massgeblich zum Ausgleich bei: Die Windenergie liefert zwei Drittel der Produktion im Winter und ergänzt die Photovoltaik ideal, Biomasse und Geothermie können auf Winternutzung optimiert werden.
- Mit einer Vernetzung innerhalb Europas auf Basis von Gleichstromübertragungsleitungen⁶ ist es möglich, z.B. winterlastige Windstromproduktion und sommerlastige Sonnenstromproduktion innerhalb Europas auszugleichen.
- Aber auch neue Langzeitspeichertechnologien wie Power-to-Gas, Redox-Flow-Batterien, Druckluftspeicher oder elektrothermische Energiespeicher können – wenn das Potenzial bei der Wasserkraft ausgeschöpft ist – einen weiteren Beitrag leisten. Langfristspeicher sind allerdings im Vergleich mit anderen Massnahmen eher teuer.

Bei Regen und Sonnenschein sicher versorgt

Die eingangs erwähnten kurzfristigen Tagesschwankungen der Photovoltaik lassen sich in zwei Kategorien unterteilen: eingeschränkte Produktion (z.B. bei Bewölkung) und Erzeugungsüberschüsse (z.B. an einem schönen Sommertag bei gleichzeitig geringem Verbrauch). Für Situationen mit eingeschränkter Produktion ist die Schweiz dank der verfügbaren Wasserkraftwerke hervorragend gewappnet. Diese können den gesamten Landesverbrauch während Tagen bis Wochen abdecken und damit die Versorgung aufrecht erhalten. Das wird natürlich nie nötig sein, weil niemals sämtliche Stromproduktionsarten gleichzeitig ausfallen werden.

An einem schönen Sommertag sind gemäss einer Studie von Nordmann und Remund⁷ maximal zwei Drittel der Nominalleistung aller Anlagen gleichzeitig am Netz, was einem maximalen Überschuss von zirka 8 Gigawatt (GW) entsprechen würde. Auch hier gibt es eine Reihe von Möglichkeiten, wie mit diesen Überschüssen umgegangen werden kann:

- Zum Beispiel führt eine temporäre, wetterabhängige **Limitierung von Leistungsspitzen** auf 70% der Maximalleistung (peak-shaving) zu Produktionsverlusten von nur 3–5% pro Jahr. Zusammen mit einer optimierten Ausrichtung der Anlagen auf Morgen- und Abendproduktion können bis zu 2 GW Spitzenleistung reduziert werden.
- Mittels **Lastmanagement**, also der Verschiebung von flexibler Nachfrage auf die Zeiten der höchsten Kraftwerksleistung lässt sich mindestens 1 GW Leistung «verlagern».
- Und natürlich können auch Stromspeicher dazu beitragen, die Überschüsse auf Zeiten zu verlagern, in denen weniger erzeugt wird. Die **bestehenden Speicherwerke** können für den Ausgleich von Spitzenproduktion genutzt werden. Heute sind knapp 4 GW Pumpleistung installiert oder in Bau.
- Auch **Batteriespeicher** eignen sich gut zur Verlagerung von kurzfristigen Erzeugungsspitzen, vor allem mit entsprechender intelligenter Steuerung. Zudem können in ferner Zukunft **andere Speicher** wie Power-to-Gas Überschüsse aufnehmen.



Dank Photovoltaik gehen in der Schweiz die Lichter nicht aus.

100Pro ist möglich – ohne Gaskraftwerke und ohne zusätzliche Pumpspeicher

Wenn wir unser Stromsystem also in Zukunft auf die Integration von dezentral erzeugtem erneuerbaren Strom ausrichten – statt wie in der Vergangenheit auf die Integration von Bandlastkraftwerken

– ist eine sichere Versorgung auf Basis von 100% erneuerbaren Energien möglich, und dies ohne Gaskraftwerke, ohne erhöhte Importe und ohne überdimensionierten Ausbau der Pumpspeicherung und Netze. Was es jetzt noch braucht, ist der Zubau von erneuerbaren Energien! <

SES-Standpunkte zur «Strategie Stromnetze»

Mit der Energiestrategie 2050 des Bundes stehen wir heute vor einer neuen Ausgangslage. Eine zukunftsgerichtete Netzplanung ist gefragt, die sich stets auf eine Versorgung mit 100% erneuerbaren Quellen ausrichtet. Dafür braucht es aber kaum neue Hochspannungsleitungen. Für die heutigen Ausbaupläne im Übertragungsnetz ist nicht die Energiewende ausschlaggebend, sondern grosse Pumpspeicherwerke und die Bedürfnisse des internationalen Stromhandels.

Bis Ende Februar war ein Detailkonzept im Rahmen der Energiestrategie 2050 mit dem Titel «Strategie Stromnetze» in der öffentlichen Konsultation. Die SES kritisierte zusammen mit anderen Umweltorganisationen unter anderem folgende Punkte:⁸

- **Keine Netzplanung ohne fixe Ausstiegsdaten:** Die fehlende Klarheit darüber, wie lange die Schweizer AKW am Netz bleiben, stellt einen gravierenden Unsicherheitsfaktor für nachhaltige Investitionen dar. Eine Laufzeitbeschränkung ist nicht nur für die Förderung der Erneuerbaren unabdingbar, sondern auch für eine vorausschauende Netzplanung. Die SES fordert eine maximale AKW-Laufzeit von 40 Jahren.

- **Transparenz bei den Netzdaten:** Damit die propagierten Netzausbauten von der Öffentlichkeit geprüft werden können, müssen die Lastflussdaten offen gelegt werden.

- **Keine überdimensionierte Netze:** Die Übertragungs- und Verteilnetze sollen nicht so dimensioniert werden, dass auch die höchste denkbare Energieerzeugung des zukünftigen Kraftwerkparcs transportiert werden kann. Ein Stromnetz, das nur wenige Stunden pro Jahr voll ausgelastet ist, ist weder ökonomisch noch ökologisch sinnvoll.

- **Keine Bevorzugung der Hochspannungsleitungen:** Hochspannungsleitungen sollen gemäss dem vorgeschlagenen Konzept zukünftig automatisch «nationale Bedeutung» haben. Dies ist unnötig bis schädlich. Unnötig, weil wichtige Projekte schon heute gegen andere Interessen von nationaler Bedeutung abgewogen werden können. Schädlich, weil damit jedes beliebige Leitungsprojekt automatisch gegen nationale Interessen des Natur- und Landschaftsschutzes ausgespielt werden kann.

3 www.strom.ch/uploads/media/Poyry_Studie-Flexibilitaet_2012.pdf

4 Zum Vergleich: Der Branchenverband Swissolar strebt wie die Umweltverbände 12 TWh (20%) bis 2025 an. Der Bund will 11 TWh bis 2050.

5 S.A.F.E. Factsheet Stromsparerpotenzial 2035 (2011).

6 Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) ermöglicht verlustarme Stromtransporte über weite Distanzen – das ist mit herkömmlicher Wechselstromtechnologie nicht möglich. Zur Vision eines europäischen Supergrids siehe z.B. www.energie-lexikon.info/supergrid.html. Siehe auch Textbox «ACDC – Stromtransport über weite Strecken» auf Seite 15.

7 Entwicklung des Speicherbedarfs im Laufe des Ausstiegs aus der Kernenergie unter der Annahme, dass die Photovoltaik 70% des Atomstroms ersetzt. Roger Nordmann, Jan Remund, 2012. www.roger-nordmann.ch/articles/2012.10.21_Swissolar_Rapport_Remund-Nordmann_PV_D.pdf

8 Siehe auch www.energiestiftung.ch/aktuell/archive/2013/02/21/keine-stromnetze-auf-vorrat.html