

# dossier.

## Wasserkraft versus Batterien?

**Speicherpotenzial der Wasserkraft** | Bei der Umsetzung der ES2050 steht neben der Steigerung der Energieproduktion aus erneuerbaren Energieträgern eine zentrale Frage im Fokus: Wie kann überschüssige Energie effizient gespeichert werden?

## Hydraulique versus batteries?

**L'hydraulique et son potentiel de stockage** | Le premier volet de mesures de la SE 2050 est actuellement mis en œuvre. La forte augmentation de la production d'énergie à partir d'agents énergétiques renouvelables pose surtout une question essentielle: comment stocker efficacement l'excédent ?



OLIVIER STÖSSEL

**D**as Thema Energiespeicher ist von zentraler Bedeutung für die Energiestrategie 2050 und inzwischen auch in den Medien und der Politik angekommen. Oft wird dabei sehr allgemein von Speichern gesprochen, ohne zu spezifizieren, über welche Zeitachse oder Energiemenge gesprochen wird. Dies sind aber die zentralen Punkte, welche bei jeder Diskussion um Speicher zuerst geklärt werden müssen. Speicher, die ein paar kWh Energie über ein paar Stunden speichern können, sind verfügbar und längst aus dem Status von Prototypen oder Kleinserien heraus. Anspruchsvoller wird es jedoch, wenn sehr viel Energie über mehrere Monate gespeichert werden muss, um die (zukünftig hoffentlich grosse) Überproduktion vom Sommer in den Winter zu verschieben. Dies wird notwendig werden, weil im Sommer mehr erneuerbare Energie zur Verfügung steht als verbraucht wird und weil im Winter mehr Energie verbraucht wird, als aus erneuerbaren Energien gewonnen werden kann. Bisher gibt es keine bekannte Technologie, welche diese Aufgabe wirtschaftlich und klimafreundlich erbringen könnte. Der Import von Energie im Winterhalbjahr wird zukünftig schwierig werden, da viele europäische Länder fossile und nukleare Kraftwerke abschalten und somit selbst auf Importe im Winter angewiesen sein werden.[1]

### Kurzfristige Speicherung kleiner Energiemengen

Zur kurzfristigen Speicherung kleiner Energiemengen werden heute überwiegend Lithiumionen-Systeme eingesetzt, während Bleibatterien höchstens noch bei USV zur Anwendung kommen. Viele weitere Technologien werden getestet und erforscht, fristen aber noch ein Nischendasein. Offen ist auch, ob kleine dezentrale Lithiumionen-Batterien die Ziele der Energiestrategie 2050 überhaupt unterstützen oder nicht. Die Herstellung dieser Batterien verursacht grosse Umweltbelastungen und auch soziale Probleme. Insbesondere das zur Herstellung momentan unverzichtbare Kobalt ist aufgrund der fragwürdigen Gewinnungsmethoden im Kongo [2] umstritten. Auch der Abbau von seltenen Erden und Lithium, welches beispielsweise aus Salzseen stammt, ist nicht ganz unproblematisch. Der Transport der Rohstoffe zu den Fabriken, die Herstellung mittels vermutlich oft fossiler Energie sowie der Transport der fertigen Batterien zu den Endverbrauchern verursachen grosse Belastungen der Umwelt und des Klimas. Es ist sinnlos, eine klimafreundliche Politik in der Schweiz mit klimaschädlichen Aktivitäten im Ausland zu erkaufen. Daher sollte ein klarer Nutzen vorhanden sein, um diese Belastungen zu rechtfertigen. Was bringen also solche dezentralen Kleinspeicher in Ein- und Mehrfamilienhäusern für die Energiewende? Die dezentralen Kleinspeicher führen zu keiner direkten Erhöhung der Produktion von PV oder Windenergie. Und weil der Netzbetreiber sein Netz auf 40 Jahre ausbauen und jederzeit genügend Leistung anbieten

**É**léments centraux de la Stratégie énergétique 2050, les accumulateurs d'énergie ont fait leur entrée dans les médias et en politique. Ils sont souvent évoqués de manière très générale, sans indication temporelle ni quantitative, alors même qu'il faudrait commencer par éclaircir ces points clés. Les accumulateurs capables de stocker quelques kWh pendant un petit nombre d'heures sont d'ores et déjà disponibles et ont depuis longtemps abandonné leur statut de prototype ou de série limitée. L'affaire se complique lorsqu'il s'agit de conserver une très grande quantité d'énergie des mois durant pour la consommer ultérieurement. C'est notamment le cas avec la surproduction estivale (que l'on espère importante à l'avenir), utilisée l'hiver suivant. Cet aspect est incontournable puisqu'en été, la quantité d'énergie renouvelable produite est supérieure à celle consommée, et inversement en hiver. Aucune technologie permettant de remplir cette mission de manière rentable et écologique n'a pour l'instant été mise au point. L'importation d'énergie pendant la saison froide va devenir de plus en plus difficile, car de nombreux pays européens démantèlent leurs centrales fossiles et nucléaires, se rendant eux-mêmes dépendants des importations en hiver.[1]

### Stockage à court terme de petites quantités d'énergie

Aujourd'hui, on se sert principalement des batteries lithium-ion pour stocker de faibles quantités d'énergie pendant une courte durée, celles au plomb étant utilisées tout au plus dans les ASI. De nombreuses autres technologies font l'objet de recherches et d'essais, mais elles ne représentent qu'une niche pour le moment. Reste toutefois à savoir si de petites batteries lithium-ion décentralisées sont conformes aux objectifs de la SE 2050. En effet, leur fabrication pose des problèmes sociaux en plus de causer d'importants dégâts environnementaux. Les méthodes utilisées pour extraire le cobalt au Congo [2], en particulier, sont controversées. Or on n'a pas encore trouvé le moyen de se passer de ce métal. L'extraction de terres rares et de lithium, lequel provient par exemple de déserts de sel, n'est pas non plus sans poser de problèmes. Le transport des matières premières vers les usines, la fabrication en elle-même – probablement au moyen d'énergies fossiles dans bon nombre de cas – ainsi que le transport des produits finis jusqu'aux consommateurs ont une empreinte écologique considérable. Et une politique respectueuse de l'environnement en Suisse n'a aucun sens si elle implique des activités néfastes pour le climat à l'étranger. Il faudrait donc que l'intérêt des batteries lithium-ion soit clairement démontré pour qu'une telle charge se justifie. Dans quelle mesure ces petits accumulateurs décentralisés, installés au niveau des maisons individuelles et des immeubles d'habitation, contribuent-ils au tournant énergétique? Ces dispositifs n'entraînent pas directement de hausse de la production photovoltaïque ou éolienne. Et comme le gestionnaire de réseau doit construire son

**Sonnenenergie**

In Zukunft setzt die Schweiz auf Strom aus erneuerbaren Energieträgern.

**Énergie solaire**

La Suisse mettra à l'avenir sur du courant issu d'agents énergétiques renouvelables.

**Prosumer**

Viele Verbraucher werden ihren Strom zum Beispiel mit Solarpanels künftig selbst produzieren. Überschüssiger Strom muss ins Netz eingespeist werden.

**Prosumers**

À l'avenir, de nombreux consommateurs produiront eux-mêmes leur courant, par exemple au moyen de panneaux solaires. Le courant excédentaire doit être injecté dans le réseau.

muss, kann er sein Netz auch nicht kleiner dimensionieren, nur weil in den Quartieren Speicher stehen. Wenn diese auch nur einmal alle zehn Jahre nicht wie geplant zur Verfügung stehen, muss der Netzbetreiber das Netz so ausbauen, als ob grundsätzlich keine Speicher vorhanden wären. Dezentrale private Speicher unterstützen die Energiestrategie daher eigentlich nicht. Nur wenn Endverbraucher ihren Leistungsbezug langfristig und verbindlich reduzieren, können Einsparungen beim Netzbau realisiert werden. Netzbetreiber können aber nur über Tarife mit hohem Leistungsanteil Anreize für eine solches Verhalten setzen. Solange jedoch 50 % und mehr der Netzkosten als Arbeitstarife ausgestaltet werden müssen, werden die Speicherbetreiber Netznutzungsgebühren sparen, ohne die Netzkosten zu reduzieren. Private Speicher bei Endverbrauchern führen mit den heutigen Tarifvorgaben somit nur zu einer Entsolidarisierung bei der Kostentragung, ohne dass entsprechende Ziele der Energiestrategie erreicht würden.

réseau sur 40 ans et offrir à tout moment une puissance suffisante, il ne peut pas revoir ses dimensions à la baisse juste parce que certains quartiers sont équipés d'accumulateurs. Il suffit que ces dispositifs ne soient pas disponibles comme prévu une fois tous les dix ans pour que le gestionnaire doive aménager son réseau comme si aucun d'entre eux ne l'était. Par conséquent, les accumulateurs privés décentralisés ne s'inscrivent pas dans la Stratégie énergétique. Le seul moyen de réaliser des économies lors de la construction du réseau est de contraindre les consommateurs finaux à réduire leur puissance soutirée à long terme, et les seules incitations en ce sens dont disposent les gestionnaires de réseau sont les tarifs qui comportent une part de puissance élevée. Tant que 50 % ou plus des coûts de réseau devront être conçus en tant que tarifs de travail, les gestionnaires d'accumulateurs économiseront les frais d'utilisation du réseau sans pour autant réduire les coûts de réseau. Avec les exigences tarifaires actuelles, les accumulateurs privés chez les consomma-

## Wasserkraftwerke könnten virtuellen Speicher anbieten

Es gibt auch alternative Möglichkeiten, um Energie zu speichern. Anstatt die PV-Produktion über Mittag in private Speicher zu speichern und am Abend aus dem Speicher zu beziehen, sollten beispielsweise Wasserkraftwerke die Produktion verzögern und virtuelle Speicher anbieten. Anstatt über Mittag Energie zu produzieren, könnten Wasserkraftwerke die Produktion mit den PV-Anlagen koordinieren und die Energie am Abend produzieren, wenn sie von den Prosumern benötigt wird. Um die Verluste zu minimieren, sollte aber nicht ein Kraftwerk Energie produzieren, während andere den Überschuss aus der PV-Produktion hochpumpen. Solche Lösungen sind heute aus regulatorischen Gründen und aufgrund des freien Marktes (keine Absprachen) schwierig oder gar nicht umsetzbar, obwohl sie klimafreundlich und volkswirtschaftlich sinnvoll wären. Auch Flusskraftwerke können kurzfristig die Produktion etwas verlagern, wobei hier die Mengen aufgrund von Auflagen zum Gewässerschutz beschränkt sind. Endverbraucher könnten insbesondere in der Heizperiode die Wärmepumpe laufen lassen und die Energie in Form von Wärme im Wärmespeicher, Boiler oder auch im Betonboden (zum Beispiel Temperaturerhöhung um 1°C) speichern. Diese Speicherformen kommen ohne zusätzliche Geräte oder Infrastruktur aus und verursachen weder grosse Mehrkosten noch Umweltprobleme wie Lithiumionen-Speicher. Noch hinken aber insbesondere die Heizungshersteller bei der Entwicklung von adäquaten Gerätesteuerungen hinterher.

## Kurzfristig viel Energie speichern

Die Pumpspeicherkraftwerke wurden gebaut, um kurzfristig sehr viel Energie zu speichern. Das neueste Kraftwerk Linth-Limmern kann mit 1000 MW im Pumpbetrieb 40 GWh Energie speichern und wieder 34 GWh abgeben. Innert weniger Minuten kann die Richtung geändert und die Leistung kann über 40 Stunden produziert oder gepumpt werden. Abgesehen von der Leitetchnik werden die Anlagen mehrere Jahrzehnte in Betrieb bleiben können.

Könnte das eine Batterie auch? Die momentan grösste Batterie der Welt steht in Australien und wurde von Tesla gebaut. Sie kann kurzfristig 100 MW abgeben und 129 MWh Energie speichern. Sie benötigt ungefähr eine Hektare Platz. Eine 1000-MW-Batterie bräuchte daher zirka 1 km<sup>2</sup> Fläche. Eine Batterie, die 40 GWh Energie speichern kann, bräuchte aber schon über 3 km<sup>2</sup> Platz. Zudem ist aufgrund von Alterungseffekten nach 15 Jahren je nach Betriebsweise mit einer verbleibenden Kapazität von nur noch 60–65% zu rechnen. Aussagen zur Lebensdauer sind heute aber noch schwer zu treffen, da die Alterungseffekte auch in der Forschung noch nicht vollständig ergründet sind.

Diese Batterien sind aber sehr schnell und können teilweise in Millisekunden höchste Leistungen zur Verfügung stellen. In Europa wird durch den Wegfall rotierender Masse sowohl bei der Produktion als auch bei den Verbrau-

teuren feinen auf für ein einziges Ergebnis eine Desolidarisierung in der Übernahme der Kosten, ohne dass die Ziele der Strategie für die Energiepolitik erreicht werden.

## Les centrales hydrauliques pourraient proposer des accumulateurs virtuels

Il existe toutefois d'autres possibilités pour stocker l'énergie. Au lieu que la production photovoltaïque soit stockée dans des accumulateurs privés vers midi pour en être prélevée le soir, les centrales hydrauliques devraient par exemple retarder la production et proposer des accumulateurs virtuels. Plutôt que de produire de l'énergie vers midi, elles pourraient être coordonnées avec les installations photovoltaïques et n'en produire que le soir, au moment où les prosumers en ont besoin. Cependant, pour réduire au maximum les pertes, il ne faudrait pas qu'une centrale produise de l'énergie pendant que les autres pompent l'excédent du photovoltaïque. La régulation actuelle et le marché libéralisé (pas de concertation) rendent de telles solutions difficiles voire impossibles à mettre en œuvre, malgré leur pertinence économique et écologique. Les centrales au fil de l'eau pourraient elles aussi permettre de délocaliser quelque peu, à court terme, la production, les quantités étant alors limitées par les exigences en matière de protection des eaux. Les consommateurs finaux pourraient faire tourner une pompe à chaleur, notamment en période de canicule, et stocker cette énergie sous forme de chaleur dans un accumulateur de chaleur, une chaudière ou un sol en béton (par exemple en augmentant sa température de 1°C). Ces formes de stockage ne nécessitent pas d'appareils ni d'infrastructures supplémentaires, ne génèrent pas de surcoûts substantiels ni ne posent de problèmes environnementaux comme les batteries lithium-ion. Mais les fabricants, en particulier, sont encore à la traîne dans le développement des dispositifs de pilotage des appareils.

## Stockage à court terme de grandes quantités d'énergie

Les centrales de pompage-turbinage ont été construites pour accumuler à court terme une très grande quantité d'énergie. La récente centrale de Linth-Limmern, avec 1000 MW en pompage, peut accumuler 40 GWh et en restituer 34. Quelques minutes suffisent pour inverser le sens du courant, et la puissance peut être produite ou pompée pendant 40 heures. Ces installations, excepté le contrôle-commande, peuvent rester en fonctionnement plusieurs décennies.

Une batterie le permettrait-elle? Fabriquée par Tesla, la plus grande batterie du monde à l'heure actuelle se situe en Australie. Elle peut, à court terme, accumuler 129 MWh et en restituer 100. Sachant qu'elle occupe une surface approximative d'un hectare, une batterie de 1000 MW mobiliserait environ 1 km<sup>2</sup>, et une batterie capable d'accumuler 40 GWh, déjà plus de 3 km<sup>2</sup>. Par ailleurs, le vieillissement des installations fait qu'au bout de 15 ans, il reste seulement une capacité de 60 à 65%, en fonction de leur utilisation. Les recherches concernant ce phénomène n'ayant pas encore abouti, il est néanmoins difficile de prévoir leur durée de vie.

chern die Ausregelung von grossen Produktionsausfällen immer anspruchsvoller. Rotierende Maschinen und Generatoren stabilisieren die Frequenz und verhindern in den ersten wenigen Sekunden nach dem Ausfall eines grossen Kraftwerks einen Blackout. Die schnellen Batterien könnten hier eine wichtige Aufgabe übernehmen und eine schnelle Primärregelung erbringen. Sie könnten ihre Energie innert weniger Sekunden abgeben, um den Wasserkraftwerken die Zeit zu verschaffen, hochzufahren. Batterien könnten die Wasserkraftwerke in der Netzregelung daher sehr gut ergänzen – aber kaum ersetzen. Insbesondere zur Sekundär- und zur Tertiärregelung fehlt die Energiemenge, welche teilweise über mehrere Stunden produziert werden muss.

### Langfristig viel Energie speichern

Die Schweizer Elektrizitätsstatistik 2017 gibt für den Winter 2016/2017 einen Import von über 9000 GWh an. Grande Dixence, der grösste Schweizer Stausee, kann zirka 2000 GWh speichern, was beinahe einem Viertel der gesamten Speicherkapazität der Schweizer Stauseen entspricht. Die Schweiz müsste das Fassungsvermögen ihrer Stauseen daher grob verdoppeln, um den Winter mit eigener Energie zu überstehen. Grand Dixence ist wie die meisten Wasserkraftwerke auf den Zufluss aus Niederschlag und Gletscherschmelze angewiesen. In einem trockenen Sommer (wie er in letzter Zeit immer wieder vorgekommen ist) kann der See nicht ganz gefüllt werden. Die fehlenden Pumpen können auch nicht nachgerüstet werden, da im Talboden nicht genügend Wasser verfügbar ist, um hochgepumpt zu werden. Pumpspeicherkraftwerke benötigen immer zwei grossen Speicherseen, einen oben und einen unten. Die ES2050 rechnet mit einem leichten Ausbau der Wasserkraft, was in Kombination mit den steigenden Anforderungen aus dem Gewässerschutz nur unter optimalen Umständen erreicht werden kann. Obwohl sich die Energiepreise langsam erholen, sind sie – im Gegensatz zu den Wasserzinsen – immer noch tief. Investitionen rechnen sich daher nicht, während für Gewässerschutzmassnahmen mehr Wasser ungenutzt in die Flüsse geleitet werden muss. Leider ist es eine durchaus plausible Hypothese, von einer abnehmenden Speicherfähigkeit auszugehen.

Die einzige Technologie, welche immer wieder als Saisonspeicher ins Gespräch gebracht wird, ist Power-to-Gas. Die überschüssige Energie soll insbesondere im Sommer zur Wasserstoffproduktion (oder Methan, dessen Produktion aber einen deutlich schlechteren Wirkungsgrad hat) verwendet werden. Aus dem gespeicherten Wasserstoff (respektive Methan) wird bei Bedarf (also primär im Winter) wieder elektrische Energie erzeugt. Technisch sind die notwendigen Geräte ausgereift und verfügbar, aber ein kommerzieller Betrieb ist noch nicht möglich. Zum einen sind die Verluste bei der Energieumwandlung mit einem Wirkungsgrad von 30% (Strom zu Gas zu Strom) zu hoch, andererseits sind die Unterschiede zwischen hohen und tiefen Energiepreisen zu klein, wodurch die Betriebs- und Speicherkosten nicht erwirtschaftet werden können. Aus



#### Engpass

In Deutschland soll immer weniger Kohle verstromt werden. Das erschwert den Import von Strom im Winter.

#### Goulet d'étranglement

En Allemagne, de moins en moins de charbon sera transformé en courant électrique, ce qui compliquera l'importation d'électricité en hiver.



Bild | Figure: RoDobby/pixabay

Quoi qu'il en soit, ces batteries sont très rapides, et certaines d'entre elles peuvent mettre à disposition des puissances extrêmement élevées en l'espace de quelques millisecondes. En Europe, la disparition des masses rotatives, tant dans la production que chez les consommateurs, rend de plus en plus délicate la compensation des importantes pertes de production. Les machines et générateurs rotatifs stabilisent la fréquence et empêchent la survenue d'un blackout dans les toutes premières secondes suivant la défaillance d'une grande centrale. Leur rapidité permettrait aux batteries de jouer un rôle important en fournissant un réglage primaire. Elles pourraient restituer leur énergie en quelques secondes pour laisser le temps aux centrales hydrauliques de démarrer. Les batteries constitueraient certes un excellent complément aux centrales hydrauliques dans le réglage du réseau, mais ne pourraient guère les remplacer. En matière de réglage secondaire et tertiaire surtout, il manquerait la quantité d'énergie qui devrait parfois être produite sur plusieurs heures.

### Stockage à long terme de grandes quantités d'énergie

La Statistique suisse de l'électricité 2017 indique des importations de plus de 9000 GWh à l'hiver 2016/2017. Plus grand lac de retenue sur le territoire helvétique, Grande Dixence peut stocker quelque 2000 GWh, soit environ 20 % de la capacité de stockage totale des lacs de retenue du pays. Par conséquent, la Suisse devrait approximativement doubler la capacité de stockage de ses lacs de retenue pour parvenir à l'autonomie énergétique en hiver. Comme la plupart des centrales, Grande Dixence est tributaire des apports dus aux précipitations et à la fonte des glaciers. Lorsque l'été est sec, comme c'est le cas depuis quelques années, le lac ne se remplit pas entièrement, et il est impossible d'ajouter les pompes manquantes, car il n'y a pas suffisamment d'eau dans le bas de la vallée pour pouvoir pomper. Les centrales de pompage-turbinage nécessitent toujours deux grands lacs de retenue, un en amont et un en aval. La SE 2050 prévoit une légère progression de l'hydraulique qui, au regard des exigences croissantes en matière de protection des eaux, ne pourra avoir lieu que dans des conditions optimales. Bien que remontant lentement, les prix de l'énergie restent faibles, contrairement aux redevances hydrauliques, ce qui fait que les investissements ne sont pas rentables. Parallèlement, les mesures de protection des eaux exigent qu'une quantité accrue d'eau non utilisée soit déversée dans les fleuves et rivières. L'hypothèse d'une baisse de la capacité de stockage est donc malheureusement tout à fait plausible.

La seule technologie régulièrement évoquée pour stocker l'énergie saisonnière est le power-to-gas. L'excédent doit servir, surtout en été, à produire de l'hydrogène (ou du méthane, dont la production présente toutefois un degré d'efficacité nettement moindre), qui sera stocké puis reconverti en énergie électrique en cas de besoin, principalement l'hiver. Les appareils nécessaires sont



Sicht der ES2050 gibt es durch die grossen Verluste ein weiteres Problem: Im Sommer müsste der Energieüberschuss mehr als dreimal so gross sein wie die Menge Energie, welche im Winter benötigt wird. Noch ist ein solcher Ausbau in weiter Ferne, was mit der Elektrifizierung der Gebäudewärme (Wärmepumpen statt Ölheizungen), der Mobilität (E-Mobility) und dem wachsenden Energiebedarf durch die Digitalisierung sicher nicht einfacher wird.

Andere Technologien, wie beispielsweise Druckluftspeicher werden erprobt, sind aber noch weit von einem kommerziellen Betrieb entfernt.

### Stauseen bleiben mittelfristig die wichtigsten Speicher

Für die Problematik der Speicherung grösserer Energiemengen über eine längere Zeit ist noch keine Lösung in Sicht. Die aktuell verfügbaren Batterien haben nicht die erforderliche Energiedichte und verursachen bei der Herstellung grosse

technisch reifen und verfügbaren, aber ihre kommerzielle Nutzung ist noch nicht möglich. D'une part, les pertes lors de la reconversion en énergie (power-to-gas-to-power) sont trop élevées, avec un degré d'efficacité de 30 %; d'autre part, l'écart entre les prix les plus élevés et les plus faibles est trop réduit pour que les coûts d'exploitation et de stockage puissent être couverts. Selon la SE2050, ces fortes pertes posent un problème supplémentaire: l'excédent stocké en été doit être plus de trois fois supérieur à la quantité d'énergie requise en hiver. Or une telle augmentation paraît très lointaine, surtout avec l'électrification du chauffage des bâtiments (remplacement des dispositifs au mazout par des pompes à chaleur), la mobilité (voitures électriques) et le besoin d'énergie croissant en raison de la digitalisation.

D'autres technologies, comme les dispositifs de stockage à air comprimé, sont au banc d'essai, mais leur exploitation commerciale n'est pas attendue de sitôt.



#### Steigender Verbrauch

Diverse Faktoren, wie beispielsweise die Elektromobilität sorgen dafür, dass die Gesellschaft immer mehr Strom benötigt.

#### Consommation en hausse

Différents facteurs, comme par exemple l'électromobilité, font que la société a besoin de toujours plus de courant électrique.

**Naheliegende Lösung?**

Könnte überschüssige Energie im Sommer in Stauseen gespeichert und im Winter wieder abgerufen werden?

**Une solution envisageable ?**

L'excédent d'énergie pourrait-il être stocké en été dans les lacs de retenue puis utilisé en hiver ?



Umweltbelastungen. Sie könnten die Wasserkraftwerke bei der Netzregelung mit schneller Primärregelleistung zwar ergänzen, aber nicht ersetzen. Abgesehen davon könnten Sie die Netzkosten reduzieren, sofern die Vorgaben für die Netznutzungstarife geändert werden, um verursachergerechte Tarife zu ermöglichen. Bei der Power-to-Gas-Technologie müsste der Wirkungsgrad um Faktoren verbessert werden, um einen signifikanten Beitrag zu leisten. Eine solche Entwicklung ist heute aber nicht abzusehen. Das Potenzial von Wasserkraft ist leider nahezu ausgeschöpft. Auch wenn die bestehenden Kraftwerke nicht ausreichen, um die Schweiz im Winter zu versorgen, werden sie auch in Zukunft die wichtigsten Speicher bleiben. Daher muss dafür gesorgt werden, dass sie langfristig auch finanziell nachhaltig betrieben und möglichst ausgebaut werden können.

**Referenz | Référence**

[1] «Europäische Stromverbände: Nachhaltigere Wirtschaft braucht eine tragfähige Energieversorgung», [www.strom.ch](http://www.strom.ch), 10. Oktober 2018. | «Associations électriques européennes: une économie plus durable nécessite un approvisionnement solide en énergie», [www.electricite.ch](http://www.electricite.ch), 10 octobre 2018.

[2] «Jagd nach dem neuen Öl», St. Galler Tagblatt, 20. März 2018 (en allemand).

**Autor | Auteur**

**Olivier Stössel** ist Leiter Technik und Sicherheit beim VSE.  
**Olivier Stössel** est responsable technique et sécurité à l'AES.  
 → VSE, 5000 Aarau  
 → [olivier.stoessel@strom.ch](mailto:olivier.stoessel@strom.ch)

**Les lacs de retenue, toujours prédominants à moyen terme**

Aucune solution au problème du stockage à long terme de grandes quantités d'énergie ne se dessine pour le moment à l'horizon. Les batteries actuellement disponibles ne présentent pas la densité énergétique requise et leur fabrication a de fortes répercussions environnementales. Elles pourraient certes compléter les centrales hydrauliques dans le cadre du réglage du réseau en fournissant rapidement une puissance de réglage primaire, mais non les remplacer. Par ailleurs, elles pourraient réduire les coûts de réseau, pour autant que les dispositions relatives aux tarifs d'utilisation du réseau soient modifiées conformément au principe de causalité. Quant à la technologie du power-to-gas, pour qu'elle puisse réellement peser dans la balance, son degré d'efficacité devrait être considérablement amélioré, ce qui n'est pas à l'ordre du jour. Enfin, l'hydraulique aura malheureusement bientôt atteint ses limites. Bien qu'elles ne suffisent pas à approvisionner le pays en hiver, les centrales existantes resteront les principaux accumulateurs à l'avenir. Il faut donc veiller à leur pérennité, notamment financière, et à leur développement, autant que faire se peut.