

Energie und Raumentwicklung

→ Unsere Energieproduktion prägt den Raum

Énergie et développement territorial

→ Notre production d'énergie marque le paysage

Energia e sviluppo territoriale

→ L'impatto della nostra produzione energetica sul territorio



LIEBE LESERIN, LIEBER LESER

Seit 50 Jahren beleuchtet das Forum Raumentwicklung die Zusammenhänge von Raum und Verkehr und die Schwerpunkte der nachhaltigen Entwicklung. Unser Ziel war stets, ein umfassendes Verständnis für jene Themen zu schaffen, mit denen sich das Bundesamt für Raumentwicklung (ARE) in seiner täglichen Arbeit beschäftigt – und dies für eine Leserschaft mit hohen fachlichen Ansprüchen.

Die Ausgabe, die Sie in den Händen halten, ist die letzte. Veränderte Gewohnheiten im Medienkonsum und eine Neuausrichtung der Kommunikation des ARE haben zum Entscheid geführt, das Magazin einzustellen. Das ARE will die beschränkten Ressourcen künftig anders einsetzen, um Sie, liebe Leserin, lieber Leser, aktueller und gezielter zu informieren.

Wir wollen Sie als Leserin oder Leser aber auf keinen Fall verlieren und möchten mit Ihnen in Kontakt bleiben. Wir würden uns daher freuen, wenn Sie auf www.aren.admin.ch/intra-info unseren Newsletter Intra-Info abonnieren. Er wird in den nächsten Monaten komplett überarbeitet und aufgewertet, um Ihr Informationsbedürfnis zur Verkehrs- und Raumplanung noch besser abzudecken.

Wir danken Ihnen herzlich für Ihre Treue, die Sie dem Forum Raumentwicklung entgegengebracht haben, und würden uns sehr freuen, Sie weiterhin zu unseren geschätzten Leserinnen und Lesern zu zählen.

Das Redaktionsteam Forum Raumentwicklung und das Kommunikationsteam ARE

CHÈRE LECTRICE, CHER LECTEUR,

Cela fait maintenant cinquante ans que le Forum du développement territorial vous informe sur les corrélations entre transports et territoire, ainsi que sur les priorités du développement durable. Notre objectif a toujours été de donner à notre lectorat professionnel une vision globale des questions qui font le quotidien de l'Office fédéral du développement territorial (ARE).

Mais les temps changent, et le présent numéro sera le dernier de cette longue série. Deux raisons principales nous ont poussés à prendre la décision d'interrompre cette publication : les nouvelles manières de s'informer des différents publics, et une réorientation de nos organes de communication. Disposant de ressources limitées, l'ARE va désormais chercher à vous informer des thèmes qui l'occupent d'une manière à la fois plus ciblée et plus proche de l'actualité, en misant sur d'autres médias.

Cela dit, nous souhaitons absolument vous conserver comme interlocuteurs. Nous vous proposons donc de rester informés sur les questions de transports et d'aménagement du territoire en vous abonnant à notre newsletter Intra-Info (www.aren.admin.ch/intra-info), que nous allons remanier de fond en comble ces prochains mois, en lui donnant une forme plus attractive.

Nous vous sommes très reconnaissants de la fidélité que vous nous avez manifestée pendant toutes ces années, et serions honorés de continuer à vous compter parmi nos lecteurs.

L'équipe de rédaction du Forum du développement territorial et l'équipe de communication de l'ARE

CARE LETTRICI, CARI LETTORI,

Il «Forum sviluppo territoriale» mette in luce i nessi fra territorio e trasporti e gli ambiti tematici prioritari dello sviluppo sostenibile da ormai 50 anni. Il nostro obiettivo è sempre stato quello di divulgare a un pubblico ampio, ma non per questo meno competente ed esigente, i temi di cui l'Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE) si occupa quotidianamente.

L'edizione che state sfogliando è l'ultima. L'evoluzione delle abitudini nella fruizione dei media e un riorientamento della comunicazione dell'ARE hanno portato alla decisione di interrompere questa pubblicazione. In futuro, l'ARE intende investire altrimenti le limitate risorse a sua disposizione, per informare voi lettori in modo più attuale e mirato in merito ai temi che tratta.

Ma non vogliamo assolutamente perdere i nostri lettori, anzi vorremmo rimanere in contatto con voi. Per questo ci farebbe piacere se vi abbonaste alla nostra newsletter «Intra-Info» (www.aren.admin.ch/intra-info). Nei prossimi mesi sarà completamente riveduta e valorizzata, in modo da soddisfare ancora meglio le vostre esigenze d'informazione sulla pianificazione dei trasporti e del territorio.

Vi ringraziamo calorosamente per la fedeltà nei confronti del «Forum sviluppo territoriale» e speriamo di poter continuare a contarvi tra i nostri stimati lettori.

La redazione del «Forum sviluppo territoriale» e il team di comunicazione dell'ARE

INHALT

EDITORIAL	3
LEITARTIKEL Wege zu mehr lokal erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien in der Schweiz	4
INFOGRAFIK Stromproduktion 2021 und 2035	8
ZU GAST «Energieversorgung und Biodiversität in Einklang zu bringen, das ist ein gesellschaftlicher Prozess» Gespräch mit Urs Leugger-Eggimann und Christian Schaffner	10
BUND Nur mit einem robusten Stromnetz gelingt die Energiewende	16
FORSCHUNG Massgeschneiderte Photovoltaikanlagen nutzen den Raum optimal	22
PRAXIS Grand Genève: Die Energie- und Ökowende ist im Gang	24
FORSCHUNG Pfade in die klimaneutrale Energiezukunft	26
FORSCHUNG Das Schweizer Stromsystem der Zukunft wird dezentraler	28
REPORTAGE In Gimmiz wird bald doppelt geerntet	32
KOLUMNE Was ich von einer Fahrt im Elektro-Kleinwagen lernte	38

SOMMAIRE

ÉDITORIAL	41
GRAND ANGLE Produire localement plus de courant renouvelable : les options de la Suisse	42
INFOGRAPHIE Production d'électricité en 2021 et en 2035	46
INVITÉS « Concilier production d'énergie et conservation de la biodiversité représente un véritable défi de société. » Entretien avec Urs Leugger-Eggimann et Christian Schaffner	48
CONFÉDÉRATION Un réseau robuste comme condition première d'une transition énergétique réussie	56
RECHERCHE Des installations photovoltaïques sur mesure pour une utilisation optimale de l'espace	62
PRAXIS Grand Genève : la transition écologique et énergétique est en marche	64
RECHERCHE Le système suisse d'approvisionnement en électricité sera à l'avenir plus décentralisé	66
REPORTAGE À Gimmiz, la double récolte est pour bientôt	70
POINT DE VUE Un trajet en voiture électrique bien instructif	76

SOMMARIO

EDITORIALE	79
ARTICOLO DI FONDO Svizzera: come produrre più elettricità locale da fonti rinnovabili	80
INFOGRAFICA Produzione di elettricità nel 2021 e nel 2035	86
OSPITI «Conciliare l'approvvigionamento energetico e la biodiversità è un processo sociale» Intervista a Urs Leugger-Eggimann e Christian Schaffner	88
REPORTAGE A Gimmiz il raccolto sarà presto doppio	94
RUBRICA Cosa mi ha insegnato un viaggio con un'utilitaria elettrica	100

IMPRESSUM

103

«Erneuerbare Energien brauchen eine geschickte Raumentwicklung.»



Stephan Scheidegger
stellvertretender Direktor ARE
stephan.scheidegger@are.admin.ch



Ulrich Seewer
Vizedirektor ARE
ulrich.seewer@are.admin.ch

Eine zentrale Grundlage des menschlichen Fortschritts ist eine ausreichende Energieversorgung. Dabei prägen Anlagen zur Energieproduktion die Landschaft und verändern diese. So denken wir bei Windmühlen an Holland, bei Kohleabraumhalden ans Ruhrgebiet und bei Staumauern an die Alpen. In der Schweiz trug der Abbau von Torf als Energiequelle zum fast vollständigen Verschwinden der Moore bei. Die übermässige Nutzung von Holz wiederum führte hierzulande im 19. Jahrhundert dazu, dass der Wald 1876 durch das erste eidgenössische Forstpolizeigesetz geschützt wurde. Die Verfügbarkeit von Wasserkraft schliesslich war in der Schweiz oft der Grund, Gewerbe und Industrie anzusiedeln, und ermöglichte es bereits früh, die Eisenbahn zu elektrifizieren.

Während es anschliessend einige Jahrzehnte lang gelang, den inländischen Energiebedarf zu einem grossen Teil mit importierten, fossilen Energieträgern abzudecken, stehen wir heute an der Schwelle eines neuen Zeitalters. Der Kampf gegen den Klimawandel, der vom Stimmvolk beschlossene Verzicht auf Atomkraftwerke, die Verwerfungen auf den weltweiten Energiemärkten und nicht zuletzt der Krieg in der Ukraine machen es nötig, sehr viel mehr erneuerbare Energie in unserem Land zu produzieren als bis anhin. Mit einer geschickten Raumentwicklung haben wir die Chance, Anlagen zur Nutzung von Wind, Sonne, Biomasse und Wasser sowie Speicher und Verteilnetze so zu planen, dass sie Landschaften und Siedlungsgebiete nicht in Mitleidenschaft ziehen. Überdies soll diese Infrastruktur die Biodiversität nicht übermässig beeinträchtigen, sondern diese wenn möglich sogar fördern. Gleichzeitig gilt es, unsere Siedlungen und die Mobilität so zu entwickeln, dass der Energiebedarf von Bevölkerung und Wirtschaft möglichst gering ist. Gefragt sind auch schlanke, faire Planungsverfahren für die Energieproduktion und -verteilung, die Lösungen ermöglichen können, an die wir heute noch gar nicht denken. Das vorliegende Heft beleuchtet verschiedene Facetten der Energie- und Raumentwicklung aus übergeordneter Perspektive. Es zeigt damit, wie wichtig die Förderung der erneuerbaren Energien ist und wie die nachhaltige Gestaltung der zukünftigen Energielandschaften gelingen kann.

Wege zu mehr lokal erzeugtem Strom aus erneuerbaren Energien in der Schweiz

Evelina Trutnevyte

evelina.trutnevyte@unige.ch

Ein Jahrzehnt Umsetzung der Energiestrategie 2050 zeigt, dass die Schweiz den Ausbau neuer erneuerbarer Energien auf dezentraler Ebene noch stärker vorantreiben muss. Photovoltaik (PV) ist heute die wichtigste Technologie, auf die sich die Anstrengungen konzentrieren sollten. Dazu gehört insbesondere auch PV auf bisher unbebauten Flächen in den Bergen und in Landwirtschaftsgebieten. Diese PV-Projekte werden einen komplexen Kompromiss zwischen erneuerbarer Elektrizität und Landschaftsschutz erfordern.

Mit der Energiestrategie 2050 aus dem Jahr 2011 und dem revidierten Energiegesetz von 2016 hat sich die Schweiz verpflichtet, aus der Atomenergie auszusteigen. Gleichzeitig will der Bundesrat den Stromanteil aus neuer erneuerbarer Energie, die lokal erzeugt wird, deutlich erhöhen. Zur Auswahl stehen Photovoltaik (PV), Windkraft, Biomasse in Form von Biogas und Holz sowie Tiefengeothermie. Das Energiegesetz sieht für 2035 eine Stromerzeugung aus neuen erneuerbaren Energien von 17 Terawattstunden (TWh) vor, was etwa einem Drittel des prognostizierten Strombedarfs der Schweiz in diesem Jahr entspricht. Im Rahmen des Förderprogramms SWEET EDGE¹ haben drei Forschungsteams der Universität Genf, der ETH Zürich und der ETH Lausanne gemeinsam mithilfe

¹ EDGE («Enabling Decentralized renewable Generation in the Swiss cities, midlands, and the Alps») ist ein Projekt innerhalb des Förderprogramms SWEET («Swiss Energy research for the Energy Transition») des Bundes (sweet-edge.ch).



Fahrradfahrerin bei den Windkraftanlagen auf dem Mont Soleil.

von Modellen berechnet, dass dieses Ziel technisch und wirtschaftlich machbar ist und sogar auf 25TWh/Jahr erhöht werden könnte. Diese Steigerung ist insbesondere für das Ziel der Schweiz von Bedeutung, bis 2050 CO₂-neutral zu sein beziehungsweise netto keine CO₂-Emissionen mehr zu verursachen. Der Bundesrat hatte dieses Ziel 2019 beschlossen, damit die Schweiz ihren Beitrag leistet, um die globale Erwärmung auf 1,5 Grad gegenüber dem vorindustriellen Niveau zu begrenzen. Um CO₂-Neutralität zu erreichen, müssen alle Sektoren nahezu vollständig dekarbonisiert werden. Dabei wird die stärkere Elektrifizierung von Verkehr und Heizung zu einer höheren Stromnachfrage führen, selbst wenn man eine starke Energieeinsparung und Effizienzsteigerungen berücksichtigt. Mit 25TWh/Jahr an erneuerbarer Elektrizität im Jahr 2035 wäre die Schweiz auf dem Weg, im Jahr 2050 CO₂-neutral zu sein. Dies bedeutet jedoch, dass ein erheblicher Anstieg gegenüber dem zu erwartenden Stand von Ende 2022 von 5 TWh und der bisherigen langsamen Entwicklung der Energiewende erforderlich ist.

Hoffnungen liegen in der Photovoltaik

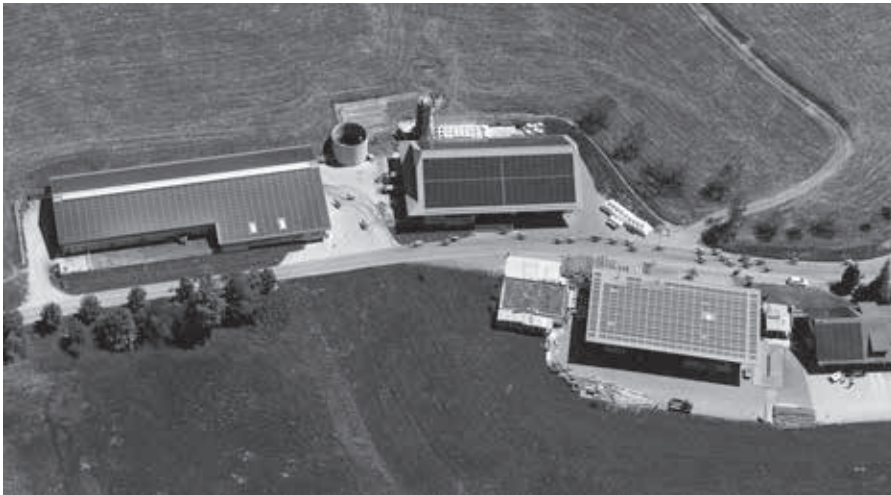
Nach der Analyse einer umfassenden Liste von Technologieoptionen sind sich die drei EDGE-Forschungsteams einig, dass PV die wichtigste Technologie ist, um das Ziel von 25TWh/Jahr zu erreichen. Deutlich kleinere Beiträge liefern Biomasse und Windenergie, der Beitrag der Tiefengeothermie ist vernachlässigbar. PV-Anlagen sind immer günstiger und können relativ flexibel in der ganzen Schweiz eingesetzt werden: auf Dächern von Wohn- und Industriegebäuden, auf Schallschutzmauern an Verkehrsinfrastrukturen und auf anderen bebauten Flächen wie Parkplätzen und Bahnanlagen. Allerdings hat der Ausbau von PV-Anlagen bisher bei Weitem nicht das Tempo erreicht, das nötig wäre, um die Ziele von 17 oder 25TWh/Jahr bis 2035 zu erreichen. Zwei weitere Arten von PV-Anla-

gen würden einen schnelleren Übergang ermöglichen: Photovoltaik in den Bergen und Agri-PV. In den Alpen hat die Solarstromerzeugung den Vorteil, dass die Sonne im Winter stärker einstrahlt und stärker vom Boden reflektiert wird, weshalb PV auch im Winter oder an bewölkten Tagen produktiver ist als PV auf Hausdächern im Mittelland. Dieser Vorteil ist wichtig für die Schweiz, die mit einer Winterstromlücke konfrontiert ist: Im Winter steigt die Stromnachfrage, gleichzeitig fällt die Wasserkrafterzeugung geringer aus als im Sommer. Dabei kann PV in den Bergen so installiert werden, dass sie zusätzlich von den Reflexionen der Schneedecke profitiert. PV-Anlagen in den Bergen können ausserdem in bestehende Infrastrukturen

und bereits veränderte Landschaften integriert werden. Beispiele dafür sind die PV-Anlage Mutsee an einer Staumauer oder die schwimmende PV-Anlage auf dem künstlichen Lac des Toules. PV-Anlagen in den Bergen können aber auch auf bisher unbebautem Land errichtet werden, was ein enormes ungenutztes Potenzial eröffnet. In Bezug auf Agri-PV könnten die PV-Anlagen so in landwirtschaftliche Gebiete integriert werden, dass sie den Landnutzungskonflikt zwischen Stromerzeugung und Nahrungsmittelproduktion entschärfen, indem ein und dasselbe Stück Land gleichzeitig für beide Zwecke genutzt wird. Neben der Stromerzeugung kann die PV in der Landwirtschaft auch dazu beitragen, den Ertrag der landwirtschaftlichen



Seit 2019 in Betrieb: die Pilotanlage im Stausee Lac des Toules auf über 1800 m ü. M.



Landwirtschaftliche Gebäude mit Solardächern auf dem Zugerberg.

Produktion zu erhöhen, indem beispielsweise Beeren oder Gemüse vor Hagel oder Hitze geschützt werden.

Erneuerbarer Strom versus Landschaftsschutz

Ein höherer Anteil von inländischem Strom aus erneuerbaren Energiequellen hat viele Vorteile: geringere negative Umweltauswirkungen, eine grössere Unabhängigkeit von geopolitischen Instabilitäten und mehr Beschäftigung. Die Erhöhung der Produktionskapazität bedeutet aber auch, dass mehr Land und Landschaft für Energiezwecke verbraucht wird. Nimmt man den ganzen europäischen Kontinent zum Massstab, so wird erwartet, dass der direkte Flächenbedarf für alle Kraftwerke und Stromanlagen in einem künftigen Elektrizitätssystem, das auf einheimischen erneuerbaren Technologien basiert, um bis zu einem Drittel höher sein wird als heute. In der Schweiz dürfte diese Grössenordnung ebenfalls zutreffen. Ein klar höherer Flächenbedarf hat unweigerlich negative Auswirkungen auf die Landschaftsqualität und die biologische Vielfalt. Zudem steht der Bedarf in Konkurrenz mit anderen Flächen-

nutzungsarten. Windenergie ist ein bekanntes Beispiel für eine Technologie, die dazu neigt, landschaftsbezogene Einschränkungen mit sich zu bringen. Das ist ein zentraler Grund dafür, dass ihr Ausbau in der Schweiz seit ein paar Jahren harzt. Die EDGE-Teams haben allerdings ein beträchtliches Potenzial für Windenergie in der Schweiz ausgemacht, das zur Diversifizierung der Stromerzeugung genutzt werden könnte und den Solarstrom um den dringend benötigten Winterstrom ergänzen würde.

Inländische Stromerzeugung versus Import

Im August 2022 hat die Kommission für Umwelt, Raumplanung und Energie (UREK) des Nationalrats beschlossen, dass eine Neubeurteilung in der Abwägung Energieproduktion versus Landschaftsverbrauch vorgenommen werden muss. Damit ist die Diskussion über den Bau von PV-Anlagen auf bisher un bebautem und unberührtem Gelände in den Alpen eröffnet. Diskutiert wird, wie der Einsatz von PV in den Bergen ermöglicht und rasch realisiert werden kann.

Wenn neue erneuerbare Stromerzeugungsanlagen in der Schweiz nicht rechtzeitig und

in grossem Umfang gebaut werden können, bedeutet dies, dass die Abhängigkeit von Stromimporten fortbesteht und nach dem Ausstieg aus der Atomenergie sogar weiter zunimmt. Da die Schweiz im Zentrum Europas liegt, profitiert sie von Verbundnetzen mit mehreren Ländern. Diese ermöglichen es unserem Land, sein Stromangebot und seine Stromnachfrage dank dem kontinentalen Stromnetz auszugleichen und von den Stompreisunterschieden zu profitieren.

Die Schweiz befindet sich damit in einer privilegierten Situation. Einige Energiefachleute haben vorgeschlagen, dass der europäische Verbund auch genutzt und ausgebaut werden könnte, um unsere Landschaft vor Projekten der erneuerbaren Energie zu schützen und gleichzeitig die Kosten für die Erreichung der Energie- und Klimaziele zu senken. Dies könnte durch Investitionen in die Stromerzeugung im Ausland erreicht werden, indem Offshore-Windkraft in der Nordsee oder Solarkraftwerke in Nordafrika installiert werden. Die Energie könnte dann in Form von Strom oder alternativ in Form von Wasserstoff in die Schweiz importiert werden, der mit Hilfe von Solar- und Windstrom hergestellt wird. Auch wenn diese Optionen auf den ersten Blick den Reiz haben, den Druck



Das AKW Mühleberg wird derzeit rückgebaut.



Die Staumauer des Zevreilasees bei Vals.

der Energiewende auf die Landschaft der Schweiz zu mindern, haben sie auch ihre Schattenseiten. Erstens zeigt die anhaltende Energiekrise in Europa aufgrund des Kriegs in der Ukraine, dass es sowohl für die Versorgungssicherheit als auch für die Wirtschaft nicht klug ist, alles auf die Karte Import zu setzen. Die ungelöste Situation um das Rahmenabkommen zwischen der Schweiz und der Europäischen Union kann dieses Vorgehen zusätzlich erschweren. Zweitens hat die EU ebenfalls zum Ziel, bis 2050 die CO₂-Neutralität zu erreichen. Auch andere europäische Länder erhöhen ihren Anteil an neuer erneuerbarer Stromerzeugung, um ihre eigenen Klimaziele zu erreichen. Es ist unrealistisch zu erwarten, dass diese Staaten dem Export von Strom aus erneuerbaren Energien in die Schweiz Vorrang vor dem Schutz der ei-

genen Landschaften und der Sicherstellung der eigenen Versorgungssicherheit einräumen werden.

Eine schwierige Wahl ohne Gewinn für die Landschaft

Angesichts der Dringlichkeit, den Klimawandel einzudämmen, der Besorgnis über die Versorgungssicherheit und des Risikos eines Atomunfalls muss die Schweiz die Stromerzeugung aus inländischen erneuerbaren Energiequellen erheblich steigern. Ein Jahrzehnt Umsetzung der Energiestrategie 2050 zeigt, dass die Energiewende zwar begonnen hat, aber bisher zu langsam ist und deutlich beschleunigt werden muss. Der Bau von PV-Anlagen in den Bergen und auf landwirtschaftlichen Flächen zusätzlich zu PV-Anla-

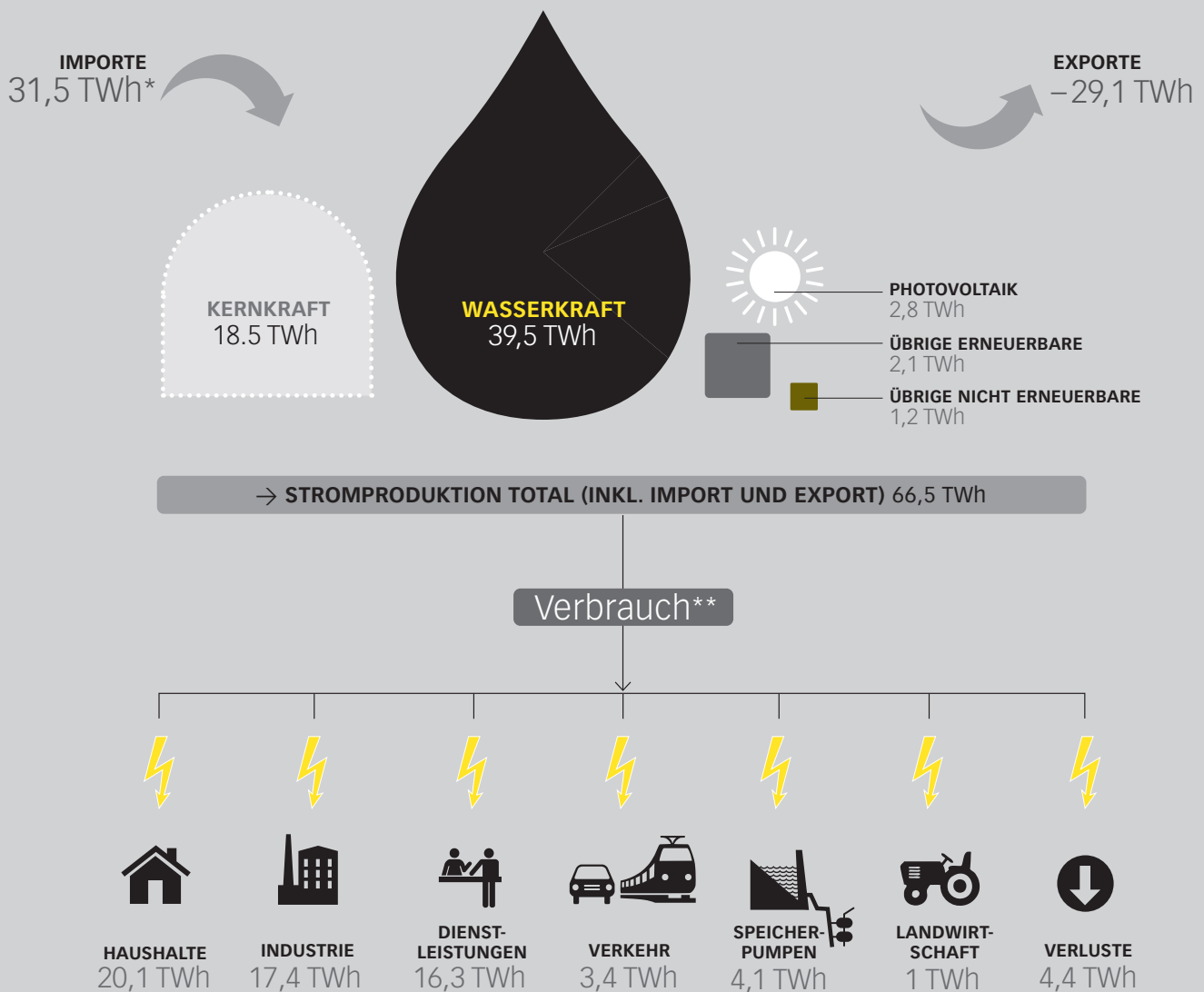
gen auf bestehenden Gebäuden und Infrastrukturen ist unter technischen, wirtschaftlichen und sicherheitstechnischen Gesichtspunkten vielversprechend. Allerdings wird der Kompromiss zwischen erneuerbarem Strom und Landschaft bei dieser Art von PV noch schwieriger sein als beispielsweise bei der Windenergie. Denn diesmal geht es um noch grössere, bisher unberührte Flächen in den Bergen. Gleichzeitig gibt es nur wenige Alternativen, wenn die Schweiz – wie andere europäische Länder auch – ihren Beitrag leisten will, um die Energie- und Klimaziele zu erreichen. Falls die Schweiz keine Atomkraft, keine Windkraft, keine grossen PV-Anlagen auf bisher un bebauten Flächen und auch keine erhöhte Importabhängigkeit möchte – wie will sie dann ihren Strombedarf decken? —



EVELINA TRUTNEVYTE, *1984, promovierte in Umweltsystemwissenschaften an der ETH Zürich und bringt zusätzliche Erfahrungen von der Carnegie Mellon University in den USA, dem University College London in Grossbritannien, der Aalborg University in Dänemark und der Vilnius Gediminas Technical University in Litauen mit. Seit 2018 leitet sie den Lehrstuhl für Erneuerbare Energiesysteme des Instituts für Umweltwissenschaften (ISE) in der Sektion für Erd- und Umweltwissenschaften an der Universität Genf. Sie ist Co-Leiterin des Projekts SWEET EDGE, an dem 17 akademische Partner und über 60 Partner aus Industrie und öffentlichen Verwaltungen beteiligt sind.

Stromproduktion 2021

In den nächsten Jahrzehnten soll die Stromproduktion aus erneuerbaren Energien massiv ausgebaut werden. Darin ist sich die Politik einig. Die Debatten um das Ausmass sind im Gang. Was jetzt schon klar ist: Der Ausbau, vor allem der Photovoltaik, hätte sichtbare Folgen für den Raum.

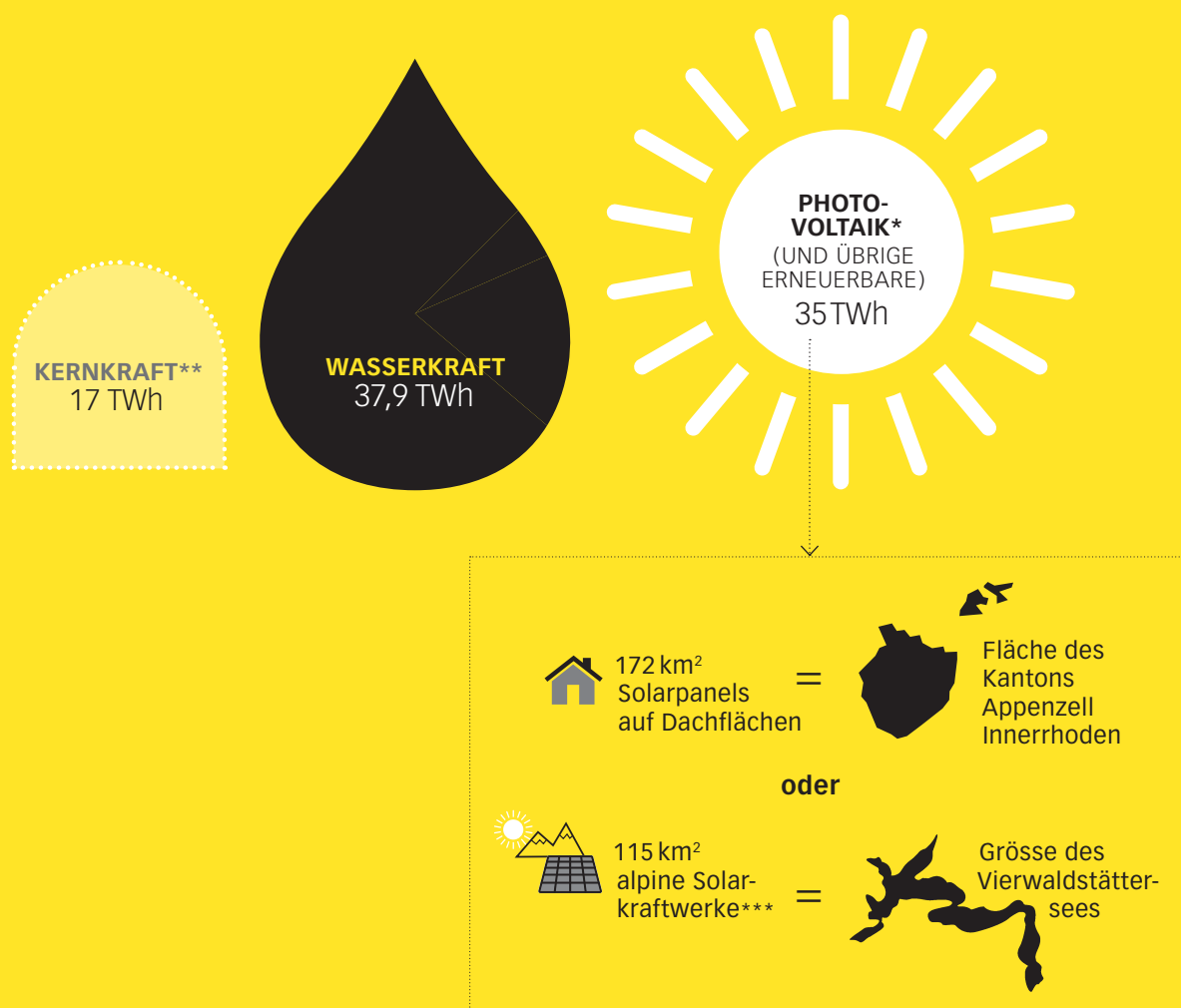


* TWh = Terawattstunde

** Die Differenz zwischen Verbrauch und Produktion ergibt sich aus Rundungen.

Stromproduktion 2035

Die Grafik zeigt den Stand der aktuellen politischen Diskussion. Der Ständerat hat in der Herbstsession seinen Entwurf für einen Ausbau der erneuerbaren Energie verabschiedet. Die Beratung des Nationalrats war bei Redaktionsschluss noch nicht abgeschlossen.



Die Grössenvergleiche wurden auf Basis von 35 TWh Solarenergie gerechnet.

* Die Solarkraft soll den weitaus grössten Teil der neuen erneuerbaren Energie produzieren. Auf die übrigen Erneuerbaren wie z.B. Windkraft entfallen nur wenige TWh.

** Der Ausbau der erneuerbaren Energien erfolgt vor allem im Hinblick auf den Ausstieg aus der Kernenergie. Doch die Schweizer Kernkraftwerke haben unbestimmte Laufzeiten. Sie dürfen so lange betrieben werden, wie sie die gesetzlichen Sicherheitsanforderungen erfüllen. Die aktuellen Investitionen sind auf rund 60 Jahre Betrieb ausgerichtet. Demnach könnten im Jahr 2035 die beiden älteren KKW Beznau I und II nicht mehr in Betrieb sein. Die anderen hingegen schon.

*** Alpine Solarkraftwerke produzieren pro Quadratmeter 50 Prozent mehr Strom, weil es in den Alpen seltener neblig ist und die Sonneneinstrahlung höher ausfällt.

«Energieversorgung und Biodiversität in Einklang zu bringen, das ist ein gesellschaftlicher Prozess»

Interview: Pieter Poldervaart
Fotos: Miriam Künzli



Die drohende Energieknappheit schafft plötzlich politische Mehrheiten für einen raschen Ausbau von Photovoltaik auch ausserhalb des Siedlungsraums. Christian Schaffner von der ETH Zürich plädiert dafür, alle Optionen für die Produktion erneuerbarer Energie offen zu halten. Urs Leugger-Eggimann, Geschäftsleiter von Pro Natura, warnt hingegen davor, eine unkontrollierte Solaroffensive auf freien Flächen in den Alpen ignoriere die Anliegen der Biodiversität.

Herr Schaffner, wie ist es dazu gekommen, dass die Photovoltaik (PV) innert Monaten auf breiter Basis salonfähig geworden ist?

Christian Schaffner: Wir stehen vor einer doppelten Krise. Einerseits müssen wir aufgrund der Klimaerwärmung weg von den fossilen Energien. Das wissen wir schon seit Jahren, spätestens seit dem Pariser Klimaabkommen 2015. Nun hat der Krieg in der Ukraine der Forderung eine neue Dringlichkeit verliehen. Es geht nicht mehr nur um die ökologische Frage, sondern darum, die Abhängigkeit von Russland zu verringern, und zwar schnellstmöglich. Dieser zweite Schub, eine nachhaltige Energieversorgung aufzubauen, enthält zudem die Forderung, möglichst viel Energie innerhalb der eigenen Landesgrenzen zu produzieren. Jetzt müssen wir aushandeln, wie viel Gewicht die einzelnen Dimensionen der Nachhaltigkeit bekommen sollen; im Grunde ist das ja auch die Aufgabe der Raumplanung. Dieser Entscheid ist an sich nichts Neues: In der Vergangenheit etwa ging es um Skigebiete in den Alpen – deren Lifte möglicherweise schon bald stillstehen, weil der Schnee fehlt. Nun brauchen wir einen Konsens für PV-Anlagen ausserhalb des bereits bebauten Raums.

Was ist denn so attraktiv an PV in den Bergen?

Schaffner: Aus produktionstechnischer Sicht ist alpine PV hervorragend: Im Winter profitieren die Alpen von einer hohen Sonneneinstrahlung mit wenig Nebel. Dazu kommen tiefe Temperaturen, was die Leistungsfähigkeit der PV weiter erhöht. Liegt Schnee, erzeugt dieser eine Rückstrahlung, welche die Energieernte weiter vergrössert und auch beidseitig aktive und damit effizientere Solarzellen sinnvoll macht, was die Ausbeute nochmals verbessert. Auf der anderen Seite sind die Bau- und Erschliessungskosten in der Peripherie natürlich höher als im Mittel-land.

Urs Leugger-Eggimann: Weil diese Flächen schlechter erschlossen sind, sind sie häufig ökologisch wertvoller. Hier kommt nun die Raumplanung ins Spiel: In der dicht bebauten Schweiz ist praktisch jeder Quadratmeter einer Nutzung zugewiesen. Soll diese verändert werden, braucht es eine sorgfältige Planung auf möglichst hoher Staatsebene. Sie hilft, herauszufinden, wo welche neue Nutzung verträglich ist. Bei dieser Abwägung darf die Produktion erneuerbarer Energien nicht einfach über die Interessen der Natur gestellt werden. Der Erhalt der Biodiversität ist für uns alle mindestens so überlebenswichtig wie die Überwindung der Klimakrise.

Und wie kommt man zu einem Konsens?

Leugger: Der Ausbau der Erneuerbaren muss dort erfolgen, wo der Schaden für die Biodiversität möglichst gering ist. Der Solaroffensive im Alpengebiet fehlt exakt dieses Bewusstsein. Es fehlt ein Zwischenschritt auf Ebene der kantonalen Richtpläne oder auf Bundesebene, der zeigt, wo die Energieproduktion Vorrang hat und wo umgekehrt die Biodiversität eine derart grosse Bedeutung hat, dass Energieanlagen tabu sind. Diese sorgfältige und frühzeitige Abklärung, wie sie beispielsweise der Windatlas Schweiz für die Potenziale im Bereich Windenergie erarbeitet hat, fehlt mir bisher für die Freiflächen-PV.

«Wir stehen vor einer Biodiversitätskrise, die so existenziell ist wie die Klimakrise.»

Urs Leugger-Eggimann

Aber reicht angesichts der Dringlichkeit die Zeit für solche Prozesse?

Leugger: Natürlich sind wir unter Druck. Wir von den Umweltverbänden fordern ja schon seit Jahrzehnten, erneuerbare Energieträger zu favorisieren. Doch es ist fahrlässig, jetzt alles auf eine Karte zu setzen und das Kind mit dem Bade auszuschütten. Dass wir aus der fossilen und atomaren Energie aussteigen müssen, ist indiskutabel. Ein PV-Ausbau ist aber durchaus möglich im Einklang mit dem Schutz der Biodiversität. Wer jetzt überhastet einen unausgereiften Ausbau der Erneuerbaren erlaubt, riskiert, die ökologische Infrastruktur zu schwächen, was die Biodiversitätskrise weiter anheizt. Denn eine starke Biodiversität trägt dazu bei, die Folgen des Klimawandels zu lindern. Intakte Moore etwa binden mehr CO₂ als Wiesland, vielfältige und funktionale Wälder können die Folgen von Naturereignissen wie Lawinen und Starkregen abfedern.

Gibt es denn Alternativen zur PV-Anbauschlacht in den Alpen?

Leugger: In diesem Juni haben wir von der Umweltallianz mit einer neuen Publikation gezeigt, wie eine naturverträgliche Energie-

wende bis 2035 aussehen kann. Das ungenutzte Potenzial im Siedlungsraum ist enorm. Mit PV-Anlagen auf bebauter Fläche könnten wir nochmals so viel Strom produzieren, wie wir heute verbrauchen. Gleichzeitig könnten wir mit Massnahmen zur Effizienzsteigerung und zum Stopp der Energieverschwendung den aktuellen Strombedarf um rund ein Drittel senken. Das alles geht nicht zu Lasten der Biodiversität. Wieso fangen wir nicht hier an, mit Investitionen und schnelleren Bewilligungsverfahren, anstatt unsere letzten Naturräume zu opfern?

Herr Schaffner, genügt es, den PV-Ausbau im Siedlungsraum zu forcieren?

Schaffner: Zuerst noch eine Bemerkung zur Belastung der Biodiversität durch die Energienutzung in den Alpen: Die bisherige Stromproduktion, die Wasserkraft, ist ein starker Eingriff in die Umwelt, der kaum reversibel ist. Bei PV verhält es sich anders. Die Veränderungen sind viel schwächer. Zudem können Installationen und Zufahrtsstrassen wieder rückgebaut werden. Womöglich würde es reichen, solche Anlagen während 20 bis

30 Jahren aufzustellen. Solche Eingriffe brauchen also nicht für die Ewigkeit zu sein. Zudem haben offenbar gewisse Anlagen sogar einen positiven Einfluss auf die Biodiversität, etwa wenn sie durch die Abschattung seltener Pflanzen und Tieren einen Lebensraum ermöglichen.

Herr Leugger, schafft die Alpen-PV neue Biotope?

Leugger: Wenn es Situationen gibt, in denen Biodiversität nachweislich profitiert, können



«Wenn wir Photovoltaik zusätzlich zum Siedlungsraum auch in den Alpen nutzen, kann das helfen, weniger Gaskraftwerke bauen zu müssen.»

Christian Schaffner

solche Installationen aus Naturschutzsicht Sinn machen. Was die Rückbaubarkeit angeht, bin ich aber skeptisch. Schon heute rosten in unseren Bergen unzählige Seilbahnen und Skilifte vor sich hin, für die sich niemand mehr zuständig fühlt. Besser, wir finden Gebäude und Infrastrukturen, möglicherweise auch Flächen in den Alpen, die bezüglich Landschaft und Biodiversität schon belastet sind – und davon gibt es viele: Autobahnen, Lawinenverbauungen, Skigebiete.

Oder sollte die PV gleich im bebauten Raum bleiben, Herr Schaffner?

Schaffner: An der ETH haben wir mit verschiedenen Szenarien gerechnet, die zeigen, dass

CHRISTIAN SCHAFFNER studierte Elektrotechnik an der ETH Zürich, wo er auch doktorierte. Nach Stationen in der Privatwirtschaft und beim Bundesamt für Energie leitet er seit 2013 als geschäftsführender Direktor das Energy Science Center (ESC) der ETH Zürich.

die Dachfläche in der Schweiz theoretisch reicht, unseren Strombedarf zu decken. Das Problem ist, dass es viel Zeit braucht, dieses kleinteilige Potenzial zu nutzen. Jedes einzelne Dach benötigt eine Bewilligung des Elektrizitätswerks und der Baubehörde. Dann müssen Handwerker die Anlagen montieren. Diese Berufsleute fehlen uns heute. Wirtschaftlich spricht heute nichts mehr gegen Anlagen auf Dächern im bebauten Raum, das rentiert sich in aller Regel, aber es hapert an der Umsetzung. Kurz: Aus technischer Sicht müssen wir in Sachen PV alles machen, was machbar ist. Wir brauchen zusätzlichen Strom.

Also auch PV in den Alpen?

Schaffner: Es ist eine Güterabwägung. PV-Strom aus den Alpen kann helfen, auf Gaskraftwerke zu verzichten, die im Winter als Sicherung geplant sind, um die Verbrauchsspitzen zu kappen. Beide Technologien haben ihre Nachteile. Neue Gaskraftwerke müssten wir mit CO₂-Abscheidung bauen und dieses Klimagas einlagern. Das ist kompliziert und teuer. Wenn wir also zusätzlich zum Siedlungsraum die Alpen nutzen können, hilft das, weniger Gaskraftwerke zu bauen. Entlasten kann auch der Ausbau von Agri-PV.

Leugger: Landwirtschaftsflächen werden zwar häufig intensiv genutzt und sind darum für die Biodiversität nicht mehr sehr wertvoll. Doch auch bei Agri-PV muss diese Güterabwägung stattfinden – vielleicht wäre es gerade hier sinnvoll, in mehr Biodiversität statt PV zu investieren.

Sollten wir also einmal mehr abwarten und Studien lancieren?

Schaffner: Eine mögliche Energieversorgungslücke in diesem Winter müssen wir ohnehin anders als mit neuen PV-Anlagen lösen, schlicht mit der Reduktion des Verbrauchs und vielleicht durch kluge Absprachen mit

unseren Nachbarländern. Solche Diskussionen laufen ja schon. Ich bin optimistisch, dass bereits 2023 Aussagen möglich dazu sind, welche Folgen Freiflächen-PV auf die Biodiversität haben.

Und dann sind auch Sie, Herr Leugger, eher gesprächsbereit?

Leugger: Selbstverständlich. Aber bevor man im grossen Stil zusätzliche Anlagen baut, müssen wir doch erst mal die Energieverschwendung stoppen. Das haben wir in den

letzten Jahren verpasst. Dabei geht es einerseits darum, die Effizienzpotenziale auszuschöpfen, andererseits aber auch, überflüssigen Verbrauch zu kappen. Erneuerbare Energieanlagen sind nicht per se nachhaltig, sie sind einfach nachhaltiger als die konventionellen Energiequellen. Denn auch die Rohstoffe, die wir für Solar- und Windenergie brauchen, sind endlich. Wir müssen uns bewusst werden, dass Energie kostbar ist, und uns fragen: Wo ist sie wirklich unverzichtbar und wo dient sie nur dem Ankurbeln des Konsums?



URS LEUGGER-EGGIMANN, Dr. phil. II (Biologe), MAS Nonprofit and Public Management, arbeitete in verschiedenen Funktionen bei der Stadtgärtnerei Basel, zuletzt als stellvertretender Amtsleiter. Seit 2013 ist er Geschäftsleiter von Pro Natura, der grössten und ältesten Naturschutzorganisation der Schweiz.



«Das dringliche Solargesetz ist ein Freipass für PV-Grossanlagen, deren Platzierung komplett zufällig gewählt wurde.»

Urs Leugger-Eggimann

Schaffner: Für Freiflächenanlagen könnte man auch Tests lancieren. Ein oder zwei Pilotprojekte, die – falls nötig – mit einer Spezialbewilligung schnell in Betrieb gehen, könnten zeigen, was man von der alpinen PV wirklich erwarten kann oder befürchten muss. Solche Pilotprojekte würden Ergebnisse liefern, bevor man die Technik im grossen Stil ausrollt. Aus gesellschaftlicher Sicht wäre das sehr hilfreich – und die Anlagen wären rückbaubar.

Leugger: Im Zusammenhang mit unseren Szenarien haben wir ebenfalls über solche Pilotanlagen nachgedacht. Das gäbe die nötige Sicherheit – und würde vermeiden, dass man Schnellschüsse, wie im jetzigen Dringlichkeitsgesetz vorgesehen, umsetzt. Denn mit diesem Freipass soll im Saflischtal eine Grossanlage entstehen, wobei der Ort komplett zufällig gewählt wurde: Das Gebiet ist

einzig für die Alpwirtschaft erschlossen. Das Projekt basiert nicht auf technischen Abklärungen, sondern darauf, dass die Standortgemeinde einen findigen Gemeindepräsidenten mit guten Beziehungen zu einem Politfuchs hat. Aus unserer Sicht müsste es doch anders laufen: Am Anfang steht die raumplanerische Abwägung, einen möglichst hohen Energieertrag bei einem möglichst tiefen Schaden für Landschaft und die Biodiversität zu erhalten. So praktizierten wir es ja auch beim «Runden Tisch Wasserkraft».

Schaffner: Was wir vom «Runden Tisch Wasserkraft» und dem Windatlas Schweiz kennen, wäre vermutlich auch bei der Freiflächen-PV möglich. Wir vom ESC haben diesbezüglich eine Basis gelegt: Wir kombinieren GIS-Daten mit geografischen und geologischen Parametern wie Neigung und Lawinengefahr, der Erschliessung mit Strassen

und dem Anschluss ans Stromnetz. Was noch fehlt, ist die Integration der Biodiversität.

Der Windatlas scheint den Ausbau der Windenergie allerdings nicht beflügelt zu haben. Erwarten Sie mit der drohenden Energieknappheit, dass regulatorische Einschränkungen auch bei der Windenergie abgebaut werden?

Leugger: Tatsächlich wissen wir, dass der Freipass in der alpinen PV im neuen Dringlichkeitsgesetz auch Begehrlichkeiten andernorts weckt. Zwar hat das Bundesamt für Justiz klargemacht, dass der Dambruch für Alpen-PV nicht verfassungskonform ist. Die Aussagen der jüngsten Studie, gemäss der 1000 neue Windanlagen erstellt werden können, bestreiten wir. Die Umweltallianz hat ausgerechnet, dass naturverträglich ein Zubau von 250 bis 300 Anlagen bis 2035 möglich ist – schon das wäre eine Verzwanzigfachung der heutigen Kapazität.

Schaffner: Aus technischer Sicht ist jeder Ausbau der Windkraft begrüssenswert, PV und Wind ergänzen sich perfekt. Doch während PV aktuell stark zugebaut wird, stockt die Entwicklung beim Windstrom.

Apropos «Runder Tisch Wasserkraft»: Stehen die Umweltverbände noch hinter dem Kompromiss?

Leugger: Unbedingt. Die Liste der 15 Anlagen, bei denen das Verhältnis zwischen zusätzlichem Ertrag und dem Eingriff in die Landschaft besonders gut ist, und deren Bewilligungsprozesse darum vorangetrieben werden sollen, macht Sinn. Zur Einigung gehören aber nicht einfach 15 potenziell umweltverträgliche Projekte, sondern insbesondere auch die ökologische Sanierung bestehender Wasserkraftwerke sowie ökologische Ausgleichs- und Ersatzmassnahmen. In jüngster Zeit wollen die Promotoren der Wasserkraft diese Ersatzmassnahmen teilweise nicht mehr gelten lassen, das ist empörend. Wenn es ihnen ernst ist mit der Beschleunigung des Ausbaus, müssen sie sich jetzt an die

Abmachungen halten. Denn wir stehen vor einer Biodiversitätskrise, die so existenziell ist wie die Klimakrise.

Wasser, Wind und PV: Wenn wir die inländische Produktion hochschrauben, reichen dann unsere Speicherkapazitäten, Herr Schaffner?

Schaffner: Da muss ich etwas ausholen: Was vielen zu wenig bewusst ist, unsere Versorgungssicherheit hängt zentral davon ab, ob die Schweiz optimal in das europäische Umland eingebettet ist. Doch aktuell wird vor allem über die inländische Stromproduktion gesprochen. Politisch ebenso wichtig ist, für gute Kontakte zum Ausland, also zur EU, zu sorgen. Vor zehn Jahren war ich als BFE-Mitarbeiter in der Verhandlungsdelegation mit der EU. Schon damals war klar, wie zentral

ein gutes Auskommen mit unseren Nachbarländern ist.

Doch wie steht es um die inländischen Speicherkapazitäten?

Schaffner: Die Energiezukunft wird dynamischer und darauf müssen wir mit mehr Flexibilität reagieren. Dank unserer Pumpspeicherkraft sind wir gut aufgestellt. Weiter hilft uns die steigende Elektromobilität, die mit Vehicle-to-Grid, also der bidirektionalen Nutzung von Autobatterien, neue Mini-Speicher bringen wird. Ein weiteres Puzzleteil ist die Sektorkoppelung, also das Zusammenspiel zwischen Strom und Wärme: So können zum Beispiel Wärmepumpen bei Stromengpässen kurzfristig abgestellt werden. Und schliesslich können schon heute Wärme und Kälte mit Wärmepumpen lokal gespeichert werden. Ein grundsätzliches Speicherproblem sehe ich nicht, aber auch hier braucht es grosse Anstrengungen.

Das sind alles Massnahmen im bebauten Raum. Kann hier die Energieinfrastruktur problemlos ausgebaut werden?

Leugger: Wie bei der Verdichtung gegen innen gilt es auch bei neuen Energieträgern, die Lebensqualität zu erhalten. Auch in Siedlungen braucht es Freiräume, trotz dichterem Wohnen und intensiverer Energieproduktion. Vieles davon, etwa Wärmepumpen oder die Elektromobilität, bedeutet kaum eine zusätzliche Belastung. Doch in der freien Landschaft muss die Abwägung Energienutzung gegenüber Biodiversität und Landschaftsschutz sorgfältig vorgenommen werden, und zwar von der ganzen Gesellschaft. Die Schweiz hat etwa den Ausbau von PV auf Dächern lange verschlafen. Entsprechend unterstützen wir nicht nur die PV-Pflicht für Neubauten, sondern auch für bestehende Liegenschaften. Es gilt, den aktuellen Schwung für die Sonnenenergie zu nutzen.



DER FILM ZUM INTERVIEW

Gespräche mit Christian Schaffner, Direktor des Energy Science Center an der ETH Zürich und Urs Leugger-Eggimann, Geschäftsleiter von Pro Natura in Basel.

Sie finden die Interviews unter:
www.are.admin.ch/forumraumentwicklung

Nur mit einem robusten Stromnetz gelingt die Energiewende

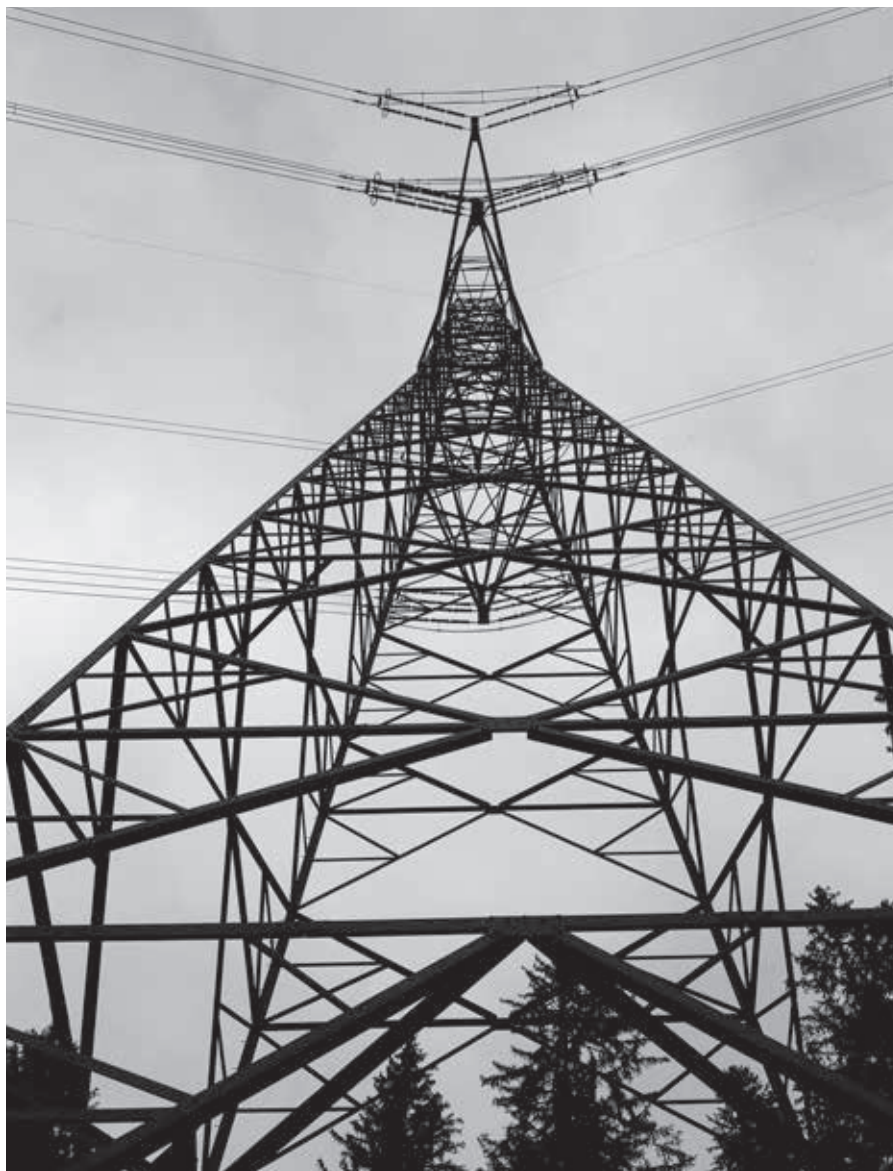
Marc Vogel
marc.vogel@swissgrid.ch

Soll die Energiestrategie 2050+ erfolgreich sein, braucht es ein entsprechendes Übertragungsnetz. Mit dem sogenannten Szenariorahmen Schweiz, den der Bundesrat Ende November beschlossen hat, erhalten die Stromnetzbetreiber eine verbindliche Planungsgrundlage. Das von Swissgrid angestrebte Schweizer Höchstspannungsnetz der Zukunft muss sich laufend den geänderten Anforderungen anpassen. Eine grosse Herausforderung ist dabei der Wandel der Energieproduktion.

Strom ist der Puls unserer Gesellschaft. Fast alles, was wir tun, hängt direkt oder indirekt mit Strom zusammen. Eine jederzeit verlässliche Stromversorgung ist daher essenziell. Angesichts dieser Abhängigkeit ist die Energiewende eine enorme Herausforderung. Atom- und Kohlekraftwerke werden in ganz Europa schrittweise stillgelegt. An ihre Stelle treten eine Vielzahl von erneuerbaren Stromquellen, insbesondere Solar- und Windkraftanlagen, deren Produktion abhängig von der Tageszeit und der Witterung ist. Doch nur, wenn in jeder Sekunde genau gleich viel Strom erzeugt wie verbraucht wird, bleibt das Stromnetz stabil.

Verhalten ändern und neue Technologien clever nutzen

Somit sollten wir den Strom dann verbrauchen, wenn er produziert wird. Und in Zu-



Masten einer Hochspannungsleitung zwischen Latsch und Stugl bei Bergün.

kunft ist das dann, wenn die Sonne scheint und der Wind weht. Wäschewaschen in der Nacht, um die Bandenergie aus Atomkraft zu verbrauchen, ist eine Angewohnheit, die bald nicht mehr zeitgemäss ist. Wann der

Strom zum Heizen, Kühlen und Laden eingesetzt wird, ist uns Konsumentinnen und Konsumenten egal. Hauptsache, unser Zuhause ist wohlig warm, unsere Kühlgeräte haben die passende Temperatur und die

Batterie unseres Autos ist rechtzeitig geladen. In Zukunft werden uns technische Hilfsmittel die Verbrauchssteuerung abnehmen und sicherstellen, dass unser Solarstrom optimal genutzt wird. Durch den Verbrauch am Erzeugungsort werden Spitzen bei der Rückspeisung vermieden. Das entlastet das Stromnetz und minimiert dessen Ausbau.

Stromüberschüsse werden wir verwenden, um Wasser in die Speicherseen zu pumpen, Wasser in Wärmespeichern zu erhitzen und Elektroautos zu laden. So speichern wir Energie. Wenn die Sonne nicht scheint oder der Wind ausbleibt, dann entnehmen wir die

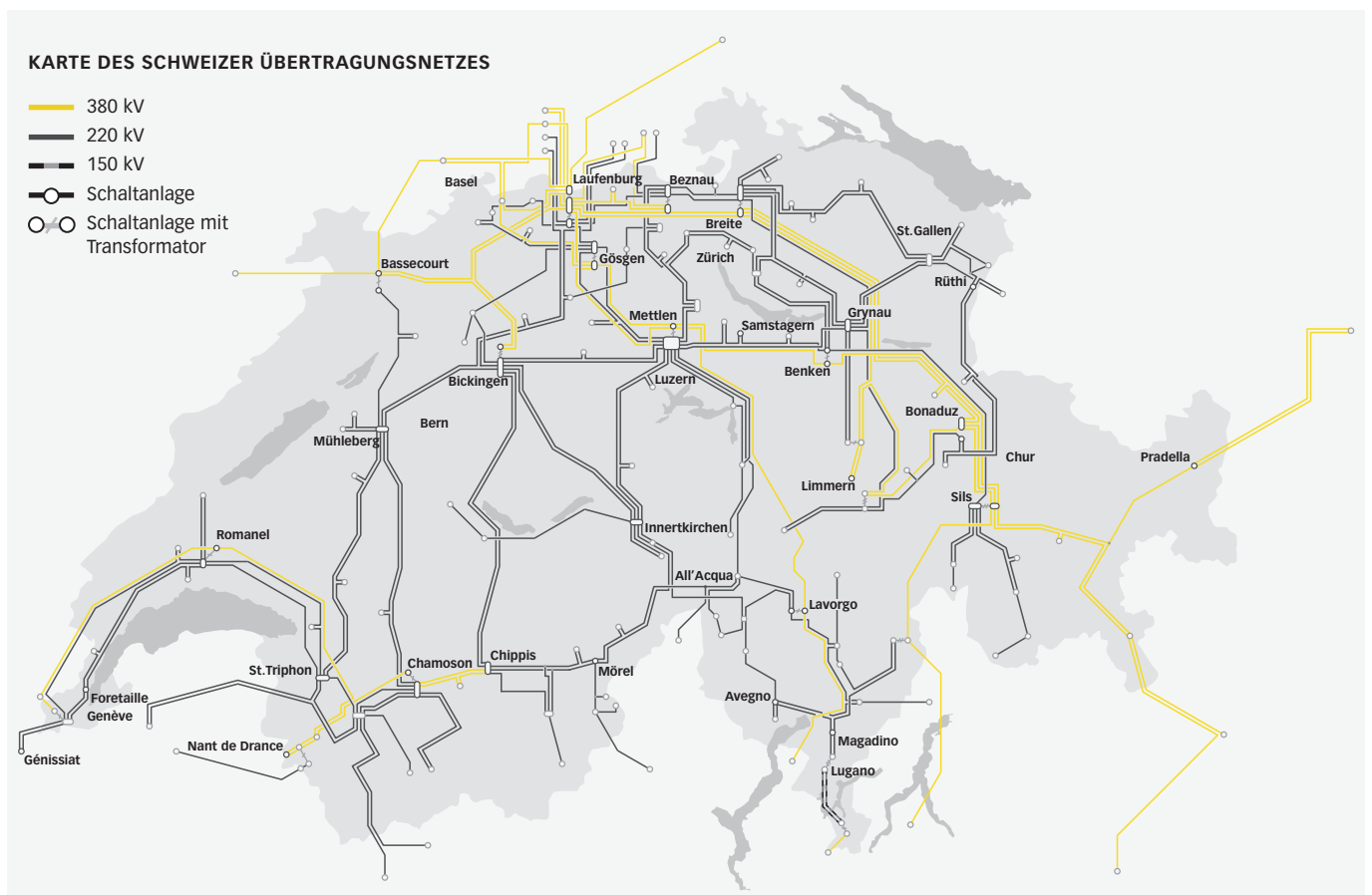
Energie wieder diesen Speichern. Eine besondere Herausforderung liegt darin, Strom im Sommer, der aus dem vielen Schmelzwasser und dem langen Sonnenschein gewonnen wird, für den Winter zu speichern. Ein Lösungsansatz dafür ist die sogenannte Sektorkopplung: Im Sommer wird aus Strom zum Beispiel Wasserstoff erzeugt, der im Winter wieder rückverstromt werden kann.

Internationaler Stromaustausch

Angesichts dieser fundamentalen Umstellung kommt es darauf an, das bestehende Stromnetz so zu optimieren und gegebenenfalls

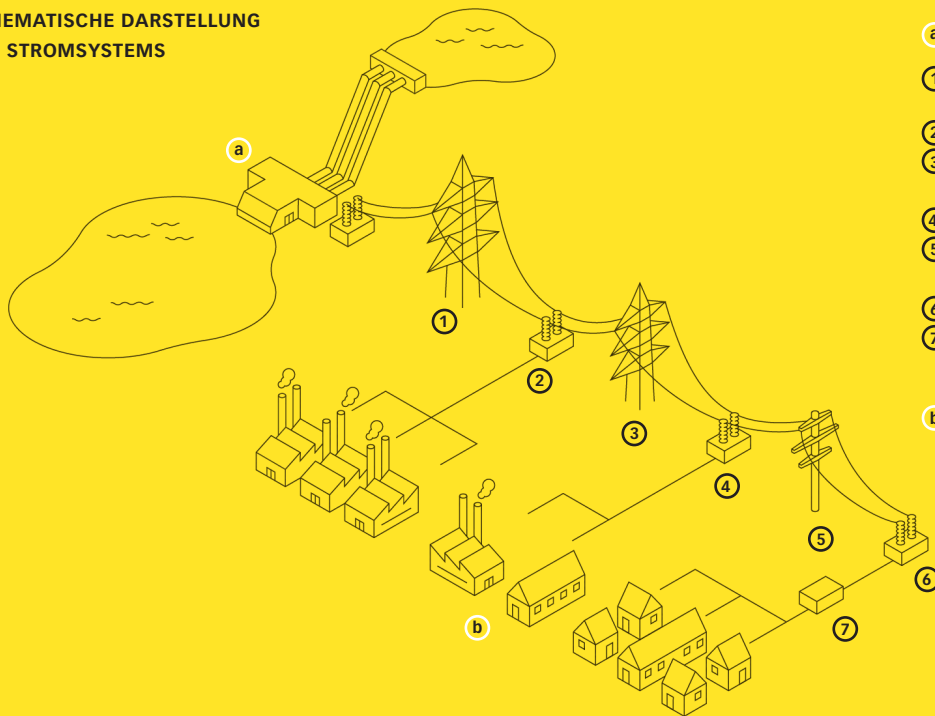
punktuell auszubauen, dass es mit den sich wandelnden Produktions- und Verbrauchsmustern zurechtkommt. Das ist die Aufgabe der Netzbetreiber.

Als nationale Netzgesellschaft plant, baut und betreibt Swissgrid das 6700 Kilometer lange Höchstspannungsnetz der Schweiz. Unser Land ist mit 41 Grenzleitungen mit dem Ausland verbunden. Stromüberschüsse werden exportiert und Importe decken Stromdefizite, insbesondere im Winter. An das Höchstspannungsnetz sind die leistungsstarken Schweizer Wasser- und Atomkraftwerke sowie die grossen Verteilnetzbetreiber



Das heutige Übertragungsnetz stellt sicher, dass alle Regionen stabil mit Strom versorgt werden und der Austausch mit dem Ausland gewährleistet ist.

**SCHEMATISCHE DARSTELLUNG
DES STROMSYSTEMS**



a ERZEUGER

① Netzebene 1: Höchstspannung im Übertragungsnetz 220/380 Kilovolt (kV)

② Netzebene 2: Transformator

③ Netzebene 3: Hochspannung im überregionalen Verteilnetz 50–150 kV

④ Netzebene 4: Transformator

⑤ Netzebene 5: Mittelspannung im regionalen Verteilnetz 10–35 kV

⑥ Netzebene 6: Transformator

⑦ Netzebene 7: Niederspannung im regionalen Netz 400/230 Volt (V)

b KONSUMENTINNEN UND KONSUMENTEN



Von Energie geprägte Landschaft in der Nähe des Kernkraftwerks Mühleberg.

treiber, also die Kantons- und Stadtwerke, direkt angeschlossen. Diese beliefern ihrerseits die Endverbraucherinnen und Endverbraucher.

Auch im Stromnetz kommt es zu Staus

Das Stromnetz verbindet alle elektrischen Anlagen – von der Produktion bis zum Endverbraucher. Es besteht aus verschiedenen Spannungsebenen, die von Niederspannung mit 400 Volt im Gebäudeinnern über Mittelspannung bis zu Hochspannung und Höchstspannung reichen. Das Stromnetz kann deshalb mit dem Strassennetz und den Hierarchien Quartierstrasse, Hauptstrasse, Autobahn verglichen werden.

Wie es im Strassennetz Staus gibt, so kann es im Stromnetz zu Engpässen kommen. Mög-



Übertragungsleitungen auf der Tessiner Seite des Nufenenpasses.

liche Ursachen sind einerseits Instandhaltungsarbeiten oder die Ausserbetriebnahme von Leitungen, andererseits grosse Schwankungen bei der Erzeugung oder dem Verbrauch. Engpässe bedeuten, dass der Bedarf von einzelnen Konsumentinnen und Konsumenten nicht vollständig gedeckt werden kann.

Der Ausbau von Solaranlagen und Windparks einerseits und die Zunahme der Elektromobilität und von Wärmepumpen andererseits beanspruchen zuerst die Verteilnetze mit niedrigerer Spannung, letztlich aber auch das inländische und grenzüberschreitende Übertragungsnetz. Der Bau von grossen Windparks vor den Küsten Europas, wie sie die EU plant, die in ihrer Summe die Leistung von 300 Atomkraftwerken haben werden, führt zu wachsenden, europaweiten Strom-

flüssen. Die Schweiz, mitten in Europa, wird dadurch vermehrt von Engpässen betroffen sein. Denn aufgrund des fehlenden Stromabkommens mit der EU wird sie bei den Entwicklungen im europäischen Strommarkt nur noch beschränkt mitwirken können. So wird die Schweiz zunehmend aus EU-Netz- und Marktprozessen sowie aus den entsprechenden Gremien ausgeschlossen. Unter anderem kann sie nicht an den sogenannten gekoppelten Strommärkten teilnehmen, was bereits heute zu ungeplanten Lastflüssen im Schweizer Übertragungsnetz führt. Diese müssen auch bei der Netzplanung berücksichtigt werden.

Wie schnell die Energiewende voranschreitet und welche Technologien bei der Energieproduktion zum Einsatz kommen, darü-

ber gibt der sogenannte Szenariorahmen Schweiz Auskunft.

Drei Szenarien für die Zukunft

Der Szenariorahmen Schweiz (SZR CH) wurde vom Bundesamt für Energie mit Unterstützung einer Begleitgruppe erarbeitet. Nach der öffentlichen Vernehmlassung wurde der SZR CH Ende November 2022 vom Bundesrat beschlossen. Er umfasst drei Szenarien, die zeigen, wie sich die Entwicklung der installierten Leistung pro Erzeugungstechnologie beziehungsweise der Konsum pro Verbrauchergruppe wie etwa Gewerbe oder Industrie bis ins Jahr 2040 entwickeln könnte.

Es wird davon ausgegangen, dass die tatsächliche Entwicklung, die heute noch nicht



Talstation der Lagalp-Bahn am Berninapass.

absehbar ist, innerhalb des Szenariorahmens erfolgen wird. Das Stromnetz der Zukunft wird für den SZR CH ausgelegt, damit es ausreichend robust für verschiedene denkbare Zukunftsentwicklungen ist.

Strategische Netzplanung von Swissgrid

Das «Strategische Netz 2040» umfasst die zusätzlichen Netzprojekte, die bis zum Zieljahr 2040 realisiert werden sollen. Swissgrid entwickelt dieses Netz in enger Abstimmung mit den angeschlossenen Verteilnetzbetreibern, Kraftwerken und den SBB. Gemeinsam wurde im sogenannten Regionalisierungsprozess eruiert, wo in der Schweiz welche Energietechnologie wie stark ausgebaut und

wie sich der Verbrauch lokal entwickeln wird. Damit wurden die nationalen Zielwerte aus dem SZR CH regional heruntergebrochen.

Mit einem europäischen Netzmodell können die Lastflüsse in den Stromleitungen für das Jahr 2040 für die verschiedenen Szenarien simuliert und Engpässe im bestehenden Netz identifiziert werden.

Bevor es zum Bau von neuen Leitungen kommt, wird geprüft, ob ein effizienterer Betrieb des bestehenden Netzes genügt. Indem beispielsweise Sensoren verschiedene Parameter wie Temperatur, Sonneneinstrahlung, Windstärke oder den witterungsabhängigen Leitungsdurchhang messen, kann die Lei-

tung zu jedem Zeitpunkt sicher bis zu deren Limit betrieben werden. Mit neuen technischen Lösungen können ausserdem die Lastflüsse gleichmässiger auf die bestehenden Leitungen verteilt und die Gesamtübertragungsfähigkeit gesteigert werden. Genügen solche Massnahmen nicht, dann werden die bestehenden Leitungen verstärkt oder letztlich ein neues Trasse geplant. Dabei wird geprüft, ob die Bündelung mit anderen Infrastrukturen möglich ist.

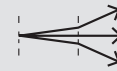
Den Netzausbau beschleunigen

Swissgrid ist für die Projektierung und die Realisierung von Übertragungsleitungen zuständig. Das Bewilligungsverfahren des Bun-

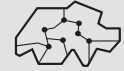
GESETZLICH DEFINIERTER NETZENTWICKLUNGSPROZESS DAS PROJEKT «STRATEGISCHES NETZ 2040» STELLT SICHER, DASS EIN ROBUSTES

Planung

Szenariorahmen



Bedarfsermittlung



Szenarien / Regionalisierung

Mehrjahresplan / Strategisches Netz

Alle 4 Jahre

Alle 4 Jahre

Projekt Strategisches Netz

Netzentwicklungsprozess

NETZ GEBAUT WIRD, DAS EINE SICHERE STROMVERSORGUNG AUCH IM JAHR 2040 GEWÄHRLEISTET

Projektierung

Realisierung

Räumliche Koordination



Genehmigungsverfahren



Ausführung Projekte



Überprüfung Projekte



Nationales Sachplanverfahren (Sachplan Übertragungsleitungen SÜL) / Kantonale Richtplanung

Plangenehmigungsverfahren
Bundesverwaltungs- / Bundesgericht

Bau und Inbetriebnahme

Kosten und Nutzen

Projektbezogen auf Antrag beim Bundesamt für Energie (BFE)

Projektbezogen auf Antrag beim Eidgenössischen Starkstrominspektorat (ESTI)

Nach Genehmigung

Nach Inbetriebnahme

des umfasst sechs Phasen. Dabei spielen Anliegen der verschiedenen Anspruchsgruppen eine zentrale Rolle. Eine vom BFE eingesetzte Begleitgruppe mit Vertreterinnen und Vertretern von Bund, Kantonen, Umweltorganisationen und Swissgrid diskutiert die vorgeschlagenen Varianten und gibt eine Empfehlung ab. Entscheidend dafür ist das Bewertungsschema für Übertragungsleitungen des Bundes. Dabei werden neben technischen Aspekten die Faktoren Raumentwicklung, Umwelt und Wirtschaftlichkeit berücksichtigt. Im Rahmen

einer öffentlichen Anhörung können Betroffene Stellung nehmen. Am Ende entscheidet der Bundesrat. Er legt das Planungsgebiet, den Korridor und die Technologie – Erdkabel oder Freileitung – für die zukünftige Leitung fest. Aktuell beträgt die Dauer vom Projektstart bis zur Inbetriebnahme einer neuen Leitung rund 15 Jahre. Diese Zeitdauer soll in Zukunft möglichst gesenkt werden, damit die Entwicklung des Stromnetzes mit dem Wandel des Energiesystems Schritt halten kann. —

WEITERFÜHRENDE LINKS

Broschüre Netzplanung bei Swissgrid

➤ <https://tinyurl.com/grid-broschuere>

Projekt Strategisches Netz

➤ <https://tinyurl.com/grid-sn>

Bewilligungsverfahren von Netzprojekten

➤ <https://tinyurl.com/grid-verfahren>

Aktuelle Netzprojekte

➤ <https://tinyurl.com/grid-projekte>

Broschüre zu Technologien im Höchstspannungsnetz: Freileitung und Erdverkabelung

➤ <https://tinyurl.com/grid-technologien>



MARC VOGEL, *1970, studierte Elektrotechnik an der Technischen Universität Karlsruhe. Er baute bis 2002 bei der MVV Energie AG in Mannheim den Energiehandel mit auf und gestaltete so den liberalisierten deutschen Strommarkt mit. In der Schweiz arbeitete er zuerst für die Atel und ab 2005 in verschiedenen Funktionen für Swissgrid. Aktuell leitet er das Projekt «Strategisches Netz 2040».

Massgeschneiderte Photovoltaikanlagen nutzen den Raum optimal

Stefan Oberholzer
stefan.oberholzer@bfe.admin.ch

In der aktuellen Diskussion um die Stromversorgungssicherheit wird immer klarer, dass die heimische Stromproduktion aus Photovoltaik (PV) eine zentrale Rolle einnehmen muss. Aktuell boomt der PV-Ausbau in der Schweiz und die Potenziale sind gross. Das Bundesamt für Energie (BFE) unterstützt neben der PV-Gebäudeintegration eine Vielzahl von weiteren Projekten zur PV-Anwendung.

In der Schweiz nimmt die Verkehrsinfrastruktur mit einem Drittel der Siedlungsfläche relativ viel Platz in Anspruch, allein Parkplätze machen 69 Quadratkilometer oder die doppelte Fläche des Kantons Basel-Stadt aus. Die Schweizer Firma dhp Technology hat in den letzten Jahren ein innovatives Solarfaltdach in Leichtbauweise entwickelt, mit dem Park- und Industrieflächen zur solaren Stromproduktion genutzt werden können. Ein entsprechendes BFE-Pilotprojekt¹ wurde 2017 mit einer Anlage über den Klärbecken der Ab-



PV-Technologie der Schweizer Firma dhp Technology: Mit dem Solarfaltdach können Industriebauten wie hier die Kläranlage in Chur zur solaren Stromgewinnung genutzt werden.

wasserreinigungsanlage Chur realisiert. Dabei ergeben sich eine Vielzahl von Synergien: eine Erhöhung des Eigenstromproduktionsanteils im industriellen Umfeld, die erwünschte Beschattung gewisser Flächen sowie, dank der Möglichkeit des Zusammenfaltens, ein Schutz der Photovoltaik (PV)-Module vor Sturm, Hagel oder Schnee. Was damals als Pilotprojekt vielleicht noch exotisch anmutete, ist inzwischen ein erfolgreiches Produkt. Eine Vielzahl weiterer solcher Anlagen sind über Kläranlagen und Parkplätzen in ganz Europa installiert worden.

Zusatznutzen fürs Stadtklima

Unterstützt hat der Bund auch PV in Kombination mit Lärmschutzwänden entlang von Nationalstrassen oder Bahnstrecken. So wurde 1989 eine inzwischen schweizweit bekannte PV-Schallschutzanlage entlang der A13 im Kanton Graubünden gefördert, die bis heute in Betrieb ist.² Speziell interessant sind dabei sogenannte bifaziale PV-Module, welche die solare Einstrahlung auf beiden Modulseiten zur Stromproduktion nutzen. Bis heute sind solche Anlagen rar. Eine grössere bifaziale Anlage wurde 2021 auf einer Lärmschutzverbauung der Autobahn A2 realisiert³, wo gleichzeitig dank einer zusätzlichen Begrünung ökologische Ausgleichsflächen geschaffen wurden. Ein laufendes BFE-Projekt in Winterthur untersucht sehr detailliert das Thema vertikale Anlagen im Zusammenhang mit Grünflächen. Hier geht es darum, die positiven Zusatzeffekte von PV-Gründächern für Stadtklima, Biodiversität, Gebäudeküh-



Bei der alpinen PV-Anlage der ewz an der Staumauer des Albignasees wird im Rahmen eines BFE-Projekts untersucht, wie sich die PV-Module unter den standortbedingten extremen Belastungen verhalten und degradieren.

lung und Wasserretention zu analysieren und gleichzeitig die speziellen Herausforderungen für Unterhalt und Betrieb solcher Anlagen zu bewerten.⁴

Langzeittest in den Alpen

Stark im Fokus sind aktuell grössere alpine PV-Anlagen, da diese wegen günstigen Einstrahlungsbedingungen in den Alpen einen höheren Beitrag zur Winterstromproduktion leisten können. 2020 hat das Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (ewz) eine grössere hochalpine Anlage an der Staumauer des Albignasees auf 2165 Metern über Meer realisiert. Standortbedingt sind die Module dort ex-

tremen meteorologischen Beanspruchungen ausgesetzt. In einem laufenden BFE-Projekt⁵ werden mit periodischen Messungen der Leistung einzelner Module, Wärmebild- und Elektrolumineszenzaufnahmen und der Überprüfung des generellen Anlagenzustands wichtige Erkenntnisse zur Langzeitzuverlässigkeit gewonnen. Bei einer weiteren alpinen Pilotanlage auf dem Lac des Toules im Unterwallis schwimmt die PV-Anlage auf dem Stausee, dessen Pegel sich jahreszeitlich ändert. Ein laufendes BFE-Projekt analysiert die damit einhergehenden zusätzlichen Herausforderungen.⁶

¹ BFE-Projekt «Solarkraftwerke über Schweizer Kläranfrastuktur: Realisierung Pilotanlage zur Klärbeckenüberspannung ARA Chur»

(<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=35840>)

² Auswertung der Langzeit-Betriebserfahrung der PV-Lärmschutz-Anlage A13 1989-2017, TNC Consulting AG (Bundesamt für Energie 2019)

³ Bifaziale Solaranlage auf A2-Überbauung (<https://www.agrola.ch/de/news/news/bifaziale-pv-anlage-zofingen.html>)

⁴ BFE-Projekt «Entwicklung und vergleichender Test eines Gesamtpakets für bifaziale PV-Systeme auf Gründächern» (<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=48519>)

⁵ BFE-Projekt «ALPINE – Untersuchung zum Alterungsverhalten von PV-Modulen einer hochalpinen PV-Anlage» (<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=47370>)

⁶ BFE-Projekt «Schwimmende PV-Anlage auf dem Stausee Lac des Toules» (<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=44236&Sprache=en-US>)



STEFAN OBERHOLZER ist promovierter Physiker und arbeitet seit 2008 beim Bundesamt für Energie (BFE), wo er für die BFE-Forschungsprogramme Photovoltaik und Wasserstoff verantwortlich ist. Er vertritt die Schweiz in verschiedenen internationalen Gremien wie dem IEA Photovoltaik-Programm (IEA PVPS) und der International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy.

Grand Genève: Die Energie- und Ökowende ist im Gang

Matthieu Baradel
matthieu.baradel@etat.ge.ch

Nach fast 50 Jahren der grenzüberschreitenden Zusammenarbeit sieht sich die französisch-schweizerische Agglomeration Grand Genève mit den Folgen ihrer rasanten Entwicklung konfrontiert: Zunahme der individuellen Mobilität, ungünstige Verteilung von Arbeitsplätzen und Bevölkerung, Wohnungskrise sowie Bedrohung der Naturräume. Angesichts der Dringlichkeit, auf den Klimawandel zu reagieren, braucht es drastische und koordinierte Massnahmen, um die Raumentwicklung mit den ökologischen und energiepolitischen Herausforderungen in Einklang zu bringen.



Die Stärkung des öffentlichen Verkehrs soll in der Agglomeration Grand Genève den Ausstoss an Kohlendioxid stark senken.

Grand Genève ist eine grenzüberschreitende Agglomeration, die 209 Gemeinden in Frankreich, Genf und der Waadt umfasst und über eine Million Einwohnerinnen und Einwohner zählt. Dieser Lebensraum gilt als einer der attraktivsten und dynamischsten in ganz Europa und geniesst aufgrund der landschaftlichen Qualität seiner natürlichen und bebauten Gebiete eine internationale Beliebtheit. Angesichts der aktuellen Herausforderungen und vor allem der Notwendigkeit, die natürlichen Ressourcen zu bewahren, muss die Entwicklung dieser Region aber dringend auf die Anliegen der Energie- und Ökowende abgestimmt werden.

Gemeinsame Ziele verfolgen

Ein grosser Teil der Treibhausgasemissionen (THG) von Grand Genève sind auf die Mobilität von Personen und Gütern zurückzuführen. Fast alle diese Emissionen werden durch motorisierte Fahrzeuge verursacht. Vor diesem Hintergrund haben die Partner von Grand Genève gemeinsam eine «grenzüberschreitende räumliche Vision» für den Zeithorizont 2050 entwickelt, die von einer neuen, multimodalen Verkehrsstrategie begleitet wird. Es geht darum, alle raumwirksamen öffentlichen Politiken zu überdenken, um die von jeder Einwohnerin und jedem Einwohner der Agglomeration ausgestossene Menge an CO₂ auf einen Zehntel zu senken und so praktisch Klimaneutralität zu erreichen. Es geht aber nicht nur um die Treibhausgasemissionen: Wichtig ist, lokal zu handeln und die begrenzten Ressourcen unseres Planeten in Bezug auf Rohstoffverbrauch, Artenvielfalt oder Wassermanagement zu schützen, ohne die Lebensqualität zu beeinträchtigen oder soziale Ungleichheiten zu verschärfen.

Es braucht einen gesellschaftlichen Wandel

Grand Genève hat diese Wende vor fast 15 Jahren und insbesondere dank der Agglomerationspolitik des Bundes eingeleitet. Mit der



Die grenzüberschreitende Genfer Tramlinie 17 dient auch als Zubringer zum Léman Express.

Inbetriebnahme des Léman Expresses im Jahr 2019, der grössten grenzüberschreitenden S-Bahn Europas, wurden neue Mobilitätspraktiken eingeführt. Das 230 Kilometer lange Netz bringt die wichtigsten Zentren dieses Lebensraums näher zusammen und bietet der Bevölkerung eine Alternative zum Auto. Mit über 50'000 Nutzerinnen und Nutzern pro Tag ist der Léman Express ein durchschlagender Erfolg. Grenzüberschreitende Tram- und Buslinien vervollständigen das Angebot. Geplant sind zudem Ausbau- und Verdichtungsarbeiten sowie die Einrichtung multimodaler Umsteigepunkte in unmittelbarer Nähe der Bahnhöfe.

Diese ersten Erfolge sind zwar zu begrüßen, aber bis die Ziele für 2050 erreicht sind, ist der Weg noch lang. Für eine deutliche Reduktion der mit dem motorisierten Individualverkehr zurückgelegten Distanzen braucht es eine massive Verlagerung auf öffentliche Verkehrsmittel, den Umstieg auf sanfte Mobilität und die Elektrifizierung der gesamten Fahrzeugflotte. Das wird ohne einen bedeutenden gesellschaftlichen Wandel und eine Änderung der Verhaltensweisen nicht möglich sein. Um diese Veränderungen optimal zu begleiten, müssen die föderalen Instrumente angepasst werden – damit Bund, Kantone und Agglomerationen bei der Energie- und Ökowende am gleichen Strick ziehen.

— *(Übersetzung)*

LINK

➔ <https://tinyurl.com/grand-geneve>



MATTHIEU BARADEL, *1976, arbeitete in verschiedenen auf Mobility Engineering spezialisierten Büros und trat vor zwölf Jahren in die Genfer Kantonsverwaltung ein. Nachdem er sich mit Mobilitätsplanung befasst hatte, wechselte er 2017 zum Agglomerationsprogramm Grand Genève, das er seit fünf Jahren leitet.

Pfade in die klimaneutrale Energiezukunft

Lea A. Rufenacht Fonseca

lea.rufenacht@esc.ethz.ch

André Bardow

abardow@ethz.ch

Christian Schaffner

schaffner@esc.ethz.ch



Mobilität, Gebäudewärme, Elektrifizierung: Das Projekt PATHFNDR will die verschiedenen Energiesektoren besser aufeinander abstimmen.

Das PATHFNDR-Konsortium, eine von der ETH Zürich koordinierte Initiative, geht der Frage nach, wie ein effizientes, flexibles und sektorengkoppeltes Schweizer Energiesystem im Jahr 2050 aussehen kann.

Heute werden Energiesektoren wie Strom, Wärme und Gas sowie deren Nutzung in Gebäuden, Industrie und Verkehr noch weitgehend getrennt voneinander betrachtet und betrieben. Diese Trennung belastet die Infrastruktur. Gleichzeitig steigt der Bedarf, die Sektoren zu elektrifizieren, was die Netzkapazitäten belastet. Zusätzlich fordert der Markt die Erzeugung von mehr erneuerbaren Energien, was den Ausbau von Produktions- und Speicherkapazitäten erfordert. Um diese Herausforderungen systematisch anzugehen, sind Zukunftsszenarien und Übergangspfade erforderlich.

Modelle und politische Massnahmen

Das PATHFNDR-Konsortium untersucht Pfade hin zu einem nachhaltigen Energiesystem auf internationaler, nationaler, und lokaler Ebene. PATHFNDR steht dabei für «Pfade zu einem effizienten zukünftigen Energiesystem durch Flexibilität und Sektorenkopplung». Unter Sektorenkopplung versteht man das Zusammenspiel zwischen Strom und Wärme, wenn zum Beispiel Wärmepumpen bei Stromengpässen kurzfristig abgestellt werden. Dieser Zusammenschluss soll Flexibilität und Sektorenkopplung fördern, um die Integration erneuerbarer Energien ins Stromnetz zu verbessern. Zu diesem Zweck entwickelt das Konsortium Computermodelle, Demonstratoren und Pilotprojekte, identifiziert neue Geschäftsmöglichkeiten und Innovationsstrategien. Schliesslich analysiert die Initiative mögliche politische Massnahmen, um die Umsetzung eines solchen Energiesystems zu fördern. Das Konsortium besteht aus Forschenden von ETH Zürich, Empa, Paul-Scher-

rer-Institut (PSI), Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaft (ZHAW), Hochschule Luzern (HSLU), Université de Genève (UNIGE), EPFL, TU-Delft und von mehr als 20 Industriepartnern. Das Forschungsprojekt wird durch das SWEET-Programm des Bundesamts für Energie gefördert.

Power-to-X-Technologien

PATHFNDR entwickelt derzeit Szenarien, in denen verschiedene Technologien und räumliche Konfigurationen zusammenwirken. So soll ein nachhaltiges Energiesystem ohne Klimagasemissionen bis 2050 möglich werden. Untersucht werden Technologien, die Energie aus erneuerbaren Quellen nutzen, sowie Power-to-X-Technologien, die Synergien zwischen verschiedenen Energiesektoren nutzen. Einige Beispiele sind Photovoltaik, Wasserstoff, Vehicle-to-Grid durch Elektrofahrzeuge und Power-to-Heat durch Wärmepumpen. Das Potenzial dieser Technologien wird im Hinblick auf technische, ökologische und wirtschaftliche Kriterien, aber auch im Hinblick auf mögliche Standorte und den für ihre Umsetzung erforderlichen Flächenbedarf bewertet. Zusätzlich wird evaluiert, wie die Sektorenkopplung dazu beitragen kann, den Transport und die Speicherung von Energie zu optimieren und den weiteren Ausbau der Strom-, Wärme- und

Gasnetze zu optimieren oder etwa mit einer CO₂-Pipeline zu ergänzen.

Szenarien bis zur Gebäudestufe

Erste Ergebnisse des Konsortiums zeigen, dass es viele Möglichkeiten gibt, ein autarkes, kohlenstoffneutrales europäisches Energiesystem zu entwickeln. Nötig sind der Ausbau der Wind- und Solarenergie sowie die Sektorenkopplung durch Elektrifizierung und der Einsatz von synthetischen Treibstoffen. Das Energiesystem soll Windenergie, Photovoltaik, Biotreibstoffe, innereuropäische Transmission, Stromspeicherung, Elektrifizierung von Wärme und Verkehr sowie kontrolliertes Laden einbeziehen. Statt nur einen einzelnen Bereich zu untersuchen, soll der gesamte Entscheidungsraum analysiert werden, um zu klären, welchen Beitrag die einzelnen Technologien leisten können. Die Ergebnisse wurden in einer wissenschaftlichen Publikation veröffentlicht. Eine zentrale Aufgabe des PATHFNDR-Konsortiums ist es, die europäischen Szenarien für das Schweizer Energiesystem zu detaillieren, von den Städten, Gemeinden und Bezirken bis hin zum einzelnen Gebäude.

WEITERFÜHRENDER LINK
sweet-pathfndr.ch/



LEA A. RUEFENACHT FONSECA ist Projektmanagerin von «PATHFNDR» am Energy Science Centre (ESC) der ETH Zürich. Zuvor leitete sie das Projekt «Cooling Singapore» am Singapore-ETH Centre (SEC).



ANDRÉ BARDOW ist Direktor des Projekts «PATHFNDR». Seit 2020 lehrt er als ordentlicher Professor für Energie- und Prozesssystemtechnik an der ETH Zürich. Davor war er Professor und Leiter des Instituts für Technische Thermodynamik an der RWTH Aachen und Direktor am Institut für Energie- und Klimaforschung am Forschungszentrum Jülich.



CHRISTIAN SCHAFFNER ist stellvertretender Direktor des Projekts «PATHFNDR». Seit 2013 leitet er als geschäftsführender Direktor das Energy Science Center (ESC) der ETH Zürich. Zuvor leitete er beim Bundesamt für Energie die Sektion Netze und war verantwortlich für die Entwicklung einer Netzausbaustrategie sowie für eine Roadmap für intelligente Netze.

Das Schweizer Stromsystem der Zukunft wird dezentraler

Hannes Weigt
hannes.weigt@unibas.ch



Solarbetriebener Weidezaun in Grindelwald.

Produktion und Verteilung der Elektrizität befinden sich im Umbruch: Die traditionelle Stromerzeugung durch die grossen Elektrizitätswerke wird zunehmend ergänzt durch Klein- und Kleinstproduzenten, die Photovoltaik, Biomasse und Windkraft teilweise auch für den Eigenverbrauch nutzen. Diese Demokratisierung der Energiewirtschaft verändert die Infrastruktur für die Produktion und Verteilung von Strom.

Das Schweizer Stromsystem hat Auswirkungen auf unser Landschaftsbild. Insbesondere die Wasserkraft – mit ihren Stauseen in den Alpen und den grossen und kleinen Kraftwerken an den Flussläufen – prägt die Schweiz. Aber auch die Atomkraftwerke, Überlandleitungen, Schaltstationen und unzähligen Transformatorhäuschen sind sichtbare Elemente unserer Stromversorgung.

Das bestehende Stromsystem ist dabei ein Kind des 20. Jahrhunderts. In der Vergangenheit entschieden die Energieversorger darüber, welche Technologien zum Einsatz kommen. Sie refinanzierten diese Investitionen mit regulierten Tarifen, die ihre Endkundinnen und -kunden zu akzeptieren hatten. Das führte nicht nur in der Schweiz zum derzeit noch vorherrschenden Top-Down-System: grosse Produktionsanlagen, die den Strom über das Netz bis zu Haushalten und Firmen liefern, vergleichbar mit unserem Strassensystem. Die Endkunden waren in diesem System reine Nachfrager.

Die Energiewirtschaft wird demokratisiert

Mit der Entwicklung hin zu mehr erneuerbaren Energien wandelt sich dieses Top-Down-System zunehmend zu einem gemischten Konstrukt mit einem steigenden Anteil an Bottom-Up-Elementen. Anlagen, die aus Biomasse, Wind oder Photovoltaik (PV) Strom er-



Gasthof Oberaar und Oberaarsee.

zeugen, sind deutlich kleiner als konventionelle Produktionsstätten und erlauben eine dezentrale Struktur. Gleichzeitig werden Investitionen nun nicht mehr nur von grossen Energieversorgern getätigt, sondern zunehmend direkt von den Endkundinnen und -kunden, die zu sogenannten «Prosumern» werden – eine Wortschöpfung aus Produzent und Konsument.

Damit stellt sich die Frage, welche Auswirkungen diese Entwicklung auf das Stromsystem und damit auch auf das von diesem geprägte Landschaftsbild hat. Dazu muss man sich vor Augen führen, wie Endkunden und Energieversorger ihre Investitionsentscheidungen treffen.

Investitionsanreize für Endkundschaft

Hauseigentümer haben dank PV-Anlagen heute die Möglichkeit, selber Strom zu pro-

duzieren. Die Entscheidung für oder gegen eine Investition in PV hängt dabei vor allem von den Tarifstrukturen ab. Endkunden refinanzieren eine solche Anlage zum grössten Teil durch gesparte Energiekosten für den Strombezug, also durch die Menge an Strom, die sie nicht mehr zu einem fixen Preis einkaufen müssen. Batterien helfen, diesen Eigenverbrauchsanteil noch weiter zu erhöhen, indem Überschussproduktion aus sonnenreichen Stunden am Abend oder am Morgen genutzt werden kann.

Während die Kosten für PV und Batterien langfristig weiter sinken werden, sind die zukünftigen Tarifstrukturen schwierig vorherzusagen. Heutzutage haben die meisten Endkunden starre und relativ zeitunabhängige Tarife, sei es einen Einfachtarif, der das ganze Jahr gilt, oder je einen Tag- respektive Nacht-tarif. In jedem Fall spielt es nur eine sehr untergeordnete Rolle, wann man seinen PV-

Strom nutzt, solange man ihn selbst verbrauchen kann. Die Differenz zwischen Investitionskosten und Energieersparnis entscheidet dann darüber, ob und welche Anlage sinnvollerweise angeschafft wird. Die Vergütungspauschalen spielen bisher nur eine untergeordnete Rolle bei dieser Kalkulation.

Investitionsanreize für Energieversorger

Auch für die Energieversorger hat sich in den letzten Jahrzehnten einiges verändert. Ihre ehemals gesicherte Refinanzierung über feste Tarife wurde von marktlichen Investitionsanreizen abgelöst. Die dafür entscheidenden Grosshandelsbörsen sind dabei mit stündlichen, teils viertelstündlichen Abstufungen deutlich differenzierter als die Tarife für die Haushalte. Zudem werden sie durch die Stromsysteme in unseren europäischen Nachbarländern beeinflusst und hängen von globalen Entwicklungen ab, wie jetzt der Krieg in der Ukraine demonstriert.

Im Gegensatz zu Haushalten haben Energieversorger natürlich eine grössere Palette konventioneller und erneuerbarer Technologien zur Auswahl und sind auch nicht geografisch gebunden. So investieren viele Schweizer Stromkonzerne in erneuerbare Energieanlagen im Ausland. Die Einnahmen hängen davon ab, wann eine Anlage Strom produzieren kann und was der Marktpreis zu diesem



Solardach in Belp bei Bern.

Zeitpunkt im Tages- oder Jahresverlauf ist. Während konventionelle Anlagen, Wasserkraft und Biomasse entweder Bandenergie liefern oder relativ flexibel eingesetzt werden können, produzieren Wind- und Solaranlagen

nur dann Energie, wenn die Wetterbedingungen passen. Und mit zunehmendem Anteil an wetterabhängiger Erzeugung wird auch das Preisbild stärker den Wetterbedingungen folgen: Ist es sonnig, wird viel PV-Strom erzeugt, was die Preise drückt; ist es windig, senkt der Windstrom die Preise; und ist es dunkel oder windstill, liegen die Strompreise automatisch höher. Das Zusammenspiel von Investitionskosten, Erzeugung und Einnahmen ist für Energieunternehmen daher deutlich komplexer als für einen Privathaushalt.

Wasserkraft bleibt eine Konstante

Die unterschiedlichen Investitionsstrukturen beeinflussen die Zukunft des Schweizer Stromsystems und damit potenziell auch das Landschaftsbild:



Altes Kraftwerk Hagneck am Bielersee.



Solarzellen in der Berner Altstadt.

Auf Endkundenseite sind zukünftig Anpassungen an der Tarifstruktur wahrscheinlich, um der veränderten Dynamik im Stromsystem Rechnung zu tragen. Weil PV-Anlagen von Jahr zu Jahr günstiger werden, ist allgemein von einem weiteren Ausbau auszugehen. Die Tarifgestaltung wird dabei die Anzahl und gegebenenfalls auch die Ausrichtung der Anlagen und die Attraktivität von Fassadenanlagen beeinflussen. Grundsätzlich ist damit zu rechnen, dass in Siedlungsgebieten ein PV-Panel auf dem Dach, an der Fassade oder auch am Balkon von Mietwohnungen zum zukünftigen Gebäudebild dazugehört wird.

Auf Energieversorgerseite ist die zukünftige Entwicklung schwieriger vorherzusagen. Es hängt von vielen Einflussfaktoren ab, ob es eher Anreize für grössere Anlagen wie Windparks oder Freiflächen-PV, spezifische Anlagen mit Fokus auf Winterstrom, etwa Solaranlagen in den Bergen, konventionelle Kraftwerke mit der Möglichkeit, Wasserstoff oder synthetische Kraftstoffe zu verbrennen oder schlicht Stromimport geben wird. Zentral ist auch, wie viel PV-Strom durch Prosumer bereits in das System eingespeist wird und wie sich weitere Nachfragedynamiken wie Elektromobilität und Wärmepumpen entwickeln werden.

Die wohl sicherste Konstante im Schweizer Stromsystem und damit im Landschaftsbild wird die Wasserkraft bleiben, da dieser in einem vornehmlich von erneuerbaren Energien geprägten System eine wichtige Rolle zukommt, um Produktionsspitzen und -flauten auszugleichen. Alles Weitere ist ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Akteure und Akteurinnen, der politischen und regulatorischen Rahmenbedingungen und Anreize sowie nicht zuletzt der Vorgaben zu Landnutzung und Landschaftsschutz.



HANNES WEIGT, *1981, studierte Wirtschaftsingenieurwesen an der TU Dresden. Seit 2011 ist er Professor für Energieökonomie an der wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät der Universität Basel und befasst sich in seiner Forschung mit der zukünftigen Entwicklung des Strommarkts.

In Gimmiz wird bald doppelt geerntet

Text: Pieter Poldervaart
poldervaart@kohlenberg.ch
Fotos: Miriam Künzli
contact@miriamkuenzli.com



Zum Höhepunkt der Erdbeersaison schickt Barbara Schwab Züger vom Beerenland in Gimmiz/BE ihr Team mit mobilen Verkaufsständen in die Region.

Photovoltaik dort installieren, wo sie möglichst wenig stört: Nach dieser Devise hat die Erdbeerproduzentin Barbara Schwab Züger vor ein paar Monaten in ihrem Intensivbetrieb die erste kommerzielle Agri-PV-Anlage der Schweiz installiert. Die Module erzeugen nicht nur Strom, sondern schützen die sensiblen Pflanzen auch vor Regen, Hagel und Hitze.

Behäbige Bauernhäuser in prachtvollen Blumengärten, an jeder Ecke laden Verkaufsstände dazu ein, sich in Selbstbedienung mit Obst, Kartoffeln oder «Züpfen» einzudecken: Auf den ersten Blick wirkt der zur Gemeinde Walperswil gehörende Weiler Gimmiz sehr beschaulich. Wer die Idylle aber aus der Ferne betrachtet, im Rücken den Chasseral und weit vorne die Kette der Berner Alpen, erkennt, dass auch hier im Berner Seeland die Zeit nicht stehen geblieben ist. Die Gemüseäcker sind intensiv bewirtschaftet, und auf fast jedem Hausdach ist eine Photovoltaikanlage installiert. Besonders dicht mit den anthrazitfarbenen Paneelen bestückt sind die Dächer auf dem Hof von Barbara Schwab Züger. Bereits 2011 installierte Schwab eine Leistung von 450 Kilowattpeak (KWp). Später kamen 130 KWp für den privaten Eigenverbrauch sowie Kühlanlagen, Pumpen und Personalunterkunft dazu. Auf den sechs Hektar Intensivlandwirtschaft und einem Dutzend Hektar Freiland gedeihen unter anderem Grünspargeln, Himbeeren, Heidelbeeren und Äpfel. Doch Schwabs ganzer Stolz und auch Namensgeberinnen des Betriebs sind jene Scheinfrüchte, die uns im Frühling als erste Kultur Vitamine aus einheimischem Boden bescheren: Erdbeeren.

Sechs Monate Saison

«Meine Eltern sind in den Siebzigerjahren mit Erdbeeren gestartet und probierten immer mal wieder etwas Neues aus», erinnert sich



Bei Agri-PV sind die Module nicht deckend wie auf Gebäuden, denn die Nutzpflanzen benötigen Licht.

Schwab. Dabei ging es nicht nur um neue, besonders schmackhafte und gut transportierbare Sorten, sondern auch um eine innovative Vermarktung. Das Beerenland, wie das Anwesen heute heisst, lancierte als erster Schweizer Erdbeerproduzent das Angebot des Selberpflückens und hat es bis heute beibehalten. Selbstverständlich steht beim Besucherparkplatz mittlerweile auch ein moderner Automat, der statt Schokoriegeln und Kaugummis knackige Äpfel im Kilosack und frisch gepflückte Erdbeeren, zwei Schalen zu zehn Franken, parat hält. Für den wirtschaftlichen Erfolg ist es zudem wichtig, die Saison zu strecken. Heimische Erdbeeren sind insbesondere früh in der Saison gefragt. Trotzdem werden zwei Drittel der bei uns konsumierten Erdbeeren eingeführt. Doch ein minutiös geplanter Anbaukalender und bis zu 15 verschiedene Sorten ermöglichen es dem

Beerenland, die Saison von ursprünglich zwei bis drei Monaten auf ein halbes Jahr auszu dehnen.

Marketing ist wichtig

Die studierte Agronomin hatte an der Jahrtausendwende mit ihrem Mann fünf Jahre in Brasilien verbracht und dort eine Crevettenzucht aufgebaut. Mit der Geburt des ersten Kindes 2004 kam das Ehepaar zurück ins Berner Seeland. Barbara Schwab stieg in dritter Generation beim elterlichen Hof ein und übernahm 2008 die Führung ganz. Ihr Mann unterstützte sie in beratender Funktion insbesondere bei neuen Projekten, widmet sich ansonsten aber vor allem seinem eigenen Unternehmen. Vier Kinder kamen seither zur Welt. Auch die handzahme Berner Sennenhündin «Quinta» – sie heisst so, weil sie als



Dank kluger Sortenwahl und geschütztem Anbau lässt sich die Erdbeersaison im Beerenland auf ein halbes Jahr ausdehnen.

fünfte zur Familie stiess – will versorgt sein und macht das deutlich, indem sie ihrer Chefin mit kräftig wedelndem Schwanz auf Schritt und Tritt folgt. «Immerhin, inzwischen ist der Nachwuchs aus dem Größten draussen», bilanziert Schwab, ein Energiebündel mit Kurzhaarfrisur, und führt uns zu ihrem jüngsten «Kind», vorbei an einem halben Dutzend Verkaufsbuden für Erdbeeren, die in der Hochsaison für den Direktverkauf genutzt werden. Ein Sturm hat den Ast einer alten Eiche auf den Unterstand der neckischen Riesenbeeren krachen lassen, vier davon mussten entsorgt werden. Unerwartetes ist bei Schwab an der Tagesordnung: In der Nacht vor unserem Besuch etwa hatte ein Rohrbruch einen Büroraum inklusive PC unter Wasser gesetzt, erzählt sie erstaunlich gelassen – man habe ja ein zweites Gerät.

Schutz vor Umwelteinflüssen

Erdbeeren sind Sensibelchen. Schon bei 25 Grad ist ihnen zu heiss. Sind sie grosser Feuchtigkeit ausgesetzt, neigen sie zu Fäulnis. Erst



Barbara Schwab Züger hat schon vor über zehn Jahren mit PV auf Gebäuden begonnen.



recht kapitulieren sie vor Hagel. Schwab, schon seit Jahren an Photovoltaik interessiert, war deshalb elektrisiert, als sie davon hörte, dass eine Solaranlage nicht nur Strom, sondern auch einen zusätzlichen Nutzen liefern kann, indem sie die Kulturen vor Umwelteinflüssen schützt. Letztes Jahr besuchte sie deshalb mit ihrem Mann den Betrieb



Dank dem Mikroklima unter der PV-Anlage sollen die Beeren besser wachsen.

schon in diesem Jahr loslegen», beschreibt die 49-Jährige ihren forschenden Fahrplan. Gemeinde, Kanton und Bund wurden informiert und zu Besichtigungen eingeladen. Weil die Installation in der Zone für Intensivlandwirtschaft steht, dauerte es bloss zwei Monate, bis die Baubewilligung erteilt wurde. Eigentlich sollte die Anlage seit April 2022 ein schützendes Dach von 2000 Quadratmeter über vier Reihen Erdbeer- und sechs Reihen Himbeerkulturen bilden. Agroscope wollte die Folgen für die Früchte ein halbes Jahr mit einem Forschungsprojekt begleiten. Längst schon stand die Metallstruktur, doch die Lieferung der Module verzögerte sich Woche um Woche. Die Initiantin war enttäuscht: «Ich überlegte mir, alles abzublasen.» Doch im August traf endlich ein Teil der Lieferung ein. Als die Glasplatten mit den integrierten Solarzellen montiert wurden, reiften die darunter angepflanzten Beeren teilweise schon heran. «Für eine vollständige Auswertung reicht es dieses Jahr nicht mehr», räumt Oriane Potard ein. Die 25-jährige Bretonin verbringt deshalb nur zwei statt wie ursprünglich geplant sechs Monate als Agroscope-Praktikantin im Beerenland. In dieser Zeit nimmt sie Proben von Früchten und Blättern, um Zuckergehalt, Säure, Festigkeit und Gewicht der Früchte, Blattoberfläche, Chlorophyllgehalt und den Befall mit dem bei Beerenproduzenten gefürchteten Mehltau zu messen. Trotz den Hürden ist Potard, die eben ihren Abschluss in Agrarwissenschaften gemacht hat, vom Gimmizer Projekt fasziniert: «Agrivoltarisme» – so lautet das französische Kunstwort für den deutschen Begriff Agri-PV – schütze die Pflanzen vor Hagel und zu grosser Hitze. «Zudem erhöht die teilweise Einhausung der Kulturen die relative Luftfeuchtigkeit und senkt so die Verdunstung

von Piet Albers in Babberich in der niederländischen Provinz Gelderland. Hier werden auf drei Hektar Himbeeren angepflanzt. 2019 hatte der Landwirt eine Agri-PV-Anlage mit einer Leistung von 2,67 MWp installiert, die Strom für 750 Haushalte erzeugt. Zum Vergleich: In der Schweiz bedecken die grössten Versuchsanlagen der Agroscope im Unter-

walliser Conthey gerade mal 180 und 200 Quadratmeter.

Zucker, Säure, Mehltau

Die bisherigen Erfahrungen in den Niederlanden sind gut. «Unser Besuch ermutigte uns, es selbst zu probieren, wir wollten möglichst

aus Boden und Pflanzen. Schliesslich schützt die Installation vor Hitze und schafft so ein eigenes Mikroklima, das den Wuchs fördert.» Potard weiss, von was sie spricht. Sie hat bereits an einer Versuchsanlage in Mallemort bei Avignon gearbeitet, einer 735-Quadratmeter-Anlage mit Modulen, die nicht wie in Gimmiz fix montiert sind, sondern sich nach dem Sonnenstand ausrichten, um noch mehr

Strom zu ernten und die Beschattung der Pflanzen zu maximieren.

Wasser und Dünger aus dem Tropfschlauch

Obwohl Mitte September die meisten Beete abgeerntet sind, säumen Erdbeeren ohne Ende unseren weiteren Weg. Doch was heisst Beete: Angepflanzt wird im Beerenland in

Metallrinnen und Plastikschalen, schmalen Balkonkisten nicht unähnlich. Je nach Sorte und gewünschtem Erntezeitpunkt sind die Einheiten windexponiert auf einem Metallgestell angeordnet, das sich hervorragend für eine bequeme Ernte eignet. Andere Metallelemente thronen, drei Zentimeter eingegraben, auf einem Erdwall. «Der Boden gibt die gespeicherte Wärme ab und die lässt die Pflanzen schneller wachsen», erklärt Schwab die Methode. Im Freiland wird bei Hagelgefahr ein Schutznetz direkt über die Pflanzen gezogen, um die Ernte zu sichern. Bei den dauerhaft geschützten Kulturen gibt es Unterschiede: Einige der Gewächshäuser sind nur mit Folien bedeckt, andere stabil gebaut, je nach Sorte und Erntetermin. Erhitzt die Septembersonne das Gewächshaus zu stark, scheidet es kurz, und die Lüftungsklappen am First öffnen sich 30 Zentimeter, vollautomatisch natürlich. Apropos Automatik: Die ganze Anlage der Erdbeerkulturen wird durch weisse, zwei Zentimeter dicke Schläuche mit Wasser und Flüssigdünger versorgt, die bedarfsgerecht aus den braunen Düsen tröpfeln. Die Pflanzen gedeihen quasi hors-sol, sind aber trotzdem in echter Erde statt Steinwolle gebettet.

Gesetz liberalisiert, attraktivere Strompreise

Auf dem Rückweg spazieren wir an einer 200 Meter langen und 50 Meter breiten Parzelle



Oriane Potard von Agroscope erforschte schon in Südfrankreich den Einfluss von Agri-PV auf Ertrag und Qualität von Obstkulturen.



Effizienz pur im Beerenland: Wasser und Dünger gibts aus dem Tropfschlauch.



Einen Teil der Setzlinge erzeugt der Betrieb selbst.

vorbei, die mit einer schwarzen Plane abgedeckt ist. In Gruppen liegen hier kleine Plastikkisten parat – die Kinderstube des Beerenlands. Einen Teil der Jungpflanzen zieht Schwab selbst heran. Unterstützt wird sie dabei von bis zu 100 Saisonarbeiterinnen und -arbeitern, die meisten aus Polen. Neben der besonders personalintensiven Ernte braucht es die kräftigen Hände für die Pflege der Pflanzen und das Abräumen nach der Ernte. Untergebracht ist das Personal auf Zeit in einem eigenen Wohntrakt im Beerenland.

Die Anlage im Erdbeerland soll nach der ersten Etappe 130 Kwp liefern. Doch bei unserem Besuch fehlt neben einem Teil der Paneele auch der Wechselrichter. Noch ist des-

halb kein Kilowatt Strom ins Netz geflossen, doch Schwab bleibt zuversichtlich. «Agri-PV ist eine hervorragende Methode, ohnehin intensiv genutzten Landwirtschaftsflächen zusätzlich zu nutzen und gleichzeitig die Kulturen zu schützen.» Mit zwei batteriebetriebenen Nutzfahrzeugen, die bidirektional funktionieren, kann zudem ein Teil des Stromüberschusses gespeichert und dann abgegeben werden, wenn die Nachfrage im Beerenland besonders gross ist. Dass diese PV-Anwendung im Schweizer Obstbau noch nicht stärker verbreitet ist, erklärt sich Schwab wie folgt. Erstens war bisher die Gesetzeslage unklar, wie weit in der Landwirtschaftszone PV-Anlagen erlaubt sind. Und zweitens ist der finanzielle Initialaufwand

gross, man scheut die lange Amortisationszeit. Die aktuell stark steigenden Strompreise dürften dieses Argument allerdings entkräften. Gut möglich, dass in ein paar Jahren in Gimmiz und anderswo im Berner Seeland – dem Gemüsegarten der Schweiz – nicht nur jedes zweite Haus, sondern auch immer mehr Landwirtschaftsflächen ein anthrazitfarbenes Dach haben werden.



PIETER POLDERVAART ist freier Journalist in Basel und Redaktor von «Forum Raumentwicklung».



MIRIAM KÜNZLI ist freie Fotografin in Zürich.



DIE BILDERGALERIE ZUR REPORTAGE

Weitere Fotos zur Reportage finden Sie unter www.aren.admin.ch/forumraumentwicklung



DER FILM ZUR REPORTAGE

→ Ein Interview mit Barbara Schwab Züger, Erdbeer- und Solarstromproduzentin in Gimmiz/BE, finden Sie unter www.aren.admin.ch/forumraumentwicklung

Was ich von einer Fahrt im Elektro-Kleinwagen lernte



RAHEL MARTI, *1976, ist dipl. Architektin ETH. Sie arbeitet seit 2004 bei der Zeitschrift Hochparterre, heute als Redaktorin für Planung und Architektur. marti@hochparterre.ch

Plötzlich ist sie allgegenwärtig, die Verbrauchsdiskussion. Wie viel Energie dürfen wir als Gemeinschaft und Individuum konsumieren? Schon oft haben kluge Leute versucht, diese Diskussion anzustossen, sie wenigstens anzutippen. Jetzt drohen Strom- und Gasmangel mit spürbaren Folgen fürs Portemonnaie, und schon kommt der Stammtisch in die Gänge. Wir schwören die Kinder darauf ein, dass im Winter in der Wohnung Pullovertragen angesagt ist – wie Krass. Dabei schliefen unsere Eltern und Grosseltern zu einem guten Teil noch in Kammern, die so kalt waren, dass sich am Wintermorgen ihr Atem als kleine Raureifschicht auf die Bettdecken legte. Wenn nun die Regierung meines Wohnorts, der Stadt Zürich, verkündet, es werde kühler im Hallenbad und dunkler auf den Strassen, dann seufze ich: endlich. Wobei gerade diese beiden Massnahmen zeigen, dass Energiesparen nicht so einfach ist. Ein Grad Celsius kälteres Wasser hindert nicht am Schwimmen, weniger Licht nachts kann hingegen die Sicherheit gefährden.

Ich weiss nur nicht, ob ich ihr trauen will, dieser Debatte. Warum haben wir unseren Energieverbrauch nicht längst reduziert? Wovor hat die Politik Angst? Zürichs Stadtrat Michel Baumer antwortete gegenüber den Medien wohl unabsichtlich ehrlich: «Weil dies auch bedeutet hätte, dass die Lebensqualität zurückgeht, und das wollten wir nicht.» Im Klartext: Weil es unpopulär ist und damit die Wiederwahl gefährdet hätte. Sobald die Krise abflacht und das Portemonnaie aufatmet, wird sich der Sparwille mitsamt den temporären Massnahmen verflüchtigen. Das zeigt ja die – hoffentlich – gerade überwundene Pandemie. Auch damals war die Mobilität eingeschränkt. In der Arbeitswelt werden wir wohl dauerhaft weniger fahren und fliegen – vor allem, weil wir so Zeit und Geld sparen.

Im Privatleben haben wir die Fesseln von Corona nicht nur abgelegt, sondern geradezu gesprengt. Eben war der Himmel noch grenzenlos blau, schon schnüren ihn die Jets wieder ein mit Spinnennetzen aus Kondensstreifen. In den Zug steigen wir weniger als Arbeits-, dafür umso öfter als Freizeitmenschen. Während wir uns langsam damit abmühen, die Klimaschäden zu regulieren, die wir als Firmen und Gemeinwesen verursachen, werden wir als begüterte Individuen zunehmend zum Klimaproblem.

Neulich bekam ich meinen eigenen Energieverbrauch direkt zu spüren. Mit einem gemieteten Elektro-Kleinwagen fuhr ich 180 Kilometer weit, teils auf der Autobahn. Leute in Benzinautos rauschten an mir vorbei, während meine Batterie zügig zur Neige ging, sobald ich den Wagen beschleunigte. Um den ganzen Weg zu schaffen, musste ich ihn zwischendurch eine Dreiviertelstunde lang aufladen und kam zu spät zum Treffen. Es war so fühlbar wie zu Fuss oder auf dem Velo: Mich fortzubewegen, braucht Energie. Und die bringt nicht der Storch.

Wenn die Politik jetzt den Ausbau der Erneuerbaren vorantreibt, dann weniger wegen des Klimaschutzes als um die Stromkonzerne zu erhalten und unseren Energiehunger zu stillen, sollten andere Quellen versiegen. Unter dem Deckmäntelchen eines vermeintlichen ökologischen Fortschritts werden so Wirtschaft und Infrastruktur aufrechterhalten, statt an den wirklich rostigen Schrauben zu drehen – jenen des Wachstums und des Konsums. Doch am Ende sind Wirtschaft und Infrastruktur keine abstrakten Grössen. Am Ende stecken immer wir dahinter, am Ende bin es immer ich. Ob all die Windkraft- und Solaranlagen, die fantasiert oder schon projektiert werden, nötig sind, hängt auch von meinem ganz persönlichen Entscheid ab.

Die Abwägung «sauberer Strom versus Landschaftsschutz» ist pure Heuchelei. Natürlich dürfen wir den Landschaftsschutz nicht schwächen – wir haben ihn schon viel zu sehr missachtet. Auch wenn uns gewisse Kreise weismachen wollen, der Elektro-SUV sei o.k.: Wir wissen nicht nur genau, sondern auch schon lange, dass Weitermachen wie bisher keine Option ist.

Deshalb dürfen wir die erneuerbare Energieproduktion nur ausbauen, wenn wir gleichzeitig die fossile und atomare abbauen und uns die jetzt diskutierten Massnahmen zum Stromsparen überall, in Konzernen und Gemeinwesen genauso wie im Privatleben, nicht bloss temporär, sondern dauerhaft auferlegen.

—



DIE AUDIODATEI ZUR KOLUMNE

Hören Sie die Kolumne, gelesen auf Deutsch von der Autorin selbst unter www.are.admin.ch/forumraumentwicklung

DIE ZAHL

67

Die Schweizer Hausdächer und -fassaden könnten jährlich 67 Terawattstunden (TWh) Solarstrom produzieren. Der Schweizer Stromverbrauch betrug in den letzten Jahren zwischen 55 und 60 TWh. Durch die Elektrifizierung von Verkehr und Wärme dürfte der Verbrauch gemäss den Energieperspektiven 2050+ auf 76 TWh im Jahr 2050 steigen.

Der Solarlift in Tenna/GR, weltweit der erste seiner Art, produziert jährlich 90'000 kWh Strom. Das ist mehr, als er für den Betrieb benötigt.



« Un aménagement du territoire bien conçu facilite l'essor des énergies renouvelables »



Stephan Scheidegger
directeur adjoint de l'ARE
stephan.scheidegger@are.admin.ch



Ulrich Seewer
vice-directeur de l'ARE
ulrich.seewer@are.admin.ch

Seul un approvisionnement énergétique suffisant permettra à notre société de continuer à évoluer harmonieusement. Or les installations de production d'énergie ont un impact sur les paysages. Les moulins à vent des Pays-Bas, les terrils de charbon de la Ruhr, les barrages dans les Alpes en sont l'illustration parlante. En Suisse, les marais ont quasiment disparu suite à l'exploitation de la tourbe comme combustible. Au XIX^e siècle, les forêts ont été tellement surexploitées qu'il a été nécessaire de garantir leur protection en édictant la première loi fédérale de 1876 sur la police des forêts. Enfin, la force hydraulique a permis le développement de diverses industries et entreprises artisanales, ainsi que l'électrification précoce des chemins de fer.

Si, au cours des décennies suivantes, les besoins croissants en énergie ont pu être couverts grâce à l'importation massive d'agents énergétiques fossiles, nous sommes aujourd'hui à l'aube d'une nouvelle ère. Protection du climat, renoncement à l'énergie nucléaire décidé dans les urnes, refus de s'insérer sur les marchés mondiaux libéralisés de l'électricité, ou encore guerre en Ukraine, tous ces éléments vont nous obliger à produire nous-mêmes beaucoup plus d'énergies renouvelables que nous le faisons actuellement. S'il est bien conçu, l'aménagement du territoire devrait permettre d'accueillir les nouvelles installations de production, de stockage ou de transport d'énergie éolienne, solaire, hydraulique ou issue de la biomasse sans défigurer nos paysages et nos cités. Il convient également de faire en sorte que ces infrastructures non seulement ne menacent pas la biodiversité, mais soient éventuellement en mesure de l'accroître. Par ailleurs, il serait judicieux d'organiser le milieu bâti et de développer les infrastructures de transport de manière à réduire autant que possible les besoins en énergie de la population et des acteurs économiques. Il va falloir aussi simplifier et clarifier nos procédures de planification afin de faciliter l'implantation de futures installations de production ou de transport d'énergies dont nous ignorons encore la nature.

La présente revue vous offre un aperçu global des différentes facettes du développement énergétique et territorial actuel en mettant l'accent sur l'absolue nécessité de promouvoir les énergies renouvelables. Vous y trouverez des pistes de réflexion visant à concevoir les nouveaux paysages énergétiques de manière durable. *(traduction)*

Produire localement plus de courant renouvelable : les options de la Suisse

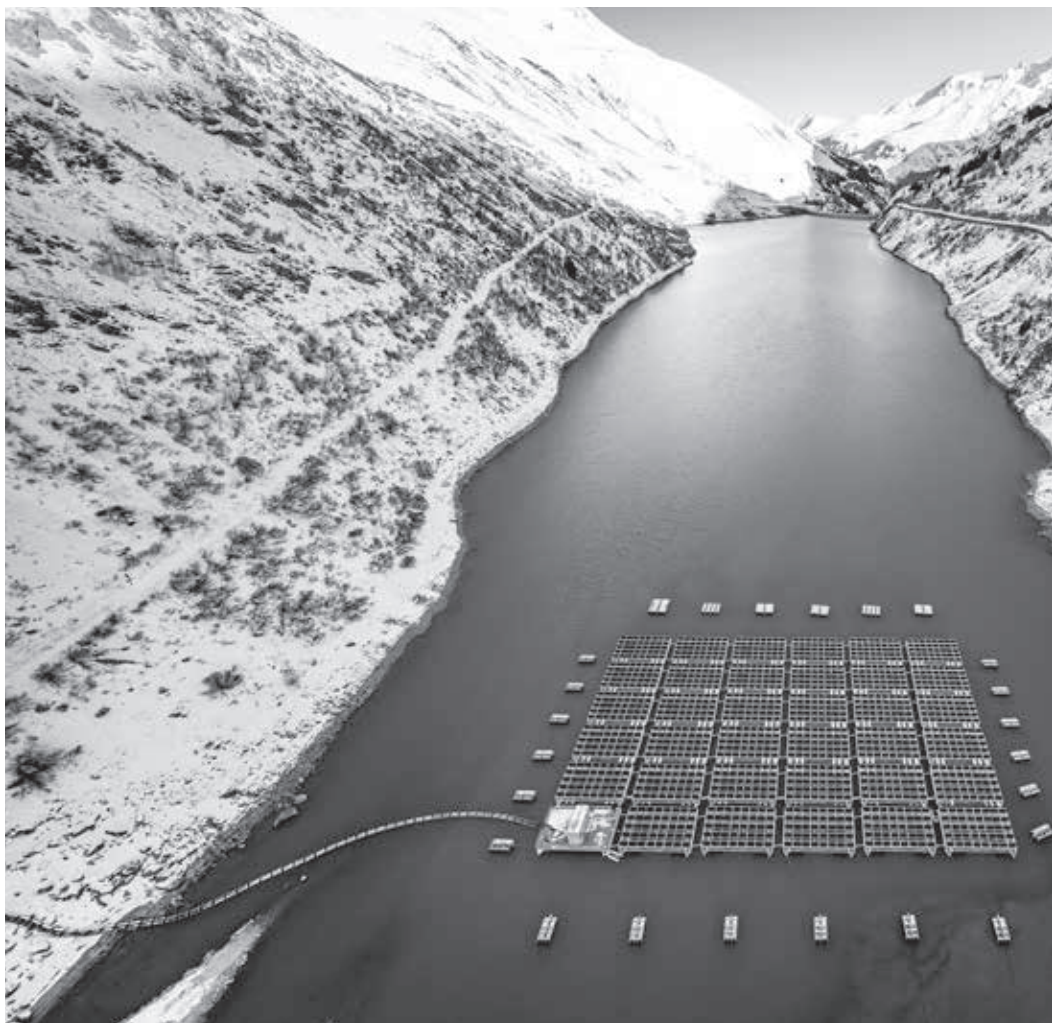
Evelina Trutnevyte

evelina.trutnevyte@unige.ch

Après dix ans de mise en œuvre de la Stratégie énergétique 2050, il est évident que la Suisse se doit d'accélérer le développement des technologies de l'électricité renouvelable. L'énergie photovoltaïque (PV), la plus prometteuse, devrait être au centre des préoccupations des autorités. Les surfaces de production devront s'étendre sur des zones non bâties – flancs de montagnes et zones agricoles –, ce qui nécessitera des compromis difficiles à trouver entre production d'électricité renouvelable et protection du paysage.

En optant pour la Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral en 2011 et en révisant sa loi sur l'énergie en 2016, la Suisse s'est engagée à abandonner l'énergie nucléaire. Parallèlement, le Conseil fédéral manifeste l'intention d'augmenter significativement la production décentralisée d'électricité renouvelable. Sont actuellement envisageables la production photovoltaïque d'électricité, l'énergie éolienne, la production de biogaz à partir de la biomasse, le bois utilisé comme combustible et la géothermie profonde.

La loi sur l'énergie prévoit de produire, à l'horizon 2035, 17 térawattheures (TWh) d'électricité à partir des nouvelles sources renouvelables, ce qui correspond à un tiers de la demande probable cette année-là. Dans le



La structure pilote du lac artificiel des Toules, à plus de 1800 mètres d'altitude, est en fonction depuis 2019.

cadre du programme SWEET EDGE¹, trois équipes de recherche de l'Université de Genève et des Écoles polytechniques de Lausanne et Zurich ont estimé, sur la base de modèles de simulation, que cet objectif était techniquement et économiquement réaliste, et même qu'on pouvait viser 25 TWh par année. Cela permettrait notamment à la Suisse, comme elle s'y est engagée, d'atteindre la neutralité carbone, c'est-à-dire de ne plus

émettre plus de CO₂ qu'elle n'en absorbe, d'ici 2050.

En 2019 déjà, le Conseil fédéral s'était donné pour objectif de maintenir le réchauffement global sous la barre de 1,5 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Pour atteindre réellement la neutralité carbone, il est impératif que tous les secteurs économiques soient presque entièrement décarbonés. À ce pro-

¹ EDGE («Enabling Decentralized renewable Generation in the Swiss cities, midlands, and the Alps») est un projet appartenant au programme d'encouragement SWEET («Swiss Energy research for the Energy Transition») géré par la Confédération (www.sweet-edge.ch).



pos, il faut bien se rendre compte que l'électrification accélérée des transports et du chauffage va immanquablement augmenter la demande en électricité, même si l'on réalise par ailleurs des économies d'énergie substantielles et que l'on tient compte d'une amélioration de l'efficacité énergétique.

S'il est atteint, l'objectif de produire 25 TWh d'électricité à partir de sources renouvelables en 2035 aidera la Suisse à être neutre

en carbone en 2050. Cela signifie qu'il va falloir accélérer le processus de transition énergétique actuellement beaucoup trop lent, puisqu'il n'est même pas sûr que le niveau de 5TWh visé pour la fin de cette année soit atteint.

Tous les regards se tournent vers le photovoltaïque

Après une analyse circonstanciée des différentes options technologiques, les trois équipes de chercheurs du projet EDGE s'accordent à dire que, pour atteindre ces fameux 25 TWh, la filière photovoltaïque est la principale méthode à promouvoir. La biomasse et l'éolien fournissent une contribution beaucoup plus modeste, tandis que l'apport de la géothermie profonde reste négligeable.

Les installations PV sont de moins en moins chères et leur mise en place est relativement facile d'un bout à l'autre de la Suisse et pour toutes sortes de configurations : sur les toits des immeubles d'habitation et des bâtiments industriels, sur les murs antibruit longeant les voies de communication, ainsi que sur d'autres types de zones bâties, telles que les parkings et les installations ferroviaires.

Ce qui pêche, c'est le rythme d'installation de panneaux PV ; on est loin du compte si l'on se contente de 17 TWh, encore plus si l'on vise les 25 TWh nécessaires d'ici 2035. Deux autres types d'installations PV permettraient d'accélérer la transition énergétique : le photovoltaïque en montagne et *l'agrivoltaïsme*.

Produire du courant solaire dans les Alpes est une bonne idée. En effet, durant l'hiver, et même par temps nuageux, le sol y réfléchit mieux la lumière et le soleil y brille plus fort que sur les toits du Mittelland. La Suisse, qui manque de courant en hiver, moment où la demande en électricité augmente alors que la production hydroélectrique est plus faible, aurait tout avantage à tirer parti de cette si-

tuation. L'autre avantage d'une installation située en montagne, c'est que les centrales solaires bénéficient en outre de la réflexion de la lumière sur les surfaces enneigées environnantes. Par ailleurs, de telles centrales pourraient s'intégrer à des infrastructures existantes ou à des sites déjà aménagés. Deux exemples existent à ce jour : sur le barrage de Muttssee dans le canton de Glaris et sur l'île flottante du lac artificiel des Toules sur la route du Grand-Saint-Bernard. Mais il serait aussi possible de placer des centrales solaires sur des surfaces vierges de constructions ; il existe donc un énorme potentiel encore inexploité.

S'agissant de l'installation de panneaux PV en zone agricole (*agrivoltaïsme*), il serait possible de combiner la production agricole intensive avec la production électrique sur le même territoire, ce qui résoudrait le conflit entre les deux utilisations du sol. Comme nous l'apprend le reportage publié dans ce numéro, la combinaison des deux activités sert aussi la production maraîchère, puisque les cultures bénéficient alors d'une protection contre les intempéries.

Courant renouvelable versus protection des paysages

Produire plus de courant renouvelable sur le territoire national offre de nombreux avantages : moins d'impacts négatifs sur l'environnement, meilleure indépendance géopolitique, nombre d'emplois accru. Mais il y a une contrepartie : plus de sol consommé, plus de paysages dénaturés.

À l'échelle du continent européen, il faudrait augmenter d'un tiers la surface occupée aujourd'hui par les installations de production d'électricité et les lignes à haute tension pour réaliser un système uniquement basé sur les technologies renouvelables. Cette proportion devrait aussi correspondre au contexte suisse. Il est indubitable que la



Accès difficile à l'éolienne de Mont Soleil.

qualité des paysages et la biodiversité vont pâtir de l'augmentation des surfaces consacrées à la production électrique. Et il ne faut pas oublier que la production d'électricité n'est qu'une des activités concurrentes consommant du sol.

Comme exemple d'impact parfois relativement négatif sur le paysage, on peut citer le cas des éoliennes, dont la difficulté d'implantation en Suisse depuis plusieurs années est justement liée à cette question. Les chercheurs du projet EDGE ont identifié un important potentiel de production d'énergie éolienne, qui servirait à diversifier les sources, mais surtout à compléter la production solaire pour combler la demande hivernale si difficile à satisfaire.

Production indigène ou importation ?

En août 2022, la Commission de l'environnement, de l'aménagement du territoire et de l'énergie du Conseil national (CEATE-N) a dé-

cidé qu'il fallait revoir la pesée des intérêts entre production énergétique et consommation des paysages. Cette décision permet de lancer le débat sur la possible installation de centrales photovoltaïques dans des zones alpines encore vierges et dépourvues de constructions. La discussion porte sur la possibilité de mettre en place rapidement de telles centrales.

En effet, si l'implantation à grande échelle d'installations d'électricité renouvelable prend du retard, cela signifie que la Suisse va continuer à importer du courant de l'étranger, et va même accroître sa dépendance lorsque ses centrales nucléaires s'arrêteront. La situation de la Suisse au cœur de l'Europe lui permet de bénéficier des réseaux continentaux de lignes à haute tension connectant les pays entre eux. Ces réseaux lui permettent d'équilibrer l'offre et la



Panneaux solaires sur la résidence universitaire «Vortex» de l'Université de Lausanne et de l'EPFL.



Barrage du Wohlensee près de Berne.

demande nationales, et de profiter des gradients de prix entre pays. Elle est donc particulièrement privilégiée.

Certains experts en énergie ont suggéré que la Suisse développe plutôt ses connexions avec l'étranger via les grands réseaux de transport européens, afin, d'une part, de mieux protéger les paysages et, d'autre part, de réduire les coûts d'investissement nécessaires pour atteindre les objectifs énergétiques et climatiques fixés. Diverses solutions sont possibles, comme l'investissement dans des parcs éoliens en mer du Nord ou dans des centrales photovoltaïques en Afrique du Nord. L'énergie produite à l'étranger pourrait être rapatriée sous la forme d'électricité ou sous celle d'hydrogène produit par de l'électricité solaire ou éolienne.

À première vue, de telles propositions semblent convaincantes car elles permettent de réduire la pression sur les paysages en Suisse ; elles ont pourtant aussi leurs zones d'ombre : la crise énergétique, liée notamment à la guerre en Ukraine, que vivent actuellement les pays européens, montre qu'il est peu judicieux de tout miser sur l'importation ; en effet, tant la sécurité d'approvisionnement que toute l'économie nationale en pâtissent.

La situation bloquée autour des accords-cadres entre la Suisse et l'Union européenne (UE) complique encore la donne. Par ailleurs l'UE s'est dotée du même but que la Suisse : atteindre la neutralité carbone d'ici 2050. La Suisse n'est pas la seule à vouloir atteindre ses objectifs climatiques grâce aux nouvelles sources d'énergie renouvelable. Il n'est pas

réaliste de croire que les autres pays européens donneront la priorité à l'exportation vers la Suisse de leur électricité renouvelable, au détriment de la protection de leurs propres paysages et de la garantie de leur indépendance d'approvisionnement.

Une décision risquée pour la protection du paysage

Dans le contexte de l'urgence climatique, de l'insécurité d'approvisionnement et du risque d'accident nucléaire, la Suisse n'a pas le choix : elle DOIT développer considérablement ses sources indigènes. Voilà dix ans que l'on a commencé à mettre en œuvre la Stratégie énergétique 2050 ; certes, la transition énergétique a démarré, mais on est très loin du rythme de croisière qu'il faudrait adopter.

Sur les plans technique, économique et sécuritaire, il est judicieux de construire des centrales PV sur des infrastructures existantes, mais aussi dans les montagnes et sur les terres agricoles. Bien sûr, dans ces deux derniers cas, il sera encore plus difficile que pour l'éolien de trouver un compromis acceptable entre production durable d'électricité et protection du paysage. En effet, les installations PV demandent encore plus de surfaces vierges que les éoliennes. Mais la Suisse ne dispose guère d'alternatives si – comme les autres pays européens – elle veut atteindre ses objectifs énergétiques et climatiques. Comment pourra-t-elle en effet couvrir sa demande en électricité si elle renonce à l'atome, limite l'énergie éolienne, épargne ses paysages vierges et s'abstient d'importer du courant ?

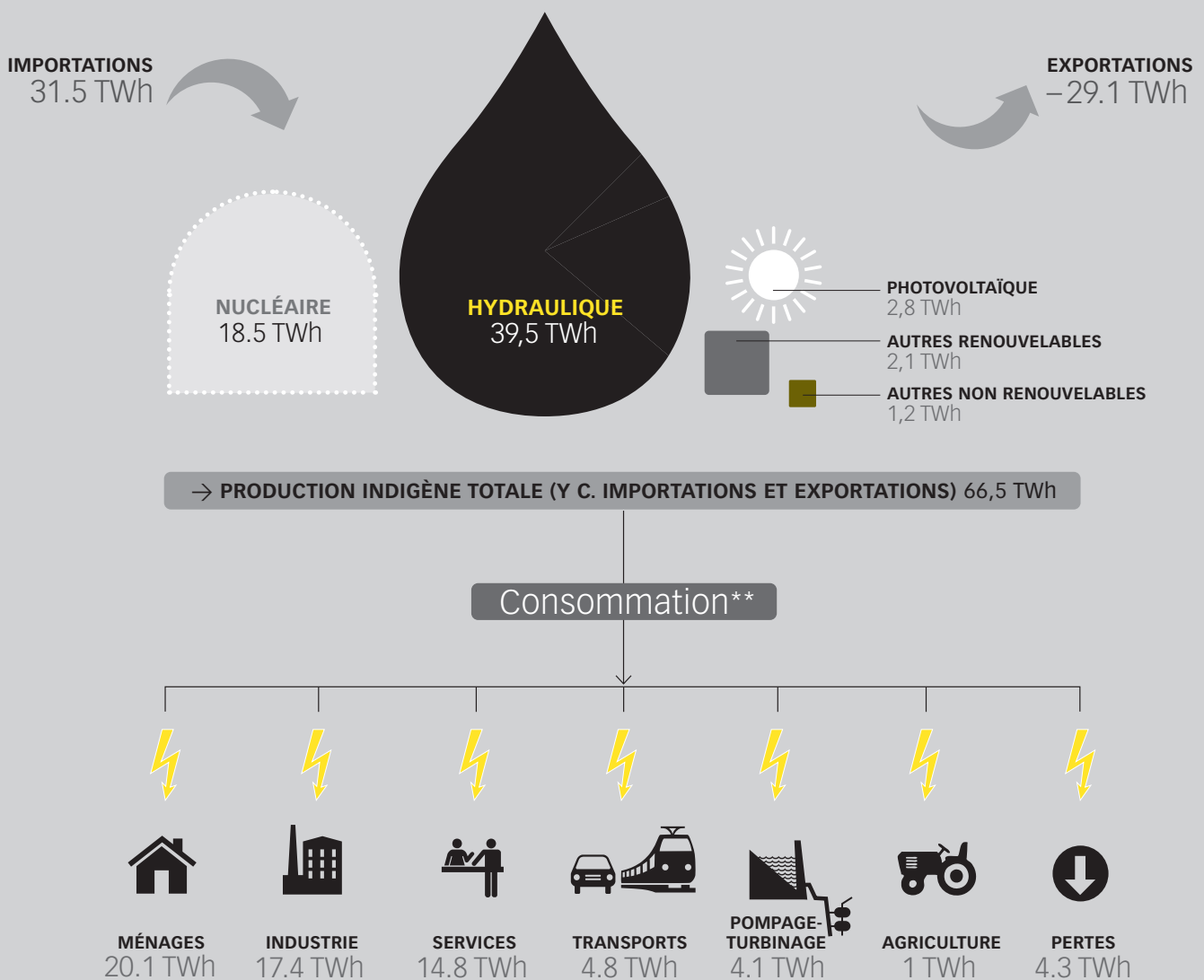
— *(traduction)*



EVELINA TRUTNEVYTE, *1984, est diplômée en Sciences des systèmes environnementaux de l'EPFZ. Elle a acquis sa solide expérience dans divers centres universitaires, tels que la Carnegie Mellon University (USA), l'University College London (GB), l'Aalborg University (DK) et la Vilnius Gediminas Technical University (Lituanie). Depuis 2018, elle dirige la chaire des systèmes d'énergies renouvelables à l'Institut des Sciences de l'Environnement (ISE), qui dépend de la section des sciences de la Terre et de l'environnement à l'Université de Genève. Elle est codirectrice du projet SWEET EDGE, qui rassemble 17 partenaires universitaires et plus de 60 partenaires issus du monde industriel et des administrations publiques.

Production d'électricité en 2021

Il va falloir accroître massivement la production d'électricité à partir d'énergies renouvelables au cours des prochaines décennies. Les politiques sont tous d'accord à ce sujet, et des débats concernant l'ampleur du phénomène ont lieu actuellement. Ce qui est sûr, c'est que ce développement, en particulier celui du photovoltaïque, aura des conséquences visibles sur le territoire.

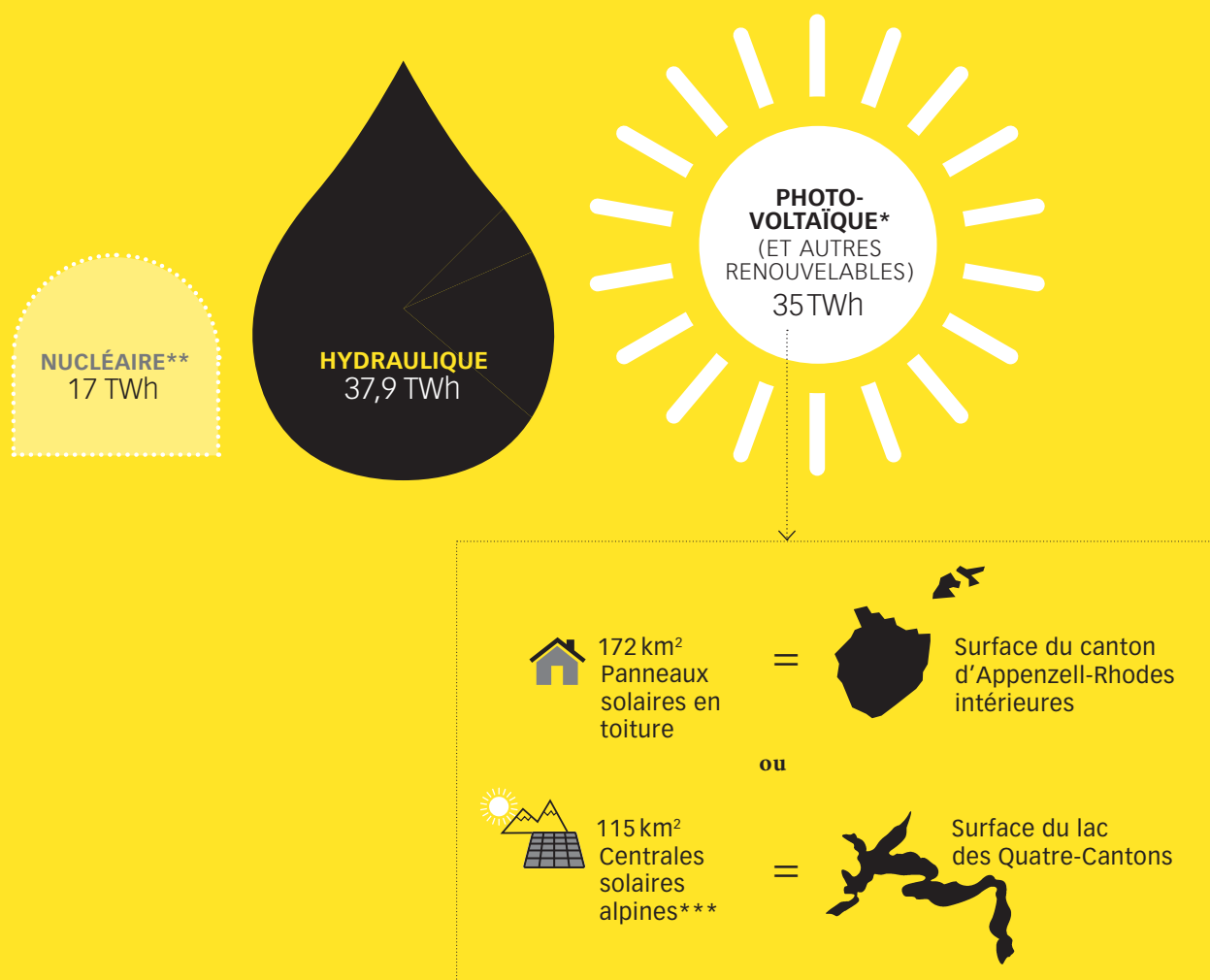


* TWh = térawattheures

** La différence entre consommation et production est arrondie.

Production d'électricité en 2035

Le graphique illustre l'état du débat politique actuel. Le Conseil des États a adopté, lors de la session d'automne, son projet de développement des énergies renouvelables. Le Conseil national n'avait pas fini de délibérer au moment de la clôture de la rédaction de ce numéro.



Les surfaces comparées ont été calculées sur la base de 35 TWh d'énergie solaire.

- * L'énergie solaire devrait, à elle seule, produire la plus grande partie de la nouvelle énergie renouvelable. Les autres énergies renouvelables, comme l'éolien, ne représentent que quelques TWh.
- ** Le développement des énergies renouvelables se fait avant tout dans la perspective de l'abandon du nucléaire. Pourtant, les centrales nucléaires suisses ont une durée de vie illimitée. Elles peuvent être exploitées aussi longtemps qu'elles répondent aux exigences légales en matière de sécurité. Les investissements actuels sont prévus pour une durée d'exploitation d'environ soixante ans. Par conséquent les deux plus anciennes centrales nucléaires, Beznau I et II, pourraient ne plus être en service en 2035. Les autres, en revanche devraient toujours l'être.
- *** En raison du brouillard moins fréquent et du rayonnement solaire plus important, les centrales solaires alpines produisent 50 % d'électricité de plus par mètre carré.

« Concilier production d'énergie
et conservation de la biodiversité
représente un véritable défi
de société. »

Interview: Pieter Poldervaart
Photos: Miriam Künzli



La perspective de manquer d'énergie a abouti à un consensus politique en faveur du développement du photovoltaïque (PV), même hors des espaces bâtis. Christian Schaffner, de l'EPFZ, plaide pour que toutes les options permettant de produire de l'énergie de manière renouvelable restent ouvertes. Urs Leugger-Eggimann, directeur de Pro Natura, est au contraire d'avis qu'une offensive solaire incontrôlée permettant une colonisation des surfaces encore vierges dans les Alpes pourrait occulter le critère de la biodiversité.

Monsieur Schaffner, comment se fait-il que le photovoltaïque à grande échelle soit, en l'espace de quelques mois à peine, devenu une option envisageable ?

Christian Schaffner : nous sommes confrontés à une double crise : d'une part, comme les Accords de Paris nous invitaient à le faire en 2015, nous devons abandonner les énergies fossiles pour lutter contre le réchauffement climatique ; d'autre part, la guerre en Ukraine a bousculé les priorités. Désormais, il ne s'agit plus seulement d'écologie, mais de notre indépendance par rapport à la Russie... et par ailleurs le temps presse ! Ce nouveau coup de boutoir ne nous pousse plus seulement à développer des systèmes durables de production d'énergie, mais à en produire le plus possible à l'intérieur de nos frontières. Maintenant, nous devons nous mettre d'accord sur le poids respectif que nous voulons accorder aux différentes facettes de la durabilité, ce qui est une des tâches de l'aménagement du territoire, si je ne m'abuse. Nous avons déjà dû prendre de telles décisions par le passé, par exemple lorsqu'il a fallu équiper en remontées mécaniques des domaines skiables dans les Alpes... des aménagements que nous devons d'ailleurs bientôt démonter en raison du manque de neige. Aujourd'hui, nous devons trouver de nouveaux compro-

mis pour mettre en place des installations photovoltaïques hors zones constructibles.

Pourquoi est-ce si intéressant de mettre en place des installations PV dans les montagnes ?

Schaffner : le milieu alpin est particulièrement approprié à cela pour des raisons techniques. En hiver, les Alpes bénéficient d'un ensoleillement bien meilleur que les régions sujettes au brouillard. Les températures y sont plus basses, ce qui augmente la performance des panneaux PV. De plus, en cas de neige, lesdits panneaux produisent encore plus de courant grâce à la réverbération de la lumière sur la neige ; il est alors possible d'installer des panneaux à double face, ce qui augmente encore la production. Par contre, les coûts de construction et d'équipement sont plus élevés dans des régions perdues que sur le Plateau, ce qui rend les installations alpines moins avantageuses.

Urs Leugger-Eggimann : le fait que ces régions soient éloignées et mal desservies les rend d'autant plus précieuses du point de vue écologique. Et c'est là que l'aménagement du territoire doit entrer en scène : dans les régions densément urbanisées de Suisse, pratiquement chaque mètre carré est affecté à au moins une fonction ; si nous voulons modifier cette répartition, il est nécessaire de s'appuyer sur un processus exigeant de planification, et ce, jusqu'au plus haut niveau institutionnel. Un tel processus permet d'identifier l'endroit le plus adéquat pour une nouvelle utilisation du sol. Dans cette pesée des intérêts, il est hors de question que la production d'énergies renouvelables pèse plus lourd que les intérêts de la protection de la nature. Il ne faut pas oublier que le maintien de la biodiversité est tout aussi nécessaire à notre survie que la résolution de la crise climatique.

Et, selon vous, comment est-il possible de concilier ces deux exigences ?

« Nous sommes actuellement confrontés à une crise de la biodiversité tout aussi critique que la crise climatique. »

Urs Leugger-Eggimann

Leugger : les sources d'énergie renouvelable doivent être implantées là où elles menacent le moins la biodiversité. Et c'est précisément là que l'offensive solaire dans les Alpes est dépourvue de cohérence. Il manque une étape intermédiaire dans la planification directrice cantonale ou au niveau fédéral ; il s'agit de faire la distinction entre les zones appropriées à la production d'énergie et les régions si riches en biodiversité que l'implantation d'installations énergétiques doit y être totalement bannie. Jusqu'à présent, je n'ai pas vu l'amorce d'une telle analyse, qui devrait être entreprise avec soin et à un stade assez précoce de la planification, sur le modèle de l'Atlas des vents de la Suisse, qui a permis de déterminer les sites les plus adéquats pour implanter des éoliennes.

De tels processus demandent du temps ; en avons-nous assez, vu l'urgence de la situation ?

Leugger : je me rends bien compte que nous sommes sous pression. Je vous rappelle que les associations environnementales demandent depuis des décennies que l'on développe les énergies renouvelables. C'est faire preuve de négligence aujourd'hui que de tout miser sur un seul cheval. Je ne mets pas en question la nécessité d'abandonner

les énergies fossile et nucléaire. À mon avis, il est tout à fait possible de développer le photovoltaïque tout en préservant la biodiversité. Si l'on autorise maintenant l'extension du photovoltaïque de manière irréfléchie et précipitée, on risque en effet de porter atteinte à l'infrastructure écologique, et donc d'aggraver encore la crise de la biodiversité. Je

rappelle que la biodiversité, si elle est riche, permet d'atténuer les effets du dérèglement climatique. Par exemple, un marais préservé permet de stocker plus de CO₂ qu'un pré ; une forêt diversifiée peut protéger un village contre des événements naturels, tels que des avalanches ou des pluies diluviennes.



CHRISTIAN SCHAFFNER a étudié l'électrotechnique à l'EPFZ, où il a obtenu son doctorat. Après une carrière dans le privé et à l'Office fédéral de l'énergie, il dirige depuis 2013 l'Energy Science Center (ESC) de l'EPFZ.

« Si nous installions des panneaux photovoltaïques dans les Alpes, nous pourrions nous épargner la construction de quelques centrales électriques à gaz. »

Christian Schaffner

Existe-t-il une alternative pour éviter que les Alpes se transforment en « désert noir » ?

Leugger : en juin dernier, l'Alliance-Environnement, dont fait partie Pro Natura, a publié un nouveau document montrant à quoi pourrait ressembler, d'ici 2035, une transition énergétique respectant la nature. Le potentiel d'accueil d'installations PV en milieu bâti est énorme. S'il était exploité, nous pourrions produire le double du courant nécessaire à couvrir nos besoins actuels. Parallèlement, nous pourrions faire baisser ces besoins d'un tiers, rien qu'en prenant des mesures de lutte contre le gaspillage d'énergie et en augmentant l'efficacité des appareils. L'application d'une telle stratégie ne porterait pas atteinte à la biodiversité. Je ne comprends pas pourquoi nous ne lançons pas maintenant des programmes d'investissements massifs et n'accélérons pas les procédures d'autorisation, plutôt que de sacrifier nos derniers espaces naturels.

Monsieur Schaffner, ne suffirait-il pas, pour couvrir nos besoins, de doper l'exploitation des espaces bâtis ?

Schaffner : revenons-en à l'exploitation énergétique dans les Alpes, et à son influence sur la biodiversité. Les barrages hydroélectriques ont eu par le passé un impact majeur, et d'ailleurs irréversible, sur l'environnement. Pour les installations PV, c'est différent. Les modifications du milieu sont beaucoup plus modestes. Il est notamment plus facile de démonter les installations et de déconstruire les routes d'accès. Il suffira peut-être de ne concevoir ces installations que pour une durée de vingt ou trente ans, ainsi leur impact ne sera pas éternel. Il se pourrait même que certaines installations contribuent positivement à la biodiversité : l'ombre qu'elles produisent peut notamment favoriser la création de biotopes pour des plantes rares ou pour certaines espèces d'animaux.

Monsieur Leugger, que pensez-vous de cette idée de nouveaux biotopes ?

Leugger : les milieux de la protection de la nature pourraient entrer en matière s'il s'avère que des installations PV améliorent véritablement la biodiversité. Par contre, je suis plus que sceptique quant à la déconstruction de telles installations. Nos montagnes sont aujourd'hui défigurées par des équipements touristiques hors d'usage – des téléphériques et des téléskis par exemple – qui rouillent sans que personne ne s'en préoccupe. On pourrait donc se concentrer prioritairement, dans les Alpes, sur des bâtiments, des infrastructures ou même des terrains qui ont déjà subi des atteintes paysagères ; et il y en a beaucoup : autoroutes, paravalanches, domaines skiables, etc.

Monsieur Schaffner, faut-il réserver au milieu bâti l'installation de panneaux PV ?

Schaffner : les experts de l'EPFZ ont développé différents scénarios, et selon leurs calculs en effet, si tous les toits de Suisse étaient recouverts, cela suffirait théoriquement à couvrir nos besoins en électricité. Le pro-

blème, c'est le temps nécessaire pour exploiter ce potentiel si finement réparti. Chaque toit nécessite une autorisation du fournisseur d'énergie et l'attribution d'un permis de construire par les autorités. Après quoi, ce sont des monteurs indépendants qui installent les panneaux PV. Or nous manquons actuellement de la main-d'œuvre nécessaire.

Sur le plan économique, il est indéniable que de telles installations en toiture sont en général rentables ; c'est au moment de la mise en œuvre que le bât blesse. En résumé : sur le plan technique, il n'y a pas à tergiverser ; nous devons exploiter toutes les pistes possibles car il faut vraiment augmenter notre production de courant.



URS LEUGGER-EGGIMANN, Dr. phil. II (en biologie), est au bénéfice d'un MAS intitulé « Nonprofit and Public Management » (management des organismes publics et des organisations non gouvernementales). Il a assumé diverses fonctions, dont celle de directeur adjoint, au sein du service des espaces verts de la Ville de Bâle. Depuis 2013, il est directeur de Pro Natura, la plus grande et plus ancienne association de protection de la nature en Suisse.

« La mise en place d'installations photovoltaïques pilotes dans les Alpes nous donnerait une idée concrète du potentiel de production de ces régions. »

Christian Schaffner

Ce qui veut dire aussi du photovoltaïque dans les Alpes?

Schaffner : nous devons peser le pour et le contre. Le courant photovoltaïque alpin peut contribuer à l'abandon des centrales à gaz déjà planifiées pour répondre aux besoins accrus en hiver. Les deux technologies ont leurs défauts. Toute nouvelle centrale à gaz devra être équipée d'un récupérateur de CO₂, un gaz à effet de serre qu'il s'agira de stocker sous une forme ou une autre. Mais cette technologie est coûteuse et compliquée. Donc, je le répète, si nous installions des panneaux photovoltaïques dans les Alpes, au lieu de nous contenter d'en intégrer au tissu bâti, nous pourrions nous épargner la construction de quelques centrales électriques à gaz. L'agrivoltaïsme – soit des installations PV combinées à une exploitation agricole ou maraîchère – pourrait lui aussi contribuer à soulager la pression.

Leugger : il est vrai que les surfaces dédiées à la culture intensive ne sont plus vraiment intéressantes du point de vue de la biodiversité. Je suggère pourtant que, dans ces cas aussi, nous procédions à une pesée des intérêts, ce qui pourrait nous amener à conclure qu'il faut favoriser la biodiversité plutôt que la production de courant.



Faut-il donc encore attendre les résultats d'autres études?

Schaffner : ce qui est sûr, c'est qu'aucune nouvelle centrale PV ne nous protégera cet hiver d'une éventuelle panne d'électricité ; nous n'échapperons pas à des baisses imposées de consommation, et peut-être saurons-nous négocier des livraisons de courant avec les pays voisins. De telles discussions sont déjà en cours. Je suis optimiste ; je crois que nous disposerons, en 2023 déjà, de

conclusions sur l'effet réel des centrales PV au sol sur la biodiversité des milieux naturels.

En pareil cas, pouvons-nous compter sur vous comme partenaire de discussion, Monsieur Leugger?

Leugger : bien entendu ! Mais avant de se lancer dans la construction de nouvelles installations pharaoniques, il nous faut impérativement arrêter de jeter l'énergie par les fenêtres. À ce propos, nous avons lou-



pé le coche ces dernières années. Il va falloir plus que jamais exploiter toutes les possibilités d'améliorer l'efficacité des appareils, et il faudra éteindre les installations non nécessaires. Les sources de production d'énergies renouvelables ne sont assurément pas vierges d'impacts ; elles sont simplement un peu plus soutenables que les installations conventionnelles. En effet, les matières premières nécessaires à la construction de panneaux solaires ou d'éoliennes sont, elles aussi, disponibles en quantités limitées. Nous

devons enfin prendre conscience du fait que l'énergie est un bien précieux, et nous poser sans cesse la question suivante : est-elle véritablement indispensable où ne sert-elle qu'à booster la consommation?

Schaffner : selon moi, il faudrait passer par une phase de test en construisant une ou deux installations pilotes au sol, qui pourraient entrer en fonction rapidement et bénéficierait, le cas échéant, de dérogations juridiques. Cela nous permettrait de mieux cerner les apports et les risques d'une installation dans les Alpes. Les résultats d'une telle analyse devraient permettre d'évaluer l'efficacité de la technique avant de lancer une production industrielle. Une telle contribution donnerait sûrement une dimension politique au débat – par ailleurs, ces installations pilotes pourraient être facilement démontées.

Leugger : parmi les scénarios que nous avons proposés, nous avons aussi prévu de telles installations pilotes. Leur mise en place donnerait une base concrète au débat. Et surtout, cela permettrait d'éviter de tomber dans le panneau d'une urgence artificielle, comme le permet la nouvelle loi solaire récemment acceptée par les Chambres. On peut constater en effet que cette loi est un blanc-seing pour la gigantesque centrale solaire prévue dans le Saflischtal en Valais, dans un site choisi arbitrairement. Cette région ne dispose que d'une infrastructure minimale, destinée uniquement à l'exploitation agricole des pâturages. Ce projet ne se base pas sur une véritable étude technique ; il est le fruit d'un accord léonin entre un président de commune et son petit copain, un fin renard de la politique fédérale et cantonale. À notre avis, le processus de localisation devrait être différent : c'est en premier lieu l'aménagement du territoire qui devrait entrer en scène pour déterminer l'emplacement à la fois le plus favorable du point de vue énergétique et entraînant le moins de dommages

possibles aux paysages et à la biodiversité. C'est d'ailleurs la méthode de travail choisie par la Table ronde consacrée à l'énergie hydraulique.

Schaffner : je suis persuadé que cette stratégie serait transposable aux centrales PV au sol, comme elle l'a été pour l'Atlas des vents en Suisse. Nous autres, à l'Energy Science Center (ESC) de l'EPFZ, avons élaboré le système suivant : nous établissons une corrélation entre les données des systèmes d'information géographique (SIG) et les paramètres géographiques et géologiques, tels que la pente ou le danger d'avalanche, et y ajoutons des indications sur les voies d'accès et sur les possibilités de raccordement au réseau électrique. Ce qu'il nous manque encore, ce sont les données sur la biodiversité.

Sauf erreur, l'Atlas des vents n'a pas vraiment facilité l'implantation d'éoliennes. Pensez-vous que les pénuries d'énergie qui nous pendent au nez vont permettre aux juristes de baisser la garde de manière à faciliter aussi l'énergie éolienne?

Leugger : oui, nous savons bien que le feu vert donné par la nouvelle loi solaire urgente aux installations photovoltaïques dans les Alpes réveille des appétits dans d'autres domaines. Mais n'oublions pas que l'Office fédéral de la justice a dit clairement que le chèque en blanc donné au photovoltaïque alpin était contraire à la Constitution fédérale. Par ailleurs, nous mettons en doute les conclusions d'une étude récente selon laquelle la Suisse pourrait héberger 1000 nouvelles éoliennes. L'Alliance-Environnement a calculé que ce nombre devait être ramené à 250, voire 300 d'ici 2035, si les installations respectent les contraintes naturelles ; ce serait déjà 20 fois plus qu'aujourd'hui.

Schaffner : sur le plan strictement technique, chaque nouvelle éolienne est bienvenue, les deux sources d'énergie solaire et éolienne



« La loi solaire urgente est un blanc-seing permettant de construire de grosses installations photovoltaïques, dont la localisation a été jusqu'ici totalement aléatoire. »

Urs Leugger-Eggimann

se complétant à merveille. Mais le photovoltaïque a maintenant le vent en poupe, tandis que l'éolien est au point mort.

À propos de la Table ronde consacrée à l'énergie hydraulique, les associations environnementales s'entendent-elles aujourd'hui encore aux compromis négociés ?

Leugger : absolument ! Nous reconnaissons le bien-fondé de cette liste de quinze installations à autoriser rapidement parce que le rapport entre gain d'énergie et impact paysager est particulièrement favorable. Mais nous n'avons pas seulement donné notre aval à ces projets potentiellement respectueux de l'environnement ; dans notre accord se trouvaient aussi inclus l'assainissement d'usines hydrauliques existantes, ainsi que toutes sortes de mesures de compensation ou de remplacement. J'avoue que, ces derniers temps, nous sommes révoltés par l'attitude de quelques entreprises hydroélectriques qui renvoient aux calendes grecques la réalisation de certaines mesures de compensation. Si l'accélération des procédures leur tient à cœur, elles feraient bien de se tenir à leurs engagements. En effet, nous sommes actuellement confrontés à une crise de la biodiversité tout aussi critique que la crise climatique.



L'eau, le vent ou le soleil : même si nous exploitons au maximum ces trois sources, aurions-nous de quoi stocker toute cette énergie, Monsieur Schaffner?

Schaffner : il faut rappeler ici une chose dont peu de gens sont conscients : notre sécurité d'approvisionnement dépend principalement des réseaux européens auxquels la Suisse est rattachée. Bien sûr, l'actualité politique se concentre aujourd'hui sur la production indigène d'électricité. Mais, sur le plan politique, il est tout aussi important de soigner nos contacts avec l'étranger, c'est-à-dire avec l'Union européenne. Il y a dix ans, je faisais partie, en tant que collaborateur de

l'Office fédéral de l'énergie, de la délégation suisse chargée des négociations avec l'UE. Déjà à l'époque, nous étions conscients de cette importance de conserver de bonnes relations avec nos voisins.

Et qu'en est-il de nos capacités de stockage d'énergie?

Schaffner : notre avenir énergétique sera beaucoup plus fluctuant qu'aujourd'hui, et nous devons faire preuve de plus de flexibilité. Nos usines de pompage-turbinage sont un précieux atout. Nous pourrions aussi bénéficier de la multiplication de voitures électriques, dont les batteries constituent de miniaccumulateurs pouvant alimenter le réseau. Ces échanges bidirectionnels font référence au principe dit « Vehicle-to-Grid ». Une autre pièce du puzzle énergétique est le principe du couplage intersectoriel, c'est-à-dire de la « collaboration » entre les installations de production d'électricité, de production de chaleur et de mobilité. Il sera possible, par exemple, de couper temporairement l'alimentation des pompes à chaleur en cas de pénurie d'électricité de courte durée. Et enfin, on peut aujourd'hui déjà stocker localement de la chaleur ou du froid grâce à des pompes à chaleur. Je ne vois donc pas de problème de stockage insoluble, mais il y aura, là aussi, de gros défis à relever.

Toutes ces mesures concernent l'espace bâti. L'infrastructure énergétique peut-elle s'y développer sans obstacles?

Leugger : on peut faire ici l'analogie avec la densification des villes, c'est-à-dire le développement vers l'intérieur : il faudra aussi conserver la qualité de vie des habitants lorsque l'on voudra construire de nouvelles installations de production de courant. Il importera notamment de ne pas sacrifier les espaces de verdure, ni en densifiant le bâti, ni en multipliant les installations énergétiques. En réalité, la multiplication des pompes à

chaleur ou des voitures électriques ne menace pas le bien-vivre en ville. Mais il en va autrement dans les campagnes ; là, la pesée des intérêts entre la production de courant et la protection des paysages et de la biodiversité doit se faire en accord avec toute la population ; c'est donc un véritable défi de société. La Suisse aurait dû depuis longtemps déjà équiper ses toitures d'installations PV. C'est pourquoi nous soutenons non seulement le principe de l'équipement PV obligatoire des nouveaux bâtiments, mais aussi celui des bâtiments existants. Il s'agit maintenant de surfer sur la vague du solaire.

— (traduction)



LA VIDEO DE CET ENTRETIEN

Entretien avec Christian Schaffner, directeur de l'Energy Science Center de l'EPFZ, et Urs Leugger-Eggimann, directeur de Pro Natura à Bâle.

Pour voir les entretiens en version vidéo
www.are.admin.ch/forumdudeveloppementterritorial

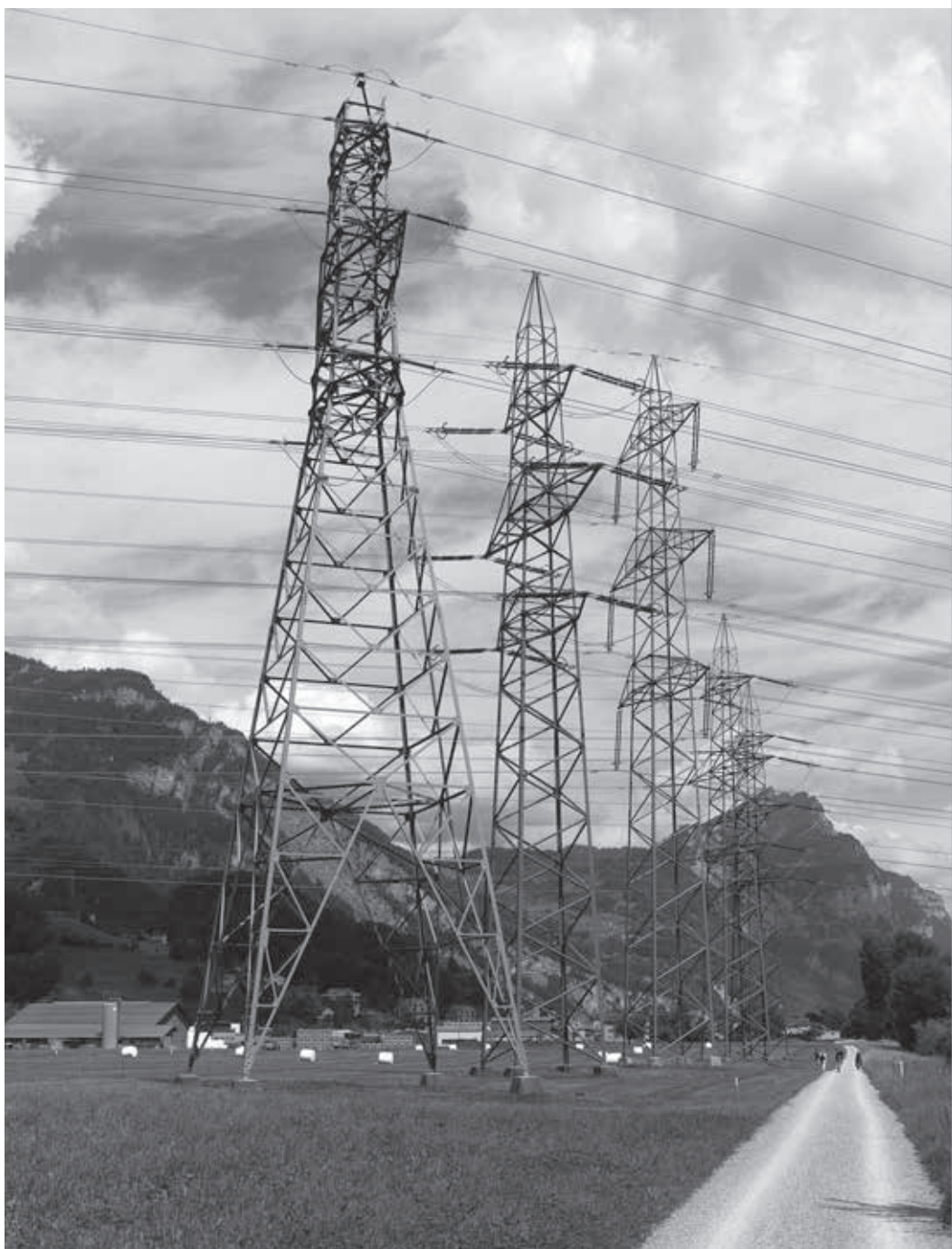
Un réseau robuste comme condition première d'une transition énergé- tique réussie

Marc Vogel

marc.vogel@swissgrid.ch

Afin que la Stratégie énergétique 2050+ puisse se concrétiser, il est essentiel de disposer d'un réseau de transport d'électricité performant. En novembre 2021, le Conseil fédéral a publié son Scénario-cadre pour la planification du réseau d'électricité, qui impose aux gestionnaires de réseau un cadre contraignant pour leur planification. Ces nouvelles contraintes obligent ainsi Swissgrid à adapter sans cesse sa conception du futur réseau de lignes à très haute tension suisse. Son plus grand défi est de prendre en compte les mutations en cours dans le domaine de la production d'énergie.

L'électricité est au cœur du fonctionnement de notre société ; que ce soit directement ou indirectement, nous en sommes tributaires pour presque toutes nos activités quotidiennes. Ainsi, la transition énergétique que nous avons amorcée représente un défi d'autant plus énorme qu'il va falloir, à l'avenir, assurer une distribution vingt-quatre heures sur vingt-quatre toujours aussi fiable. Les centrales nucléaires et les centrales au charbon vont être progressivement mises hors service à travers toute l'Europe. Elles sont peu à peu remplacées par quantités de petites sources d'électricité renouvelable – éoliennes ou solaires – dont la production est dépendante de l'heure et de la météo. Or, pour que le réseau fonc-



Lignes à haute tension dans la plaine de la Linth entre Weesen et Ziegelbrücke.

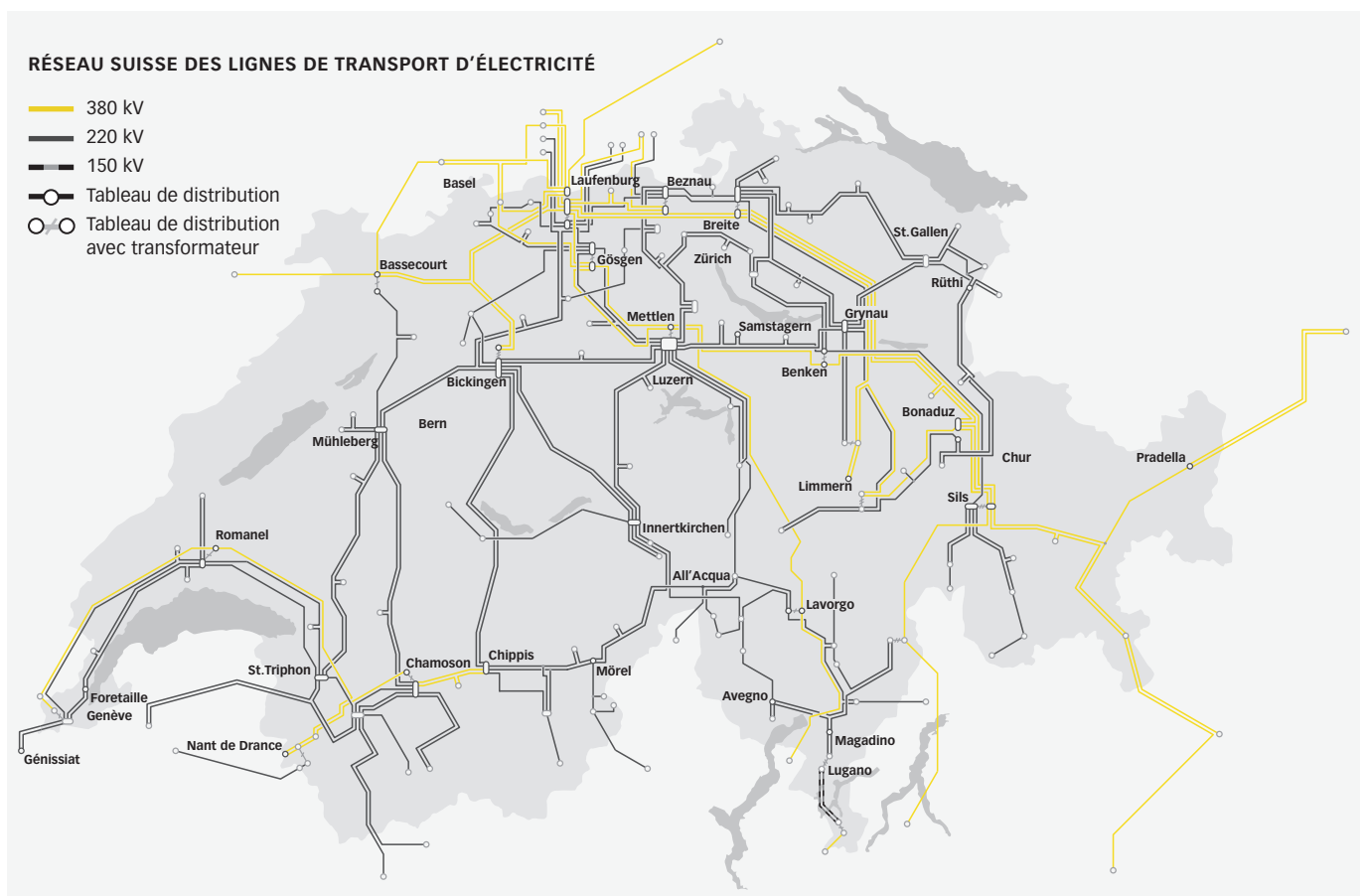
tionne de manière stable, il est nécessaire qu'à chaque seconde, la quantité d'électricité produite corresponde exactement à la demande.

Du bon usage des nouvelles technologies

Il va falloir changer nos habitudes et utiliser désormais le courant au moment où il est produit, c'est-à-dire quand le soleil brille ou que le vent souffle. Jusqu'à présent, nous autres consommateurs nous sentions libres de nous brancher à la prise à n'importe quel moment de la journée, pour nous chauffer, faire la cuisine, nous rafraîchir ou encore re-

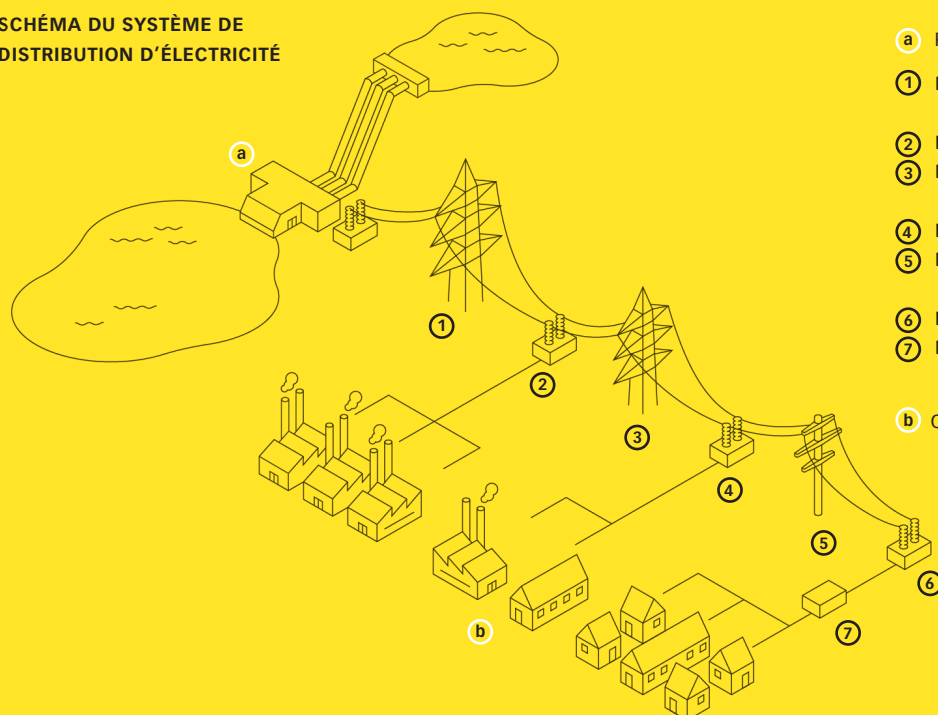
charger nos appareils. Certains d'entre nous choisissaient, de faire leur lessive la nuit pour profiter de l'électricité nucléaire en bande. Notre seul souci était de disposer d'un logement agréable, d'un frigo à + 5°C et d'une batterie de voiture bien chargée au moment du départ. À l'avenir, nous dépendrons de technologies sophistiquées qui géreront à notre place notre consommation, afin que l'énergie solaire puisse être valorisée de manière optimale. L'autoconsommation d'électricité permettra d'éviter les pointes de réinjection de courant dans le réseau qui, s'il est moins sollicité, aura moins besoin d'être renforcé.

Lorsque les multiples producteurs décentralisés fourniront trop de courant, on utilisera ce dernier pour faire remonter de l'eau dans nos lacs d'accumulation, chauffer de l'eau dans des réservoirs ou charger les batteries des voitures électriques. C'est ainsi que nous stockerons notre énergie, que nous pourrons aller puiser dans ces « réservoirs » par temps nuageux ou les jours sans vent. S'il est un élément particulièrement difficile à gérer, c'est le stockage intersaisonnier : comment conserver pour l'hiver, le courant produit au cours des longues journées d'été ou grâce à l'eau de fonte des neiges ? Il existe pourtant des solutions à ce problème,



Le réseau de transport actuel permet de fournir à toutes les régions de l'électricité de manière stable et d'assurer les échanges de courant avec l'étranger.

SCHÉMA DU SYSTÈME DE DISTRIBUTION D'ÉLECTRICITÉ



a PRODUCTEURS

- ① Niveau de réseau 1: très haute tension dans le réseau de transport 220/380 kV
- ② Niveau de réseau 2: transformateur
- ③ Niveau de réseau 3: haute tension dans le réseau de distribution interrégional 50 à 150 kV
- ④ Niveau de réseau 4: transformateur
- ⑤ Niveau de réseau 5: moyenne tension dans le réseau de distribution régional 10 à 35 kV
- ⑥ Niveau de réseau 6: transformateur
- ⑦ Niveau de réseau 7: basse tension dans le réseau régional 400/230V

b CONSOMMATEURS



Paysage marqué par l'énergie à proximité de la centrale nucléaire de Mühleberg.

par exemple le couplage des secteurs, qui consiste à fabriquer en été de l'hydrogène avec les surplus d'électricité, puis à l'utiliser en hiver pour refabriquer de l'électricité.

Échanges internationaux d'électricité

Ces révolutions technologiques vont nécessiter une optimisation du réseau de distribution, voire son extension ponctuelle, afin de lui permettre de s'adapter aux nouvelles habitudes de production et de consommation. C'est précisément la tâche des gestionnaires de réseau.

Swissgrid, la société gestionnaire du réseau de transport d'électricité suisse, a pour mission de planifier, construire et exploiter le réseau de lignes électriques à très haute tension, long de 6700 kilomètres. Avec ses 41



Vue sur le panorama des Alpes bernoises depuis Frauenkappelen.

lignes transfrontalières, la Suisse est complètement intégrée aux pays voisins. Nos surplus d'électricité partent à l'étranger, tandis que nos déficits sont comblés grâce à des importations, surtout en hiver. Sont directement connectés à ce réseau à très haute tension toutes les usines hydroélectriques et nucléaires, ainsi que tous les gros gestionnaires de réseau, tels que les services industriels des villes et les sociétés cantonales d'approvisionnement. Ces gestionnaires, à leur tour, alimentent les consommateurs finaux d'électricité.

Les embouteillages affectent aussi les réseaux électriques

Le réseau de distribution d'électricité relie toutes les installations électriques, qu'elles soient de production ou de consommation.

Comparable à un réseau routier constitué de rues de quartier, de rues principales, de routes cantonales et d'autoroutes, il comprend quatre niveaux de tension : basse tension (400 V) à l'intérieur des bâtiments, moyenne tension, haute tension et très haute tension. Comme le réseau routier peut être perturbé par des embouteillages, le réseau électrique peut être affecté par des congestions. Des travaux de maintenance ou des mises hors service de lignes, ou encore de grandes variations de production ou de consommation sont à l'origine de ces perturbations. Si cela se produit, les besoins du consommateur final ne peuvent pas être entièrement satisfaits.

La multiplication des installations solaires et éoliennes, de même que l'augmentation du nombre de véhicules électriques et de pompes à chaleur sollicitent en premier lieu le

réseau de distribution à basse tension, mais finalement aussi le réseau national et transfrontalier de transport d'électricité. L'Union européenne (UE) planifie, au large des côtes de toute l'Europe, la construction de plusieurs parcs éoliens géants, dont la puissance cumulée équivaldra, à terme, à celle de 300 centrales nucléaires, ce qui entraînera des flux toujours plus importants d'électricité à travers le continent. Située au centre de l'Europe, la Suisse sera donc de plus en plus souvent menacée de congestion de réseau. En effet, en raison de l'enlisement des négociations avec l'UE concernant un accord bilatéral sur l'électricité, elle ne pourra avoir qu'une influence limitée sur l'évolution du marché de l'électricité. Sans droit de parole au sein des instances concernées, notre pays sera de plus en plus souvent exclu des processus de décision européens et du marché international. En effet, nous ne pouvons pas prendre part aux couplages de marchés, ce qui nous oblige à supporter des surcharges imprévisibles sur notre réseau de transport d'électricité. Or, il faut tenir compte de ces imprévus dans la planification de notre réseau.

Le Scénario-cadre suisse (SC CH) pour la planification du réseau électrique fournit des informations sur les avancées de la transition énergétique et sur les technologies de production mises en œuvre.

Trois scénarios se dessinent pour l'avenir

Le SC CH a été élaboré par l'Office fédéral de l'énergie, soutenu par un groupe d'accompagnement. Après une phase de consultation publique, le projet de scénario-cadre a été approuvé par le Conseil fédéral en novembre 2022. Trois scénarios y sont décrits, qui esquisseront le développement d'ici à 2040 des technologies de production, ainsi que l'évolu-



Lignes à haute tension traversant les Alpes près du col du Nufenen.

tion probable de la demande des principaux consommateurs, tels que le commerce ou l'industrie.

On présume que l'évolution effective, encore inconnue à ce jour, se situera quelque part dans cette fourchette. Le Scénario-cadre va permettre de dimensionner le futur réseau électrique de telle manière qu'il reste suffisamment stable, quelle que soit l'évolution de la situation.

Stratégie de planification de Swissgrid

Le Réseau stratégique 2040 présente les extensions de réseau à réaliser d'ici 2040. Swissgrid développe ce réseau en étroite collaboration avec les gestionnaires de réseau concernés, les centrales électriques et les che-

mins de fer fédéraux (CFF). Au cours d'un processus de régionalisation, ces partenaires ont évalué le niveau de consommation futur dans chaque région, ainsi que le genre et l'intensité de la réponse technologique à mettre en place. Ils ont ainsi pu décliner les objectifs nationaux du SC CH dans les différentes régions.

Un modèle de réseau européen permet de simuler, selon les trois scénarios, la charge qu'auront à supporter les différentes lignes en 2040 ; cela permet de prévoir les futurs goulets d'étranglement du réseau actuel.

Avant de prévoir la construction de nouvelles lignes électriques, Swissgrid envisage une exploitation plus efficace du réseau ac-

tuel dans le but de le rendre apte à supporter le surplus de charge. La ligne peut être exploitée de manière sûre à chaque instant jusqu'à sa limite si, par exemple, des capteurs mesurent différents paramètres, comme la température, le rayonnement solaire, la vitesse du vent ou la hauteur de la flèche de la ligne qui dépend des conditions météorologiques.

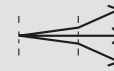
En outre, de nouvelles technologies rendent possible une répartition de la charge à égalité sur différentes lignes existantes, ce qui permet d'augmenter globalement le débit. Au cas où de telles mesures ne suffiraient pas, il faudrait envisager le renforcement de certaines lignes existantes ou, en dernier ressort, la construction d'une nouvelle ligne de

PROCÉDURES D'AUTORISATION DE PROJETS DE RÉSEAU

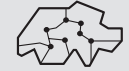
LE PROJET RÉSEAU STRATÉGIQUE 2040 VA PERMETTRE DE CONSTRUIRE UN RÉSEAU

Planification

Scénario-cadre



Évaluation des besoins



Scénarios / Régionalisation

Plan pluriannuel / Réseau stratégique

Tous les quatre ans

Tous les quatre ans

Projet Réseau stratégique

Processus de développement du réseau

UN ROBUSTE, CAPABLE D'ASSURER UN APPROVISIONNEMENT SÛR EN ÉLECTRICITÉ, MÊME D'ICI 2040.

Planification de projets

Coordination territoriale



Procédure de plan sectoriel national (Plan sectoriel des lignes de transport d'électricité PSE) / Plan directeur cantonal

En fonction des projets sur demande auprès de Office fédéral de l'énergie (OFEN)

Procédure d'approbation



Plan d'approbation des plans
Tribunal administratif fédéral / Tribunal fédéral

En fonction des projets sur demande auprès de Inspection fédérale des installations à courant fort (ESTI)

Réalisation

Réalisation des projets



Construction et mise en service

Après approbation

Vérification des projets



Coûts et bénéfices

Après la mise en service

transport. Dans ce dernier cas, on recourrait certainement à des solutions combinant la ligne électrique avec d'autres infrastructures.

Accélérer l'extension du réseau

Swissgrid est responsable de la planification et de la réalisation des lignes de transport. La procédure d'autorisation et d'approbation de la Confédération comprend six phases, au cours desquelles les différentes parties prenantes jouent un rôle central. Les variantes proposées sont discutées au sein d'un groupe de travail mis en place par l'OFEN, constitué de représentants des services fédéraux et cantonaux, des organisations environnementales et de Swissgrid. Ce groupe, chargé d'émettre par la suite des recom-

mandations, a pour base de travail le système d'évaluation des lignes de transport d'électricité de la Confédération. Cet outil permet de passer en revue non seulement les critères techniques, mais également des facteurs relatifs au développement territorial, à la protection de l'environnement ou à la rentabilité économique. Les milieux concernés peuvent prendre position sur les propositions du groupe de travail dans le cadre d'une audition publique, mais c'est en fin de compte au Conseil fédéral de prendre les décisions concernant la nouvelle ligne : périmètre d'étude, corridor du tracé, technologie (ligne aérienne ou câblage souterrain). Actuellement, il faut compter une quinzaine d'années entre le lancement du projet et la mise en service d'une nouvelle ligne. À l'avenir, il faudra que ce dé-

lai puisse être réduit, afin que le réseau reste en étroite adéquation avec l'évolution du système énergétique.

—

LIENS :
Brochure : Planification du réseau chez Swissgrid

➔ <https://tinyurl.com/grid-planification>

Projet Réseau stratégique

➔ <https://tinyurl.com/grid-strategie>

Procédures d'autorisation de projets de réseau

➔ <https://tinyurl.com/grid-procedures>

Aperçu des projets

➔ <https://tinyurl.com/grid-projets>

Brochure : Les technologies du réseau à très haute tension suisse. Ligne aérienne et câblage souterrain

➔ <https://tinyurl.com/grid-technologies>



MARC VOGEL, *1970, a suivi des études d'électrotechnique à l'Université technique de Karlsruhe. Jusqu'en 2002, il a contribué, en tant que collaborateur de l'entreprise MVV Energie AG, à l'organisation du commerce de l'énergie, notamment dans le cadre de la libéralisation du marché de l'électricité en Allemagne. En Suisse, il a d'abord travaillé chez Atel, avant d'entrer, en 2005, chez Swissgrid, où il a assumé différentes fonctions. Il dirige actuellement le projet Réseau stratégique 2040.

Des installations photovoltaïques sur mesure pour une utilisation optimale de l'espace

Stefan Oberholzer

stefan.oberholzer@bfe.admin.ch

À l'heure du débat sur la sécurité de l'approvisionnement en électricité, la production indigène à l'aide de panneaux photovoltaïques (PV) est sur toutes les lèvres. Cette solution, dont le potentiel de développement est immense, se répand en Suisse comme une traînée de poudre. Outre l'intégration aux bâtiments de telles installations, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) soutient toutes sortes d'autres projets impliquant l'utilisation du photovoltaïque.

En Suisse, les infrastructures de transport occupent environ un tiers de la surface urbanisée ; les places de stationnement occupent à elles seules 69 kilomètres carrés de territoire, soit le double de la surface totale du canton de Bâle-Ville. Ces dernières années, l'entreprise suisse dhp Technology a mis au point un nouveau système de toit pliable sur câbles, qui permet de recouvrir n'importe quelle aire de stationnement ou surface industrielle tout en produisant du courant. En 2017, un premier projet pilote¹ soutenu par l'OFEN a consisté à couvrir d'un tel toit un bassin de décantation de la station d'épura-



La technologie photovoltaïque proposée par l'entreprise dhp Technology : un toit solaire pliable permet de couvrir des constructions industrielles, ici un bassin de la station d'épuration de Davos, tout en produisant du courant.

tion de Coire. Le système a de multiples effets de synergies : a) augmentation de la part de courant produit de manière autonome par une industrie ; b) ombrage de certaines surfaces ; c) protection des panneaux PV en cas d'intempéries (tempêtes, grêle, neige) grâce à un algorithme de prévision météo. Perçue comme exotique au stade du projet pilote, cette idée s'est depuis muée en produit commercial à succès. De nombreuses installations de ce type équipent désormais des parkings ou des stations d'épuration dans toute l'Europe.

Des effets indirects sur la température des villes

La Confédération a également soutenu des projets d'installations PV sur des murs antibruit situés le long d'autoroutes ou de voies de chemin de fer. Ainsi, en 1989 déjà, un mur antibruit produisant du courant avait été construit le long de l'A13 dans le canton des Grisons. Devenu célèbre dans toute la Suisse, il est toujours en fonction aujourd'hui². Encore rares à ce jour, les modules PV à double face sont particulièrement intéressants, puisqu'ils produisent du courant tout au long de la journée. En 2021, une importante installation bifaciale a été mise en place sur le toit d'une galerie antibruit de l'autoroute A2 à Zofingue³ ; l'espace entre les modules a par ailleurs été végétalisé de manière à constituer une surface de compensation écologique. L'OFEN effectue actuellement, à Winterthur, une étude comparative visant à tes-



La centrale PV alpine construite par les services industriels de la Ville de Zurich sur le barrage du lac d'Albigna permettra, dans le cadre de l'étude soutenue par l'OFEN, de tester la résistance des modules PV placés dans des conditions climatiques extrêmes, et d'observer les signes de leur dégradation au cours du temps.

ter l'intérêt des modules verticaux bifaces posés sur des toitures végétalisées. Ce qui est intéressant ici, c'est d'observer dans quelle mesure de telles toitures peuvent avoir pour effets secondaires à la fois une amélioration du climat urbain, un accroissement de la biodiversité, un rafraîchissement de la température à l'intérieur des bâtiments et une rétention de la pluviométrie. Cette étude permettra également d'identifier les difficultés de maintenance de ces installations.⁴

Tests de longue durée dans les Alpes

Les milieux politiques se focalisent actuellement sur des installations PV de grande envergure dans les Alpes. Ces dernières, en effet, permettent, en raison du fort rayonnement solaire dû à l'altitude, d'accroître la production hivernale de courant. En 2020, les services industriels de la Ville de Zurich (ewz)

ont installé sur le barrage du lac d'Albigna, à 2165 mètres d'altitude, une centrale PV de grandes dimensions. À une telle altitude, les modules PV sont soumis à des contraintes météorologiques extrêmes. Un projet en cours soutenu par l'OFEN⁵ et consistant à analyser les données de rendement, la mesure périodique de la puissance des modules, l'imagerie thermique et la vérification de l'état général des installations, devrait permettre d'acquérir des connaissances sur la fiabilité à long terme des équipements situés à des endroits similaires. Par ailleurs, il existe, dans le Bas-Valais, une autre installation pilote alpine constituée de radeaux flottant sur le lac artificiel des Toules, dont le niveau varie au cours des saisons. Ce projet, lui aussi soutenu par l'OFEN, vise à analyser les contraintes supplémentaires qu'implique une telle installation.⁶

(traduction)

¹ Projet OFEN «Solarkraftwerke über Schweizer Klärinfrastruktur: Realisierung Pilotanlage zur Klärbeckenüberspannung ARA Chur» (<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=35840>) (en allemand seulement)

² Auswertung der Langzeit Betriebserfahrung der PV-Lärmschutz-Anlage A13 1989-2017, TNC Consulting AG (Office fédéral de l'énergie 2019, en allemand seulement)

³ Installation solaire A2 achevée (<https://www.agrola.ch/fr/actualite/actualite/installation-solaire-a2-achevee.html>)

⁴ Projet OFEN «Entwicklung und vergleichender Test eines Gesamtpakets für bifaziale PV-Systeme auf Gründächern» (<https://www.aramis.admin.ch/Texte/?ProjectID=48519>) (en allemand seulement, description succincte en anglais)

⁵ Projet OFEN intitulé «ALPINE – Investigation of aging behaviour of PV-modules of an alpine PV-installation» (<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=47370>) (résumé en français)

⁶ Projet OFEN intitulé « Floating photovoltaic plant on the Lac des Toules reservoir » (<https://www.aramis.admin.ch/Grunddaten/?ProjectID=44236&Sprache=en-US>)



STEFAN OBERHOLZER est docteur en physique et travaille depuis 2008 à l'Office fédéral de l'énergie (OFEN), où il dirige le programme de recherche Hydrogène et photovoltaïque. Il représente par ailleurs la Suisse au sein de diverses instances internationales, telles que le Programme de recherche de l'Agence Internationale de l'Énergie sur les systèmes de production d'électricité photovoltaïque (AIE PVPS) ou le Partenariat international pour l'économie de l'hydrogène (PIEH).

Grand Genève : la transition écologique et énergétique est en marche

Matthieu Baradel

matthieu.baradel@etat.ge.ch

Après près de cinquante ans de coopération transfrontalière, l'agglomération franco-suisse du Grand Genève fait face aux conséquences de son développement fulgurant : expansion de la mobilité individuelle, mauvaise répartition des emplois et des habitants, crise du logement, menaces sur les espaces naturels, etc. Compte tenu de l'urgence climatique actuelle, seules des mesures drastiques et coordonnées permettront de concilier développement territorial et enjeux écologiques et énergétiques.

Le Grand Genève est une agglomération transfrontalière rassemblant 209 communes françaises, genevoises et vaudoises et comptant plus d'un million d'habitants. Considéré comme un des plus attractifs et dynamiques d'Europe, ce bassin de vie transfrontalier reconnu pour la qualité paysagère de ses sites naturels et bâtis jouit d'un rayonnement international.

Afin de répondre aux défis actuels et notamment à la nécessité de préserver les ressources naturelles, il est urgent de concilier l'évolution du territoire et enjeux de la transition écologique et énergétique.

Poursuivre des objectifs communs

Une grande partie des émissions de gaz à effet de serre (GES) de l'agglomération du Grand



Le développement des transports publics devrait réduire de manière conséquente les émissions de dioxyde de carbone dans l'agglomération du Grand Genève.

Genève, déplacements aériens exclus, sont dues à la mobilité des personnes et des marchandises ; la quasi-totalité de ces émissions est générée par des véhicules motorisés.

Forts de ce constat, les partenaires du Grand Genève unissent leurs efforts afin de définir une « vision territoriale transfrontalière » allant de pair avec une nouvelle stratégie multimodale de déplacement à l'horizon 2050. Il

s'agit concrètement de questionner l'ensemble des politiques publiques à incidence territoriale, de manière à diviser par dix les tonnes de CO₂ émises par chaque habitant du Grand Genève, et à atteindre ainsi la neutralité carbone.

Toutefois, l'enjeu n'est pas seulement de limiter les émissions de GES : il faut agir localement, en tenant compte des ressources li-



Le réseau transfrontalier Léman Express, ici à Genève, est une réussite incontestable.

mitées de notre planète (consommation de matières, biodiversité, gestion de l'eau, etc.) sans pour autant porter atteinte à la qualité de vie ni accentuer les disparités sociales.

Une réponse à la hauteur des enjeux

Depuis près de quinze ans, et notamment à la faveur de la politique fédérale des agglomérations, le Grand Genève a entamé sa mue. En 2019, la mise en service du Léman Ex-

press, plus grand réseau ferroviaire régional transfrontalier, a initié de nouvelles pratiques de mobilité. Ces 230 kilomètres de lignes permettent de rapprocher les principaux pôles du territoire et offrent aux habitants une alternative à l'utilisation de la voiture. On peut parler de véritable succès, puisque plus de 50 000 voyageurs l'utilisent tous les jours. Un réseau transfrontalier de tramway et de bus à haut niveau de service complète cette offre de transport ; des travaux de développement et de densification ainsi que l'aménagement de pôles d'échanges multimodaux sont également prévus à proximité immédiate des gares.

Si ces premières réalisations méritent d'être saluées, il reste un long chemin à parcourir avant d'atteindre les objectifs de 2050. Une

réduction massive des kilomètres parcourus en transport individuel motorisé n'est en effet pas envisageable sans un important transfert vers les transports publics, le passage à la mobilité douce et l'électrification de l'ensemble du parc de véhicules restants. Cela n'ira pas sans une importante mutation de la société et une évolution des comportements.

Pour accompagner au mieux ces changements, il va falloir adapter les outils fédéraux afin que Confédération, cantons et agglomérations tirent à la même corde en matière de transition énergétique et écologique.

LINK

➤ <https://tinyurl.com/grand-geneve>



MATTHIEU BARADEL, *1976, a travaillé dans divers bureaux spécialisés en ingénierie de la mobilité, puis a intégré l'administration cantonale genevoise il y a une douzaine d'années. Après s'être occupé de planification de la mobilité, il a rejoint, en 2017, le Projet d'agglomération Grand Genève qu'il dirige depuis cinq ans.

Le système suisse d’approvisionnement en électricité sera à l’avenir plus décentralisé

Hannes Weigt

hannes.weigt@unibas.ch

La production et la distribution d’électricité sont en pleine mutation : la production traditionnelle par de grands groupes est aujourd’hui de plus en plus souvent complétée par celle de petits, voire très petits producteurs, qui cherchent à valoriser le soleil, le vent ou la biomasse, notamment pour leur propre usage. Cette démocratisation de l’économie énergétique modifie l’infrastructure de production et de distribution de l’électricité.

Notre système d’approvisionnement en électricité marque de son empreinte nos paysages. Si la Suisse se caractérise avant tout par ses barrages dans les Alpes et ses petites ou grandes usines hydroélectriques au fil de ses nombreux cours d’eau, on y trouve également des centrales nucléaires, des lignes à haute tension, des stations de couplage et d’innombrables petits postes de transformation.

Ce système de distribution a été mis en place au cours du XX^e siècle. À cette époque, c’étaient les grands producteurs qui dictaient le choix des technologies. Ils refinaient leurs investissements selon des tarifs de vente régulés, à propos desquels les consommateurs finaux n’avaient rien à dire. Comme les autres pays, la Suisse dispose au-



Panneaux solaires dans le Val Lumnezia.

aujourd'hui encore d'un système d'approvisionnement dit « top-down » : de grands groupes produisent et distribuent le courant jusque dans les ménages, via un système électrique comparable à un réseau routier, au sein duquel les clients finaux sont uniquement des acheteurs de courant.

L'économie énergétique va se démocratiser

Avec le développement des énergies renouvelables ce système « top-down » intègre de plus en plus souvent des éléments dits « bottom-up » ; on se dirige alors vers un mode de fonctionnement mixte. Les installations basées sur la biomasse, le vent ou les capteurs photovoltaïques sont de toute évidence de taille beaucoup plus modeste que les usines conventionnelles ; leur dispersion annonce l'arrivée prochaine d'un système décentralisé. Parallèlement, les gros investisseurs ne sont plus les seuls à s'engager financièrement ;

un nombre croissant de clients, les « prosummateurs » – néologisme issu de la contraction des termes producteur et consommateur – comme on les appelle, paient eux-mêmes leurs installations.

Face à cette évolution, il convient de considérer les impacts de ces nouvelles formes de production de courant sur nos paysages en se demandant sur la base de quels critères les clients finaux, à la fois consommateurs et producteurs, prennent leurs décisions d'investissement.

Incitations financières destinées aux clients finaux

Aujourd'hui, les propriétaires d'immeubles ont la possibilité de produire eux-mêmes du courant en posant des panneaux photovoltaïques (PV). Ce type de décision dépend en grande partie de la structure tarifaire de



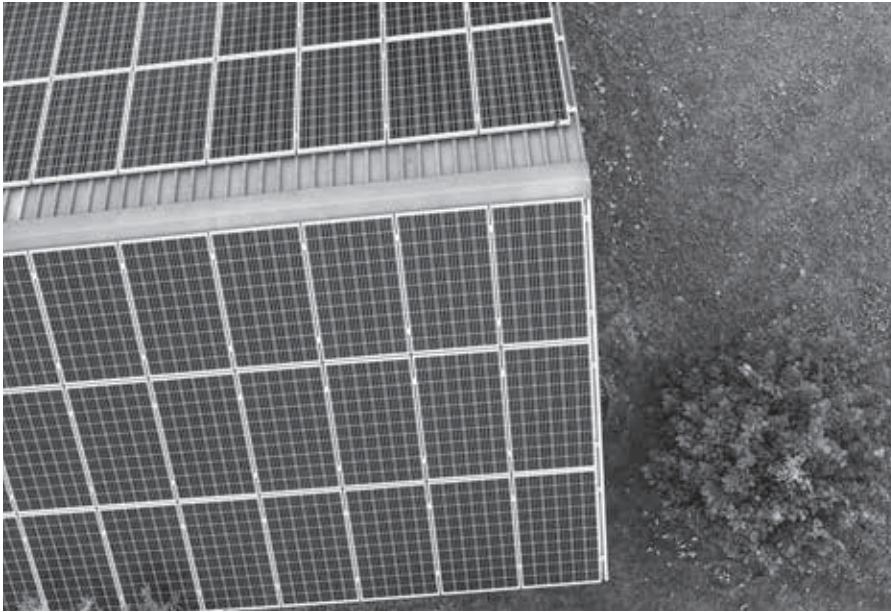
Panneaux solaires à Puzzatsch, dans le Val Lumnezia.



Moutons pâturant en hiver près de l'aire d'autoroute de Deitingen-Sud.

l'électricité. C'est essentiellement grâce à la quantité d'électricité à prix fixe qu'ils ne doivent plus se procurer sur le marché que les clients finaux amortissent de tels achats. Pour augmenter encore la part d'autoconsommation, il leur est possible d'installer des batteries permettant de stocker l'énergie excédentaire produite durant les journées ensoleillées, pour l'utiliser le soir ou le matin.

S'il est vraisemblable que les panneaux PV et les batteries vont devenir meilleur marché, il est encore difficile de faire des pronostics concernant la future structure tarifaire. À l'heure actuelle, les tarifs de la plupart des clients finaux sont relativement rigides. Il s'agit de tarifs fixes ou différenciés jour/nuit, pour lesquels l'heure de la journée n'est pas prise en compte. Le moment où il est judicieux d'utiliser son propre courant photovoltaïque n'ayant pas beaucoup d'importance, le critère déterminant pour choisir un type d'installation ou un autre est donc la diffé-



Toit solaire à Grindelwald.



Borne de recharge électrique à La Chaux-de-Fonds.

rence entre les coûts d'investissement et la somme des économies réalisables. Jusqu'à présent, les forfaits ne jouent qu'un rôle secondaire dans ce calcul.

Incitations financières pour les producteurs d'énergie

Ces dernières années, le contexte du marché a beaucoup changé, également pour les producteurs d'électricité. Les possibilités habituelles de refinancement par le biais de tarifs fixes ont été remplacées par les incitations du marché. Les bourses de commercialisation d'électricité pour gros consommateurs offrent des tarifs bien plus différenciés que ceux s'appliquant aux ménages ; ces tarifs peuvent varier d'heure en heure, parfois même de quart d'heure en quart d'heure. Ils sont dépendants des systèmes de production et de distribution des pays voisins et, comme on le voit actuellement avec la guerre en Ukraine, sont influencés par le contexte socioéconomique mondial.

Contrairement aux ménages, les gros producteurs d'énergie ne sont pas tributaires d'une localisation spécifique ; de plus, ils disposent d'une palette bien plus large de technologies, aussi bien conventionnelles que renouvelables. Cette structure internationale permet donc à des grands groupes suisses d'aller investir dans des installations renouvelables à l'étranger. Les revenus qu'ils en tirent dépendent de la période de fonctionnement des différentes machines et du prix de vente de l'électricité fixé par le marché à chaque instant. Contrairement aux installations conventionnelles – usines hydroélectriques ou digesteurs de biomasse –, qui produisent de l'énergie en bande ou de l'énergie de pointe à la demande, les éoliennes ou les centrales solaires ne fournissent de l'électricité que lorsque les conditions météorologiques sont favorables. Comme la part de ces dernières a tendance à augmenter dans le mix énergétique, il faudra à l'avenir compter sur une structure de prix liée plus étroitement à la météo. Par temps ensoleillé, les

installations PV produisent en effet beaucoup de courant, ce qui fait chuter le prix du kWh ; si le vent se lève, l'électricité éolienne perd de sa valeur ; à l'inverse, lorsqu'il fait nuit ou qu'il n'y a pas de vent, les prix de l'électricité grimpent automatiquement. Les entreprises électriques sont ainsi confrontées à une structure du marché beaucoup plus complexe que les ménages, puisque, pour elles, les coûts d'investissement, les coûts de production et le niveau des revenus se combinent.

La production hydroélectrique reste une constante

Cette structure différenciée des investissements va, à l'avenir, avoir une influence sur le système de production et de distribution d'électricité suisse, ce qui aura certainement des répercussions sur nos paysages.

Les clients finaux vont très probablement devoir s'adapter à la nouvelle structure tari-



Le Rhin de Vals vu depuis le barrage du lac de Zervreila.

Du côté des producteurs d'énergie, l'évolution du marché est plus difficile à anticiper en raison de la multiplicité des facteurs d'influence : y aura-t-il des subventions pour les grosses installations comme les parcs éoliennes ou les centrales solaires au sol ? Voudra-t-on plutôt promouvoir des installations destinées à satisfaire la demande hivernale, comme des centrales solaires alpines ? Mises-elles surtout sur des centrales à combustion basées sur l'hydrogène ou sur des carburants de synthèse ? Se contentera-t-on d'importer de l'étranger le courant nécessaire ? D'autres critères majeurs, comme la quantité d'électricité injectée dans le réseau par les « prosommateurs » ou l'évolution de la demande en électricité en cas d'augmentation du nombre de voitures électriques et de pompes à chaleur auront également leur rôle à jouer.

Comme on le voit, cette situation reste aléatoire et donne lieu à des jeux d'influence impliquant de nombreux acteurs. Elle reste tributaire des décisions techniques et politiques, des différentes législations de régulation ou de politiques de subventionnement, sans compter toutes les contraintes imposées par les règles d'aménagement du territoire et de protection des sites et paysages. Ce qui est sûr, en revanche, c'est que l'énergie hydroélectrique – non seulement renouvelable, donc dans l'esprit du temps, mais également capable de s'adapter rapidement aux aléas de la demande – jouera, à l'avenir encore, un rôle capital dans le système suisse d'approvisionnement en électricité, et continuera de marquer nos paysages.

— (traduction)

faire afin de tenir compte de cette évolution de la dynamique du système d'approvisionnement. Comme le coût des installations PV va continuer à baisser d'année en année, on peut parier que ces installations vont se multiplier et que l'on va s'intéresser à d'autres

types d'installations PV, telles que les habitacles de façades. Il est probable également que des jeux de panneaux photovoltaïques fleurissent sur les toits, les façades ou les balcons des immeubles locatifs, ce qui modifiera l'aspect de quartiers entiers.



HANNES WEIGT, *1981, a étudié l'ingénierie industrielle à l'Université technique de Dresde. Depuis 2011, il est titulaire de la chaire d'économie énergétique à la Faculté des sciences économiques de l'Université de Bâle, où il mène des recherches sur le développement futur du marché de l'électricité.

À Gimmiz, la double récolte est pour bientôt

Texte : Pieter Poldervaart
poldervaart@kohlenberg.ch
Photos : Miriam Künzli
contact@miriamkuenzli.com



À l'apogée de la saison des fraises, les membres de l'équipe de Barbara Schwab Züger parcourent toute la région avec leurs stands de vente mobiles.

Installer des panneaux photovoltaïques (PV) là où ils sont le moins gênants, telle est la devise de Barbara Schwab Züger, ingénieure agronome de formation. Il y a quelques mois, cette productrice de fraises a mis en service la première installation électrique agricole à but commercial de Suisse. Les modules ont plusieurs fonctions : produire du courant, bien sûr, mais aussi protéger les cultures ultrasensibles de la pluie, de la grêle et de l'excès de chaleur.

Avec ses fermes cossues entourées de jardins fleuris, le hameau de Gimmiz, dans la commune de Walperswil, respire le calme caractéristique du Seeland bernois. Dans tous les coins, des stands de vente à la ferme invitent le chaland à se procurer des fruits, des pommes de terre ou des tresses maison. À mi-chemin entre le Chasseral et les Alpes bernoises, le site n'a pourtant rien de suranné. Les cultures maraîchères intensives sont tirées au cordeau et les toits de presque toutes les maisons sont équipés de panneaux PV. C'est le cas de la toiture de la ferme de Barbara Schwab Züger, presque entièrement recouverte de panneaux noirs.

Et cela ne date pas d'hier : en 2011 déjà, avant la catastrophe de Fukushima et alors qu'on ne parlait pas encore de transition énergétique, la propriétaire des lieux avait mis en place une première installation d'une puissance nominale de 450 kilowatt-crête (kWc). À cette époque, elle bénéficiait encore de la rétribution à prix coûtant du courant injecté (RPC). Par la suite, l'installation a été renforcée de 130 kWc, afin de couvrir les besoins domestiques et d'alimenter les appareils frigorifiques, les pompes et le local du personnel. Comprenant 6 hectares de cultures intensives et 12 hectares de plein champ, le domaine produit entre autres des asperges vertes, des framboises, des myrtilles et des



Les plantes cultivées ont besoin de lumière ; les modules PV conçus pour l'agrivoltaïsme ne sont donc pas totalement couvrants comme ils le sont sur les toitures des bâtiments.

pommes. Mais – comme le laisse supposer le nom de son entreprise, Beerenland AG –, la grande fierté de Madame Schwab ce sont les fraises qui, au printemps, sont la première source de vitamines produites chez nous.

Une saison de six mois

« Mes parents ont lancé la culture des fraises dans les années septante et ont toujours cherché à innover », se souvient Barbara Schwab. Leur principal souci n'était pas seulement de sélectionner de nouvelles espèces de fraises particulièrement parfumées et facilement transportables, mais aussi d'imaginer de nouveaux modèles de commerciali-

sation. C'est ainsi qu'ils ont été les premiers producteurs de Suisse à inviter les clients à venir récolter eux-mêmes les fruits dans les champs ; cette offre d'autocueillette existe d'ailleurs aujourd'hui encore. Ce qui est nouveau par contre, c'est le distributeur automatique situé à côté du parking, où l'on trouve des pommes en sachets d'un kilo et des fraises fraîchement cueillies au prix de 10 francs les deux barquettes.

Pour améliorer la rentabilité de l'entreprise, il est primordial d'allonger la saison de production. En effet, même si la demande en fraises du pays est particulièrement précoce, il ne faut pas oublier que les deux tiers des

fraises consommées en Suisse proviennent de l'étranger. Cependant, grâce à une planification minutieuse des plantations et à une diversification des espèces de fraises (quinze sortes différentes), l'entreprise a réussi à prolonger jusqu'à six mois une culture qui initialement durait seulement entre deux et trois mois.

Le marketing est capital

Au début des années 2000, Barbara Schwab a passé cinq ans au Brésil avec son mari, avec pour objectif d'y développer un élevage de crevettes. Toutefois en 2004, à la naissance de leur premier enfant, le couple a décidé de rentrer dans son Seeland natal. Représentante de la troisième génération, Barbara Schwab a alors intégré l'entreprise familiale dont elle a repris la direction en 2008. Son mari, qui possède sa propre entreprise, lui a servi de conseiller, notamment pour le lancement de nouveaux projets. Puis vinrent encore au monde quatre enfants. Un cinquième membre de la famille, Quinta la bien-nommée,



L'entreprise Beerenland SA a réussi à prolonger jusqu'à six mois la période de culture des fraises, en misant sur un choix de variétés judicieux et sur leur mise sous abri, dans des tunnels et des serres.

chienne Bouvier bernois placide toujours sur les talons de sa patronne, exige sa place et le fait savoir en battant vigoureusement de la

queue. « Je crois que nous en avons fini avec les nouveau-nés, du moins ceux en chair et en os » plaisante Madame Schwab, en nous entraînant énergiquement vers son dernier « bébé ». Nous passons rapidement devant une demi-douzaine d'échoppes, où l'on peut se procurer des fraises en haute saison. « Une tempête a passé par là et une grosse branche du vieux chêne est tombée sur nos stands de vente en forme de fraise géante ; nous avons dû en emmener quatre à la déchetterie. » Apparemment Mme Schwab a l'habitude de gérer les imprévus : « La nuit dernière, une conduite d'eau a sauté et a noyé le bureau, avec tout son contenu, y compris l'ordi – heureusement on en a un deuxième au salon », nous explique-t-elle sans se départir de son calme.

Protection contre les intempéries

Les fraises sont des petites natures. Une température supérieure à 25 °C est déjà excessive pour elles. Si l'air devient trop humide, voilà qu'elles commencent à pourrir.



Cela fait plus de dix ans que Barbara Schwab Züger a installé des panneaux PV sur les toits de son entreprise ; aujourd'hui, elle cherche à produire encore plus de courant en mettant à contribution ses cultures intensives.



La protection offerte par les panneaux PV doit créer un microclimat favorable à la croissance des fraisiers.

rant à 750 ménages. À titre de comparaison, les plus grandes installations agricoles expérimentales de l'institut Agroscope, à Conthey, occupent des surfaces respectives de 180 et 200 mètres carrés.

Sucres, acides et mildiou

La visite aux Pays-Bas semble avoir porté ses fruits. « Cela nous a donné envie de reproduire chez nous ce système, si possible cette année déjà », explique Barbara Schwab. Elle évoque alors son plan de bataille. « Toutes les instances – communale, cantonales et fédérales – ont été informées du projet, et ont été invitées à une vision locale. Puisque nous nous trouvions en zone d'agriculture intensive, le permis de construire est arrivé en deux petits mois. » L'installation était attendue pour le mois d'avril 2022, et aurait dû offrir un abri de 2000 mètres carrés à quatre rangs de fraisiers et six rangs de framboisiers ; même l'Agroscope était prêt à étudier, sur six mois, l'effet de cette protection sur les fruits. Les supports métalliques étaient en place depuis longtemps, mais les modules PV se sont fait attendre pendant des semaines. L'initiatrice du projet était bien déçue : « J'ai eu envie de tout envoyer péter... » En août, pourtant, alors que les fraises étaient déjà en train de mûrir, une partie du nouveau « toit » en verre avec cellules PV intégrées, a enfin été posée.

Oriane Potard, stagiaire chez Agroscope, aurait dû rester six mois pour étudier l'entreprise Beerenland, mais son séjour a été raccourci à deux mois. « Cette année, nous ne pourrions pas tirer de conclusions exhaustives », prédit-elle. Son travail consiste à prélever des échantillons de fruits et de feuilles et à en déterminer les principaux paramètres :



Le toit du bâtiment de l'entreprise Beerenland SA produit aujourd'hui déjà suffisamment de courant pour alimenter les entrepôts frigorifiques et les chambres hébergeant le personnel.

Quant à la grêle, n'en parlons pas : c'est une hécatombe ! On comprend donc pourquoi l'attention de Mme Schwab a été immédiatement attirée quand elle a appris qu'une centrale solaire pouvait aussi protéger les cultures des aléas climatiques. L'année passée, elle et son mari sont allés visiter l'entreprise de Piet Albers, dans le village de Babberich situé dans la province de Gueldre aux Pays-Bas. En 2019, ce maraîcher, qui produit des framboises sur une surface de 3 hectares, a construit une installation PV agricole d'une puissance de 2,67 MWC, qui fournit du cou-

Oriane Potard, collaboratrice d'Agroscope, avait déjà entrepris dans le sud de la France des recherches sur les effets de l'agrivoltaïsme sur la qualité des fruits et la productivité des cultures.

teneur en sucres, taux d'acidité, poids et consistance des fruits, teneur en chlorophylle, attaques de mildiou – un mal redouté des producteurs de petits fruits. En dépit des obstacles rencontrés, la jeune Bretonne de 25 ans, qui vient de terminer sa formation en agronomie, est fascinée par le projet mis en œuvre à Gimmiz.

Il existe un néologisme pour désigner cette nouvelle méthode qui consiste à produire de l'électricité tout en protégeant les plantes de la grêle et des excès de chaleur : « l'agrivoltaïsme ». Selon Oriane Potard, « le fait que les cultures soient couvertes a pour avantage d'élever la teneur en humidité de l'air environnant, et donc de réduire la transpiration des plantes et l'évaporation des sols. L'installation protège en outre les cultures de la chaleur, ce qui permet d'installer un microclimat favorable à la croissance. » La jeune Française sait de quoi elle parle ; à la station d'expérimentation agricole de Mallemort, près d'Avignon, elle a supervisé une installation PV de 735 mètres carrés comportant, contrairement à celle de Gimmiz, des panneaux qui ne sont pas fixes, mais peuvent être orientés en fonction de la position du soleil, ce qui améliore la production d'électricité et ombrage mieux les plantes.

Des plantes nourries au goutte-à-goutte

Bien qu'en septembre, la récolte de fraises soit quasiment terminée, notre chemin se poursuit le long d'interminables plates-bandes de fraisiers qui croulent encore sous les fruits. Mais qu'entend-on exactement par plate-bande ? Ici, les plantons sont disposés dans des pots en plastique posés dans des sortes de gouttières métalliques ressem-



blant à des bacs à fleurs pour balcon. Situées un peu en hauteur, ces installations exposées au vent permettent de récolter les fruits plus confortablement, quelle que soit la sorte de fraises ou la période de récolte. Au sommet d'une butte de terre, on aperçoit d'autres cultures disposées dans des éléments métalliques enfoncés de 3 centimètres dans le sol. « La chaleur emmagasinée dans le sol permet d'accélérer la croissance de ces plantes », nous explique Barbara Schwab. En plein champ, si la grêle menace la récolte, on recouvre les cultures d'un filet de protection posé à même le sol. Pour les cultures sous abri il existe deux types d'installations en fonction de la sorte et du calendrier de récolte : certaines serres sont recouvertes d'une simple feuille de plastique, tandis que d'autres sont plus solides et construites entièrement en verre. Si le soleil de septembre est trop intense, un signal sonore se déclenche et des volets s'ouvrent automatiquement au sommet de la serre,

laissant s'échapper la chaleur par une ouverture de 30 centimètres de large. Concernant le système de régulation automatique, il faut savoir que toutes les cultures de fraises sont alimentées en eau et en engrais par des



Afin d'évaluer l'effet des panneaux PV sur les cultures, l'institut de recherche Agroscope mesure la température et le degré d'humidité de l'air.



L'entreprise élève elle-même une partie de ses plantons.

duction remarquable permettant d'augmenter le rendement des cultures intensives tout en les protégeant. » De plus, l'entreprise dispose de deux véhicules utilitaires à propulsion électrique qui se chargent lorsqu'il y a surproduction de courant, et permettent ensuite de répondre aux cas de forte demande.

À la question de savoir pourquoi les producteurs suisses de fruits tardent à s'équiper de panneaux PV, Barbara Schwab répond : « Premièrement, il y avait du flou dans la législation concernant la possibilité de construire des installations PV dans la zone agricole ; deuxièmement, il faut bien avouer que l'investissement initial est important et que la longue durée de l'amortissement peut faire hésiter. » Ce dernier argument ne devrait plus être valable longtemps, vu l'envolée actuelle des prix de l'électricité. Il se pourrait bien que, dans quelques années, à Gimmiz ou ailleurs dans le Seeland, jardin potager de la Suisse, on observe des toits foncés sur une bonne moitié des maisons, mais aussi par-dessus les champs.

(traduction)

tuyaux blancs épais de 2 centimètres et percés de trous qui nourrissent les plantes au goutte-à-goutte, en fonction des besoins. Les plantes croissent donc quasiment hors sol, mais en l'occurrence, elles ne sont pas fixées dans de la laine de pierre, mais bien dans de la « vraie » terre.

Une législation libéralisée pour des prix de l'électricité plus intéressants

Sur le chemin du retour, nous longeons une parcelle de 200 m de long et de 50 de large, recouverte d'un film de couleur noire. Des caissettes en plastique pleines de plantules sont réparties sur le champ – nous voici dans la pouponnière de l'entreprise. Si Mme Schwab élève elle-même une partie de ses

plantons, elle se fait aider dans cette tâche par une véritable armée : une centaine d'ouvrières et ouvriers agricoles saisonniers en provenance de Pologne pour la plupart. Tandis que du personnel permanent est engagé pour les gros travaux, ces employés temporaires s'occupent surtout de la récolte de fruits et bénéficient d'un logement sur place.

Au terme de la première étape, l'installation de l'entreprise Beerenland AG fournira 130 kWc de courant photovoltaïque. Lors de notre visite, il manquait encore une partie des panneaux PV, mais surtout les onduleurs. Même si, en réalité, aucun kilowatt n'a encore été livré au réseau, Mme Schwab reste optimiste (à 49 ans, elle en a vu d'autres !) « L'agrivoltaïsme est une méthode de pro-



PIETER POLDERVAART est un journaliste indépendant de Bâle, rédacteur du *Forum du développement territorial*.



MIRIAM KÜNZLI est photographe indépendante à Zurich.



LA GALERIE DE PHOTOS DU REPORTAGE

D'autres photos prises à l'occasion de ce reportage sont disponibles sur :

www.are.admin.ch/forumdudeveloppementterritorial



LE REPORTAGE EN VIDEO

→ Interview avec Barbara Schwab Züger, productrice de fraises et d'énergie solaire, est disponible sur :

www.are.admin.ch/forumdudeveloppementterritorial

Un trajet en voiture électrique bien instructif



RAHEL MARTI, *1976, est architecte diplômée de l'EPFZ. Elle travaille depuis 2004 pour la revue *Hochparterre*, aujourd'hui en tant que rédactrice des rubriques d'aménagement du territoire et d'architecture.

marti@hochparterre.ch

Ouf ! On en discute enfin de cette fameuse sobriété de consommation ! À quelle quantité d'énergie avons-nous droit en tant qu'individu ? et en tant que collectivité ? Cela fait longtemps que des têtes pensantes tentent de nous aiguillonner avec ces questions... Et soudain, alors que se profilent des pannes probables d'électricité ou de gaz, avec à la clé des répercussions sur notre porte-monnaie, on ne parle plus que de ça dans les bistrot. C'est vrai que c'est pas cool de bassiner ses enfants pour qu'ils mettent un pull à la maison en hiver... Mais souvenons-nous que nos parents ou grands-parents dormaient pour la plupart dans des chambres si froides que leur haleine givrait la couette, les matins d'hiver. Quel bonheur, aujourd'hui d'entendre les autorités de ma ville, Zurich, annoncer que l'eau de la piscine couverte sera désormais plus fraîche et que nos rues seront plus sombres, la nuit venue ! Pourtant, ces deux exemples nous montrent bien que ce n'est pas si simple d'économiser l'énergie : on peut bien continuer à nager dans une eau plus froide d'un degré, mais sera-t-on toujours en sécurité dans des rues moins bien éclairées ?

En vérité, tous ces débats me laissent dubitative. Qu'est-ce qui nous a retenus jusqu'ici de réduire notre consommation d'énergie ? De quoi les politiques ont-ils donc si peur ? À ce propos, le conseiller communal zurichois Michel Baumer a d'ailleurs lâché le morceau devant les médias : « ... si nous avons pris ces mesures, notre qualité de vie à tous en aurait pâti, et ça, nous n'étions pas prêts à l'accepter ! » (En d'autres termes : c'est notre crédibilité qui en aurait pris un coup ; pas sûr, alors, que nous aurions été réélus). On remarque bien, d'ailleurs, que dès que la crise s'éloigne – et que nous nous faisons moins de soucis pour notre porte-monnaie –, la volonté d'intervenir s'effiloche et les mesures temporaires d'économie s'évaporent. Regardez ce qui s'est passé avec la pandémie, à peu près maîtrisée aujourd'hui, espérons-le ! Comme les déplacements étaient alors prohibés, nous avons appris à moins rouler pour nous rendre au travail, à moins prendre l'avion... ce qui nous a permis de gagner du temps et d'économiser de l'argent, soit dit en passant ! Mais surtout, le coronavirus a eu des effets sur notre sphère privée : il nous a permis de nous libérer de certaines contraintes... et nous avons découvert que le ciel pouvait être vraiment bleu.

Aujourd'hui, les jets et les Boeings, tels des araignées tissant leur toile, strient à nouveau l'azur de traînées de condensation. Quant aux trains, on y voit certes moins de pendulaires, mais ils sont remplacés par des vacanciers. Oui, les entreprises et les pouvoirs publics s'efforcent – à tout petits pas – de mieux réguler les dommages provoqués par le dérèglement climatique ; mais je constate en même temps que nous autres, avec nos revenus confortables, sommes nous-mêmes devenus le principal problème climatique.

J'ai pu, il y a peu, faire l'expérience directe de ma propre consommation d'énergie. J'avais loué une petite voiture électrique pour faire un déplacement de 180 kilomètres, en partie sur autoroute. Durant le trajet, je me suis fait dépasser par toutes les voitures à essence, car si je tentais d'approcher leur vitesse, je voyais l'indicateur de charge de la batterie passer rapidement au rouge. D'ailleurs, j'ai dû m'arrêter à un poste de recharge pendant trois quarts d'heure, et suis donc arrivée en retard à mon rendez-vous. Comme le cycliste ou le randonneur, j'ai découvert que « se déplacer » demande de l'énergie (eh oui !), et surtout que celle-ci ne tombe pas du ciel !

Aujourd'hui le monde politique fait mine de s'agiter pour favoriser le renouvelable, mais il semble que ce soit plus pour apaiser notre soif d'énergie et pour sauvegarder les grands groupes de producteurs que pour protéger le climat. Sous couvert d'avancée écologique, il s'agit surtout de maintenir l'économie à flot et de pérenniser des infrastructures obsolètes. En réalité, personne n'ose s'attaquer aux crédos de la croissance continue et de la consommation à tout va. Et si, au bout du compte, l'économie et les infrastructures n'étaient pas des grandeurs abstraites ? Car ce sont toujours les mêmes – vous, moi – qui tenons les rênes. Nous pouvons, par notre comportement, décider du nombre d'éoliennes et de la surface des centrales solaires – déjà planifiées ou à venir – qui seront nécessaires pour couvrir nos besoins.

La fameuse « pesée des intérêts » entre production d'électricité et protection des paysages est d'une hypocrisie crasse car, c'est évident, nos paysages ont déjà suffisamment souffert par le passé pour qu'on continue à les estropier. Je sais bien que nos garagistes nous vantent la bonne conscience promue par les SUV électriques, mais tout le monde le sait depuis longtemps, il n'y a pas d'alternative : on ne peut pas continuer à faire comme on a toujours fait.

Morale de cette histoire : sans réduction simultanée de la production nucléaire et fossile d'énergie, et sans diminution permanente de la consommation – non seulement des grands groupes mais également des pouvoirs publics et de la population –, il est indécent et cynique, et de plus tout à fait illusoire, de parler de développement des énergies renouvelables.

(traduction)



LE FICHER AUDIO DE CET ARTICLE

Cette chronique, lue par l'auteure elle-même, est disponible en version audio sur www.aren.admin.ch/forumdeveloppementterritorial

An aerial photograph of a farm complex. A large, dark-roofed building is the central focus. To its right, a smaller building has a roof covered in solar panels. The farm is surrounded by fields and a line of trees. A parking lot with several cars is visible on the left side of the image.

LE MONDE EN CHIFFRES

67

Les toits et les façades de nos immeubles pourraient fournir 67 térawattheures (TWh) de courant solaire par an. Ces dernières années, la consommation globale d'électricité de la Suisse oscillait entre 55 et 60 TWh. D'après les Perspectives énergétiques 2050+, cette consommation devrait atteindre 76 TWh en 2050 en raison de l'électrification des transports et de la production de chaleur.

Les toitures recouvertes de panneaux solaires de l'exploitation agricole Vordergeissboden sur le Zugerberg.



«Le energie rinnovabili necessitano di uno sviluppo territoriale strategico»



Stephan Scheidegger
direttore supplente ARE
stephan.scheidegger@are.admin.ch



Ulrich Seewer
vicedirettore ARE
ulrich.seewer@are.admin.ch

Uno dei pilastri del progresso umano è un approvvigionamento energetico sufficiente. Gli impianti per la produzione di energia caratterizzano e trasformano il paesaggio: pensiamo ad esempio ai mulini a vento in Olanda, ai depositi di materiale di risulta delle miniere di carbone nella regione della Ruhr e alle dighe nelle Alpi. In Svizzera, l'estrazione di torba da utilizzare come fonte energetica ha quasi portato alla completa scomparsa delle torbiere. A causa dello sfruttamento eccessivo del legname, invece, nel 1876 la Svizzera si è dotata della prima legge federale sulla polizia delle foreste nell'intento di proteggere i boschi. Infine, nel nostro Paese la disponibilità di energia idraulica è spesso stata motivo di insediamento delle attività artigianali e industriali e ha consentito di elettrificare precocemente la rete ferroviaria.

Per alcuni decenni si è riusciti a coprire il fabbisogno energetico interno, in gran parte mediante vettori energetici fossili di importazione. Oggi però ci troviamo alla soglia di una nuova era. La lotta contro i cambiamenti climatici, la rinuncia alle centrali nucleari votata dal popolo, gli stravolgimenti sui mercati energetici mondiali e non da ultimo la guerra in Ucraina rendono necessario produrre nel nostro Paese molta più energia rinnovabile rispetto a prima. Uno sviluppo territoriale strategico ci dà l'opportunità di pianificare, oltre a impianti di stoccaggio e reti di distribuzione, installazioni per sfruttare l'energia eolica, solare, da biomassa e idrica che non compromettano paesaggi e comprensori insediativi. D'altronde questa infrastruttura non deve nemmeno pregiudicare eccessivamente la biodiversità, anzi, nel limite del possibile deve favorirla. Al contempo, gli insediamenti e la mobilità devono essere sviluppati in modo tale che il fabbisogno energetico della popolazione e dell'economia sia il più contenuto possibile. Occorrono anche procedure di pianificazione agili ed eque per la produzione e la distribuzione energetica, che possano aprire la strada a soluzioni a cui oggi non pensiamo nemmeno. La presente rivista mette in luce, da una prospettiva generale, diverse sfaccettature dello sviluppo energetico e territoriale. Mostra così quanto sia importante promuovere le energie rinnovabili e come si possa dare forma ai paesaggi energetici del futuro nel rispetto della sostenibilità.

(traduzione)

Svizzera: come produrre più elettricità locale da fonti rinnovabili

Evelina Trutnevte

evelina.trutnevte@unige.ch

Dopo un decennio di attuazione della Strategia energetica 2050, si può affermare che la Svizzera deve portare avanti in modo più sostenuto il potenziamento delle nuove energie rinnovabili a livello decentralizzato. Oggi la tecnologia più importante è quella fotovoltaica, ed è su quella che ci si dovrebbe concentrare, anche sotto forma di impianti fotovoltaici su superfici finora inedificate in montagna e nelle zone agricole. Questi progetti richiederanno un impegnativo compromesso tra elettricità da fonti rinnovabili e protezione del paesaggio.

Con la Strategia energetica 2050 risalente al 2011 e la revisione della legge sull'energia nel 2016 la Svizzera si è impegnata ad abbandonare l'energia nucleare. Al contempo, il Consiglio federale intende aumentare considerevolmente la quota di elettricità prodotta localmente da nuove fonti rinnovabili. A disposizione vi sono l'energia fotovoltaica ed eolica, la biomassa sotto forma di biogas e legna, nonché la geotermia profonda. La legge sull'energia prevede, per il 2035, una produzione di elettricità da nuove energie rinnovabili pari a 17 terawattora (TWh), il che corrisponde a circa un terzo del fabbisogno di elettricità che si prevede per quell'anno in Svizzera. Nell'ambito del programma di promozione SWEET EDGE¹, tre team di ricerca dell'Università di Ginevra, del Politecnico fe-



L'impianto pilota sul bacino artificiale del Lac des Toules, a oltre 1800 m s.l.m., è attivo dal 2019.

derale di Zurigo e di quello di Losanna hanno calcolato mediante l'ausilio di modelli che dal punto di vista tecnico ed economico questo obiettivo non è soltanto realizzabile, ma an-

che innalzabile a 25 TWh/anno. Questo incremento ha un rilievo particolare per l'obiettivo della Svizzera che consiste in un bilancio neutro delle emissioni di CO₂ (ovvero emis-

¹ EDGE («Enabling Decentralized renewable Generation in the Swiss cities, midlands, and the Alps») è un progetto nell'ambito del programma di promozione SWEET («Swiss Energy research for the Energy Transition») della Confederazione (www.sweet-edge.ch).



Un convoglio della Ferrovia retica su una ripida salita al di sopra di Bergün.

sioni nette di CO₂ pari a zero) entro il 2050. Il Consiglio federale aveva stabilito questo obiettivo nel 2019 affinché la Svizzera desse il proprio contributo per contenere il riscal-

damento globale a 1,5 gradi rispetto al livello preindustriale. Per raggiungere il traguardo di una Svizzera clima-neutrale, tutti i settori devono essere decarbonizzati quasi integral-

mente. In tale contesto, l'elevata elettrificazione dei trasporti e dei riscaldamenti porterà a un aumento della domanda di elettricità, pur perseguendo un sensibile risparmio



Turbine eoliche sul passo della Novena.

energetico e un marcato aumento dell'efficienza. Con 25 TWh/anno di elettricità da fonti rinnovabili nel 2035, la Svizzera sarebbe sulla buona strada per raggiungere la neutralità carbonica nel 2050. Tuttavia, questo comporta una crescita significativa rispetto al livello che ci si attende per la fine del 2022, ovvero 5 TWh/anno, e un'importante accelerazione della svolta energetica, finora proceduta a rilento.

Speranze riposte nell'energia fotovoltaica

Dopo aver analizzato un elenco completo di opzioni tecnologiche, i tre team di ricerca EDGE sono unanimi nell'affermare che quella fotovoltaica è la tecnologia determinante per raggiungere l'obiettivo di 25 TWh/anno. I contributi della biomassa e dell'energia eolica sono nettamente inferiori, e quello della geotermia profonda addirittura trascurabile. Gli impianti fotovoltaici sono sempre più economici e possono essere adottati in tut-

ta la Svizzera in modo relativamente flessibile: su tetti di edifici residenziali e industriali, su pareti antirumore nei pressi di infrastrutture di trasporto e su altre superfici edificate come parcheggi e complessi ferroviari. Tuttavia, l'espansione degli impianti fotovoltaici finora è nettamente insufficiente per adempiere gli obiettivi di 17 o 25 TWh/anno entro il 2035. Due altri tipi di impianti fotovoltaici consentirebbero una transizione più rapida: quelli in montagna e quelli agrifotovoltaici. Nelle Alpi la produzione di elettricità solare presenta il vantaggio che d'inverno l'irraggiamento solare è superiore e maggiormente riflesso dal suolo, motivo per cui anche durante la stagione invernale o le giornate nuvolose le installazioni fotovoltaiche in queste regioni sono più produttive rispetto a quelle sui tetti delle case dell'Altopiano. Questo punto forte è importante per la Svizzera, Paese confrontato con una lacuna di elettricità invernale: in questa stagione aumenta la domanda, ma la produzione idroelettrica



è inferiore rispetto all'estate. Oltre a ciò, in montagna gli impianti fotovoltaici possono essere installati in modo tale da beneficiare anche dei riflessi prodotti dal manto nevoso. Infine, possono essere integrati in infrastrutture esistenti e quindi in paesaggi già alterati. Esempi in tal senso sono l'impianto sulla diga del Muttsee o il parco solare galleggiante sul bacino artificiale del Lac des Toules. Ma questi progetti possono anche vedere la luce



Il bacino artificiale del Grimsele, con l'omonimo ospizio sullo Spittelnollen.

pendenza in caso di instabilità geopolitica e anche più occupazione. L'incremento della capacità produttiva comporta però anche un maggiore consumo di terreni e paesaggio a scopi energetici. Prendendo come riferimento l'intero continente europeo, ci si aspetta che il fabbisogno diretto di superficie per le centrali elettriche e gli impianti elettrici, in un sistema futuro basato su tecnologie rinnovabili indigene, sarà fino a un terzo superiore di quello attuale. Questo ordine di grandezza potrebbe valere anche per la Svizzera. È inevitabile che un fabbisogno di superficie chiaramente superiore abbia ripercussioni negative sulla qualità del paesaggio e sulla biodiversità. Inoltre, questo fabbisogno è in competizione con altri tipi di utilizzo delle



Legna da energia sull'Adlisberg sopra a Zurigo, pronta per essere recuperata.

su terreni finora ineditati, il che dischiude un enorme potenziale inutilizzato. Gli impianti agrifotovoltaici, invece, possono essere integrati nelle zone agricole in modo da attenuare i conflitti per l'utilizzo del territorio tra produzione di elettricità e produzione di alimenti: lo stesso terreno può essere utilizzato per entrambi gli scopi. In agricoltura le installazioni fotovoltaiche, oltre a generare elettricità, possono servire ad aumentare la resi-

stenza o la quantità della produzione agricola, ad esempio proteggendo bacche e ortaggi dalla grandine e dal calore eccessivo.

Energia elettrica rinnovabile contrapposta alla protezione del paesaggio

Aumentare la quota di elettricità indigena da fonti rinnovabili ha diversi vantaggi: meno ripercussioni negative sull'ambiente, più indi-

superfici. L'energia eolica è un esempio ben noto di tecnologia che tende a pregiudicare il paesaggio. È questo d'altronde uno dei principali motivi per cui in Svizzera da qualche anno il loro potenziamento procede a stento. I team EDGE hanno tuttavia individuato per l'energia eolica in Svizzera un grande potenziale, che potrebbe essere sfruttato per diversificare la produzione elettrica e completare l'elettricità solare compensando quella che manca pressantemente durante i mesi invernali.

Produzione di elettricità indigena o importazione?

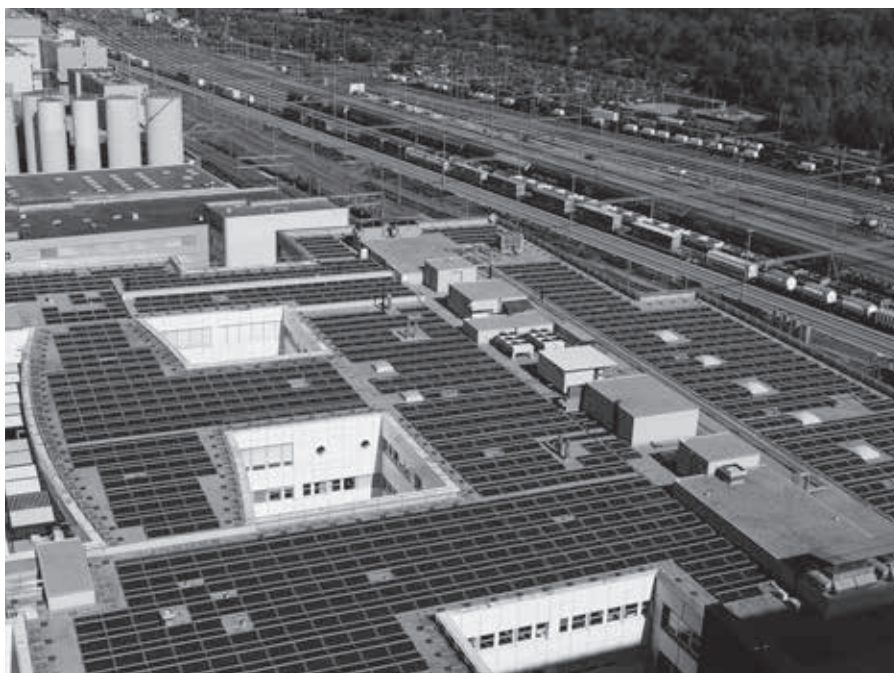
Nell'agosto del 2022 la Commissione dell'ambiente, della pianificazione del territorio e dell'energia del Consiglio nazionale (CAPTE-N) ha deciso che la produzione energetica e il consumo di paesaggio vanno riponderati. Si apre così la discussione sulla costruzione di impianti fotovoltaici su aree finora inedificate e incontaminate nelle Alpi onde appurare le condizioni d'impiego e le possibilità di realizzazione in tempi brevi di soluzioni fotovoltaiche in montagna.

Se in Svizzera non si riesce a costruire nuovi impianti per la produzione di elettricità da fonti rinnovabili in tempo utile e su ampia scala, il nostro Paese continuerà a dipendere dalle importazioni di elettricità, ancora di più dopo l'abbandono dell'energia nucleare. Situandosi nel cuore dell'Europa, la Svizzera trae benefici dal fatto di essere interconnessa in rete con diversi Paesi. L'interconnessione ci permette di equilibrare la domanda e l'offerta di elettricità grazie alla rete elettrica continentale e di trarre profitto dalle differenze nei prezzi. La Svizzera si trova quindi in una situazione privilegiata. Alcuni esperti del settore energetico hanno proposto che la rete europea sia utilizzata e potenziata anche per proteggere il nostro paesaggio da progetti di energie rinnovabili e al contempo per limitare i costi per il raggiungimento



Diga dell'Oberaarsee, con sullo sfondo il ghiacciaio dell'Oberaar.

degli obiettivi energetici e climatici. Questo potrebbe essere possibile investendo nella produzione energetica all'estero: installando turbine eoliche in mare aperto nel Mare del Nord o centrali solari in Africa del Nord. L'energia potrebbe poi essere importata in Svizzera sotto forma di elettricità o, in alternativa, sotto forma di idrogeno generato per mezzo di elettricità solare ed eolica. Anche se a prima vista queste opzioni appaiono allettanti in quanto alleviano la pressione della svolta energetica sul paesaggio svizzero, c'è anche un rovescio della medaglia. Innanzitutto, la persistente crisi energetica in atto in Europa a seguito della guerra in Ucraina dimostra che non è oculato, né per la sicurezza dell'approvvigionamento né per l'economia, puntare tutto sulle importazioni. La situazione irrisolta per quanto concerne l'accordo quadro tra la Svizzera e l'Unione europea (UE) può complicare ulteriormente le cose. In secondo luogo, anche l'UE ha l'obiettivo di raggiungere la neutralità carbonica entro il 2050. Anche altri Paesi europei aumenta-



Installazione fotovoltaica su un edificio aziendale a Muttenz.



La centrale nucleare di Mühleberg, poco prima di essere tolta dalla rete.

no la loro quota di produzione di elettricità da nuove fonti rinnovabili per raggiungere i loro obiettivi climatici. È irrealistico attendersi che questi Paesi diano la precedenza all'esportazione di elettricità da fonti rinnovabili verso la Svizzera rispetto alla protezione dei propri paesaggi e alla garanzia della propria sicurezza di approvvigionamento.

Una scelta difficile da cui il paesaggio non esce vincente

Alla luce dell'urgenza con cui bisogna arginare i cambiamenti climatici, dell'apprensione sulla sicurezza dell'approvvigionamento e del rischio di un incidente nucleare, la Svizzera deve aumentare nettamente la produzione di elettricità da fonti rinnovabili indigene. Un decennio di attuazione della Strategia energetica 2050 dimostra che la svolta energetica è stata avviata, ma finora è stata troppo lenta e deve chiaramente essere ac-

celerata. La costruzione di impianti fotovoltaici in montagna e su superfici agricole oltre a quelli su edifici e infrastrutture esistenti è molto promettente sia dal punto di vista tecnico che da quello economico e della sicurezza. Tuttavia, con questo tipo di impianti il compromesso tra elettricità da rinnovabili e paesaggio sarà ancora più complicato che nel caso ad esempio dell'energia eolica. Questa volta, infatti, sono in gioco superfici montane ancora più estese e finora inviolate. Allo stesso tempo le alternative sono poche, se la Svizzera (come altri Paesi europei) vuole dare il suo contributo al raggiungimento degli obiettivi energetici e climatici. Se non vogliamo centrali nucleari, turbine eoliche, grandi pannelli fotovoltaici su superfici inedificate e non vogliamo nemmeno dipendere ancor più dalle importazioni... come pensiamo di coprire il nostro fabbisogno di elettricità?

—

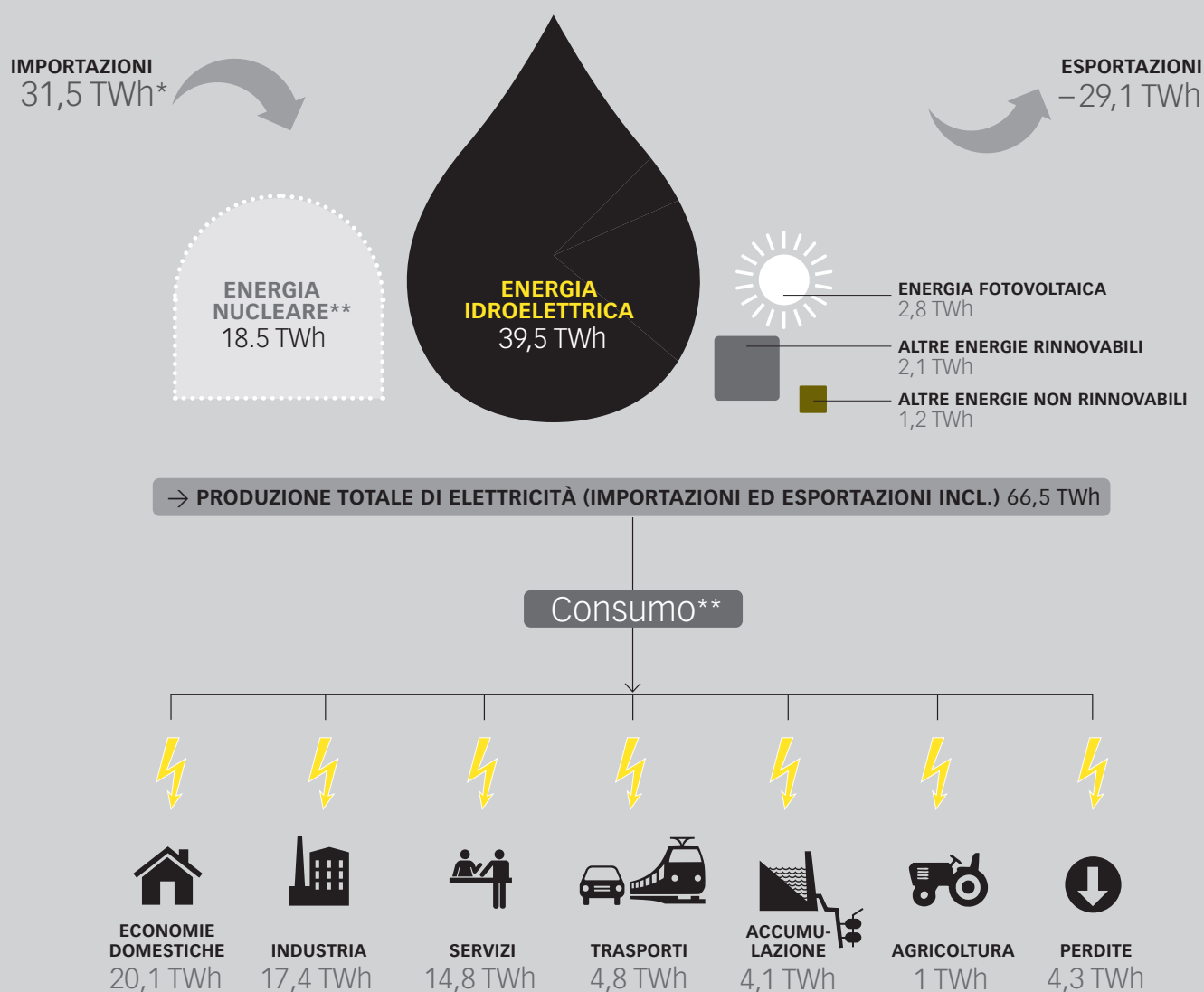
(traduzione)



EVELINA TRUTNEVYTE, *1984, ha conseguito il dottorato in scienze ambientali al Politecnico federale di Zurigo e ha acquisito esperienza presso la Carnegie Mellon University negli Stati Uniti, l'University College London nel Regno Unito, l'Aalborg University in Danimarca e la Vilnius Gediminas Technical University in Lituania. Dal 2018 dirige la cattedra di sistemi energetici rinnovabili presso l'Istituto per le scienze ambientali (ISE) della sezione scienze della terra e ambientali dell'Università di Ginevra. È corresponsabile del progetto SWEET EDGE, a cui partecipano 17 partner accademici e oltre 60 provenienti dall'industria e dalle amministrazioni pubbliche.

Produzione di elettricità nel 2021

I prossimi decenni saranno caratterizzati da uno sviluppo massiccio della produzione di elettricità da fonti rinnovabili: su questo punto, la politica è unanime. Sono per contro in corso dibattiti sulla portata di tale evoluzione. Quello che già oggi è chiaro, è che il potenziamento (in particolare quello del settore fotovoltaico) avrebbe un chiaro impatto sul territorio.

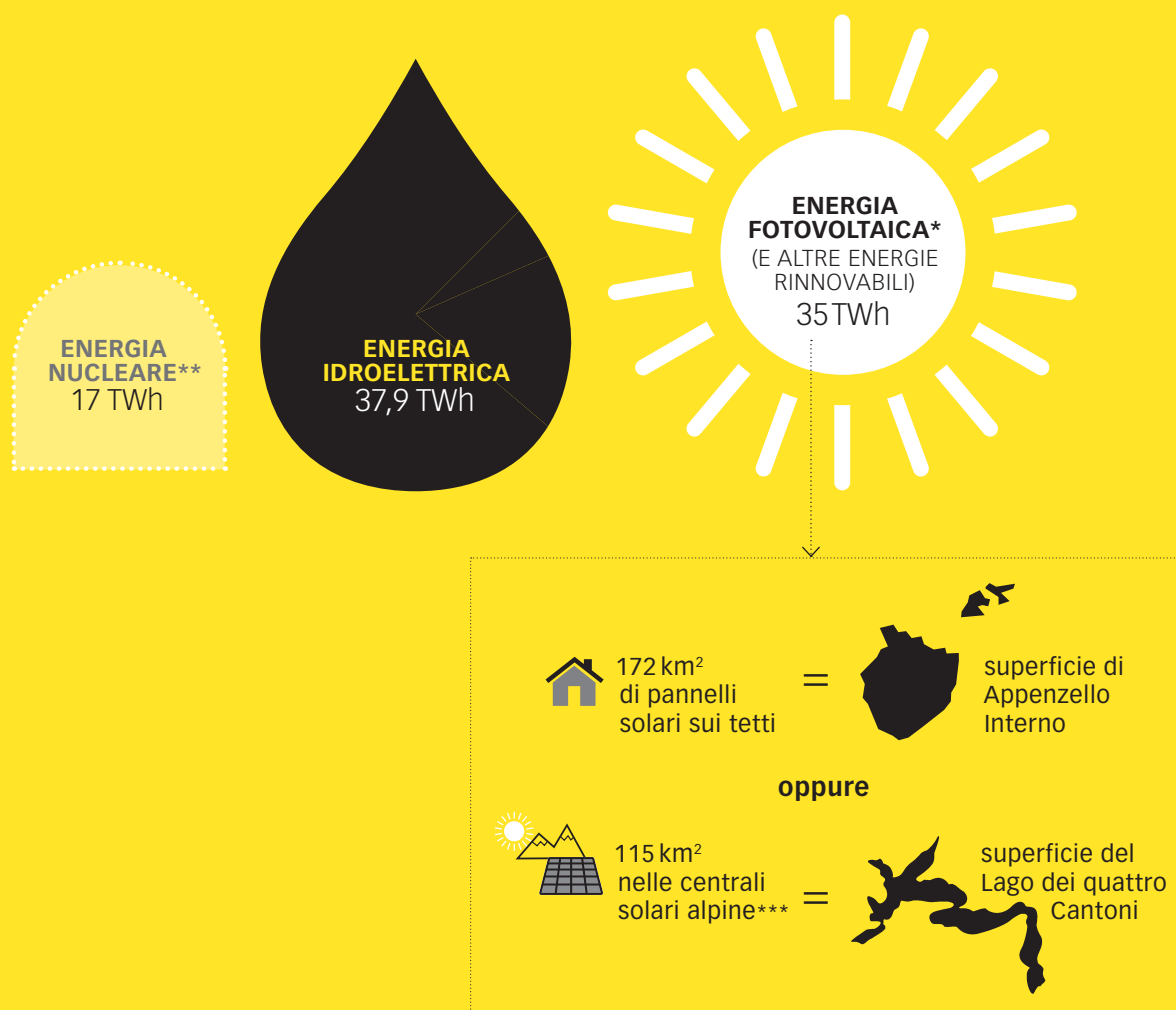


* TWh = terawattora

** La differenza tra il consumo e la produzione è dovuta ad arrotondamenti.

Produzione di elettricità nel 2035

Il grafico illustra lo stato dell'attuale discussione politica. Nella sessione autunnale, il Consiglio degli Stati ha adottato il proprio progetto a favore dell'incremento delle energie rinnovabili. Alla chiusura redazionale, le deliberazioni del Consiglio nazionale non erano ancora concluse.



I confronti sono stati fatti sulla base di 35 TWh di energia solare.

* L'energia solare costituirà la parte di gran lunga maggiore delle nuove energie rinnovabili. Le altre energie rinnovabili, ad es. quella eolica, genereranno solo pochi TWh.

** Le energie rinnovabili sono potenziate in particolare in vista dello spegnimento delle centrali nucleari svizzere, la cui durata di vita è però illimitata: finché rispettano i requisiti di legge in materia di sicurezza, possono rimanere in esercizio. Gli investimenti attuali sono orientati a una durata di esercizio di circa 60 anni. Di conseguenza, è possibile che nel 2035 le centrali nucleari meno recenti, ovvero quelle di Beznau I e II, non saranno più attive, mentre quelle rimanenti sì.

*** Le centrali solari alpine producono il 50% di elettricità per metro quadro in più perché nelle Alpi c'è raramente la nebbia e l'irraggiamento è maggiore.

«Conciliare l'approvvigionamento energetico e la biodiversità è un processo sociale»

Intervista: Pieter Poldervaart
Foto: Miriam Künzli



Tutt'a un tratto, il rischio di carenza energetica crea maggioranze politiche decise a potenziare in tempi brevi il settore fotovoltaico anche al di fuori dello spazio insediativo. Christian Schaffner del Politecnico federale (PF) di Zurigo auspica che per la produzione di energia rinnovabile si considerino tutte le opzioni. Urs Leugger-Eggimann, direttore di Pro Natura, mette invece in guardia sul fatto che un'offensiva solare incontrollata su superfici ancora libere nelle Alpi ignorerebbe le esigenze in materia di biodiversità.

Signor Schaffner, com'è possibile che le soluzioni fotovoltaiche si siano diffuse così ampiamente nel giro di pochi mesi?

Schaffner: Ci troviamo di fronte a una doppia sfida. Da un lato, a causa del riscaldamento climatico dobbiamo abbandonare le energie fossili. Lo sappiamo da anni, almeno dall'Accordo di Parigi del 2015, e ora la guerra in Ucraina ha reso ancora più urgente questa svolta. Non si tratta più soltanto di una questione ecologica, ma di affrancarsi il prima possibile dalla dipendenza dalla Russia. Questa seconda spinta verso un approvvigionamento energetico sostenibile implica anche la produzione della maggior quantità possibile di energia all'interno dei confini nazionali. Ora si tratta di negoziare il peso da attribuire a ogni dimensione della sostenibilità; in fondo questo è il compito della pianificazione del territorio. In sé, non è niente di nuovo: anche in passato si discuteva di comprensori sciistici nelle Alpi, i cui skilift potrebbero presto rimanere fermi per mancanza di neve. Ora abbiamo bisogno di un consenso per installazioni fotovoltaiche al di fuori dello spazio già edificato.

Cosa rende gli impianti fotovoltaici in montagna così attrattivi?

Schaffner: Dal punto di vista della produzione, gli impianti fotovoltaici alpini sono eccezionali: in inverno le Alpi godono di un elevato irraggiamento solare e la nebbia è rara. A ciò si aggiunge il fatto che le temperature basse ne aumentano ulteriormente il rendimento. In presenza di neve, si ha un riverbero della luce che incrementa di nuovo la produzione di energia e rende interessanti anche i pannelli fotovoltaici bifacciali, e quindi più efficienti. D'altro canto, in periferia i costi di costruzione e raccordo sono evidentemente maggiori che sull'Altopiano.

Leugger: Essendo queste superfici meno urbanizzate, spesso dal punto di vista ecologico hanno un valore maggiore. E qui entra in gioco la pianificazione del territorio: nella Svizzera densamente edificata, praticamente ogni metro quadro è destinato a un'utilizzazione ben precisa. Se bisogna cambiarla, ci vuole una pianificazione accurata, a un livello statale possibilmente elevato. In tal modo si può capire con quali zone sia compatibile una determinata nuova utilizzazione. In questa ponderazione, la produzione di energie rinnovabili non può semplicemente essere anteposta agli interessi della natura. Il mantenimento della biodiversità è per tutti noi almeno altrettanto vitale del superamento della crisi climatica.

E come si giunge a un consenso?

Leugger: Il potenziamento delle energie rinnovabili deve avere luogo dove il danno per la biodiversità è inferiore. È proprio questa consapevolezza che manca all'offensiva solare nell'arco alpino. Manca una tappa intermedia a livello di piani direttori cantonali o a livello federale che indichi dove la produzione energetica ha la priorità e dove invece la biodiversità ha una tale importanza da escludere qualsiasi costruzione di impianti energetici. Finora per quanto riguarda gli impianti fotovoltaici su superfici libere mi sembra man-

Siamo sull'orlo di una crisi della biodiversità altrettanto esistenziale di quella climatica.»

Urs Leugger-Eggimann

care questo accertamento accurato e precoce, come si è fatto ad esempio con l'Atlante eolico svizzero per individuare il potenziale nell'ambito dell'energia eolica.

Ma vista l'urgenza, c'è abbastanza tempo per processi del genere?

Leugger: È chiaro che siamo sotto pressione. Noi delle associazioni ambientaliste chiediamo già da decenni di puntare su vettori energetici rinnovabili. Ma è irresponsabile puntare oggi tutto su una sola carta e adottare decisioni affrettate. Il fatto che dobbiamo abbandonare l'energia fossile e nucleare è indiscutibile. Il settore fotovoltaico può però essere potenziato in linea con la tutela della biodiversità. Chi ora consente un'espansione malaccorta e precipitosa delle energie rinnovabili rischia di indebolire l'infrastruttura ecologica e quindi aggravare la crisi della biodiversità: una biodiversità forte contribuisce a mitigare le ripercussioni dei cambiamenti climatici. Ad esempio, una palude intatta fissa più CO₂ di un terreno prativo, e un bosco funzionale e variato può attutire le conseguenze di eventi naturali come le valanghe e le piogge torrenziali.

Se non vogliamo un «piano Wahlen» degli impianti fotovoltaici nelle Alpi, ci sono alternative?

Leugger: Lo scorso mese di giugno, noi dell'Alleanza ambiente abbiamo delineato, in una nuova pubblicazione, una svolta energetica sostenibile entro il 2035. Il potenziale non sfruttato nello spazio edificato è enorme. Con pannelli fotovoltaici sulle superfici edifi-

cate potremmo produrre altrettanta elettricità di quella che oggi consumiamo. Allo stesso tempo, adottando misure per aumentare l'efficienza e per minimizzare lo spreco di energia, potremmo diminuire il fabbisogno attuale di elettricità di circa un terzo. Tutto questo non va a scapito della biodiversità. Perché non cominciamo da qui, con investimenti e procedure di autorizzazione più snelle, invece di sacrificare gli ultimi spazi naturali?



CHRISTIAN SCHAFFNER ha studiato elettrotecnica al PF di Zurigo, dove ha anche ottenuto anche il dottorato. Dopo alcune esperienze nel settore privato e presso l'Ufficio federale dell'energia, dal 2013 è direttore esecutivo dell'ESC presso il PF di Zurigo.

«Se sapremo sfruttare la tecnologia fotovoltaica anche nelle Alpi oltre che nello spazio insediativo, dovremo costruire meno centrali a gas.»

Christian Schaffner

Signor Schaffner, forzare l'espansione del settore fotovoltaico nello spazio insediativo è sufficiente?

Schaffner: Innanzitutto ancora un'osservazione sull'impatto sulla biodiversità della produzione energetica nelle Alpi: la produzione di elettricità attuata finora, ovvero la forza idrica, costituisce un intervento di rilievo nell'ambiente, ed è difficilmente reversibile. Nel caso degli impianti fotovoltaici i cambiamenti sono molto più contenuti. Inoltre, le installazioni e le strade di accesso possono essere smantellate. Forse basterà mantenere impianti di questo tipo per 20-30 anni. Questi interventi, quindi, non devono per forza durare in eterno. Infine, risulta che determinati impianti hanno anche un impatto positivo sulla biodiversità, ad esempio creando un habitat speciale per piante e animali rari all'ombra dei pannelli.

Signor Leugger, è vero che gli impianti fotovoltaici nelle Alpi danno vita a nuovi biotopi?

Leugger: Se ci sono situazioni in cui è provato che la biodiversità trae benefici, le installazioni di questo genere possono essere sensate dal punto di vista della protezione della natura. Per quanto concerne la reversibilità,

invece, sono scettico: già oggi in montagna vediamo numerosi skilift e altri impianti a fune che arrugginiscono perché nessuno si sente più responsabile. È meglio che troviamo edifici e infrastrutture, eventualmente anche superfici alpine, i cui paesaggi e lo stato della biodiversità sono già deteriorati, e di questi ce ne sono molti: autostrade, opere di pre-munizione contro le valanghe e comprensori sciistici, tanto per citarne alcuni.

O forse le installazioni fotovoltaiche dovrebbero rimanere nello spazio edificato, signor Schaffner?

Schaffner: Al PF di Zurigo abbiamo analizzato diversi scenari, da cui risulta che in teoria la superficie dei tetti in Svizzera è sufficiente a coprire il nostro fabbisogno di elettricità. Il problema è che per sfruttare questo potenziale su scala così ridotta ci vuole molto tempo. Ogni singolo tetto necessita di un'autorizzazione dell'azienda elettrica e dell'autorità edilizia. In seguito, gli impianti devono essere montati dagli operai, ma attualmente non ci sono abbastanza professionisti. Dal punto di vista economico oggi non vi sono più argomenti contro i pannelli fotovoltaici sui tetti dello spazio edificato, di regola vale la pena, ma poi è nella realizzazione che sorgono gli intoppi. In breve: dobbiamo fare tutto ciò che è tecnicamente possibile per produrre più elettricità fotovoltaica.

Quindi anche nelle Alpi?

Schaffner: Si tratta di ponderare degli interessi. L'elettricità fotovoltaica proveniente dalle Alpi può aiutarci a fare a meno delle centrali a gas, previste come riserva per far fronte ai picchi di consumo durante l'inverno. Entrambe le tecnologie hanno i loro inconvenienti. Se costruiamo nuove centrali a gas dovremmo dotarle di sistemi di cattura di CO₂ e provvedere allo stoccaggio di questo gas a effetto serra. Si tratta di un procedimento complicato e costoso. Se quindi oltre

allo spazio insediativo possiamo sfruttare le Alpi, possiamo costruire meno centrali a gas. Anche l'espansione del settore agrifotovoltaico è interessante in questo senso.

Leugger: Le superfici agricole sono spesso utilizzate in modo intensivo, e quindi non hanno più molto valore in termini di biodiversità. Ma anche nel caso delle soluzioni agrifotovoltaiche bisogna ponderare gli interessi: forse proprio in quelle zone sarebbe sensato investire in una maggiore biodiversità, piuttosto che in impianti fotovoltaici.

Quindi anche stavolta dovremmo procedere con i piedi di piombo e promuovere altri studi?

Schaffner: Se quest'inverno avremo una situazione di penuria energetica, dovremmo in ogni caso risolvere il problema a prescindere dalla costruzione di nuovi impianti fotovoltaici, semplicemente riducendo il consumo ed eventualmente tramite accordi intelligenti con i Paesi limitrofi. Queste discussioni sono già in corso. Confido nel fatto che già nel 2023 conosceremo meglio le ripercussioni



URS LEUGGER-EGGIMANN, dott. phil. II (biologo), MAS Nonprofit and Public Management, ha ricoperto diverse funzioni presso il servizio responsabile del verde pubblico della città di Basilea, l'ultima delle quali come sostituto capo servizio. Dal 2013 è direttore di Pro Natura, la più grande e più antica organizzazione di protezione della natura in Svizzera.

sulla biodiversità degli impianti fotovoltaici sulle superfici libere.

Anche Lei, signor Leugger, è aperto al dialogo?

Leugger: Naturalmente. Ma prima di costruire altri impianti in grande stile, dobbiamo smettere di sprecare energia. Negli ultimi anni non siamo riusciti a farlo. Bisogna sfruttare tutto il potenziale in termini di efficienza, ma anche

Alpi e quali potrebbero essere gli inconvenienti. Avremmo i risultati di questi progetti pilota prima che le tecnologie siano dispiagate su ampia scala. Dal punto di vista sociale sarebbe molto utile, e gli impianti potrebbero essere smantellati.

Leugger: Anche le nostre riflessioni basate su scenari contemplavano impianti pilota simili. Darebbero la sicurezza necessaria ed eviterebbero di fare passi affrettati come quelli

consentiti dalla legge urgente attuale. Grazie a questo lasciapassare, infatti, è previsto un impianto di grandi dimensioni nella Valle di Saflich, località scelta in modo totalmente casuale: la regione è attrezzata soltanto per l'economia alpestre. Il progetto non è basato su accertamenti tecnici, bensì sul fatto che il Comune in questione abbia un sindaco intraprendente con buoni rapporti con una vecchia volpe della politica. Secondo noi le cose dovrebbero funzionare altrimenti: biso-

«La legge urgente sull'energia solare costituisce un lasciapassare per impianti fotovoltaici di grandi dimensioni in località scelte a caso.»

Urs Leugger-Eggimann

limitare i consumi superflui. Gli impianti per la produzione di energia rinnovabile non sono sostenibili di per sé, sono semplicemente più sostenibili rispetto alle fonti energetiche convenzionali. Anche le materie prime che utilizziamo per produrre energia solare ed eolica sono limitate. Dobbiamo prendere consapevolezza che l'energia è preziosa, e chiederci dove è davvero irrinunciabile e dove serve soltanto a incentivare i consumi.

Schaffner: In vista di installare impianti sulle superfici libere si potrebbero anche lanciare uno o due progetti pilota, che se necessario potrebbero essere realizzati rapidamente grazie ad autorizzazioni eccezionali, e che potrebbero mostrare cosa ci si può davvero attendere da un impianto fotovoltaico nelle



gnerebbe partire dalla ponderazione dal punto di vista della pianificazione del territorio per avere il maggior rendimento energetico possibile con il minor danno possibile al paesaggio e alla biodiversità. È così che abbiamo lavorato nell'ambito della Tavola rotonda sull'energia idroelettrica.

Schaffner: Le esperienze fatte con la Tavola rotonda sull'energia idroelettrica e l'Atlante eolico svizzero sarebbero probabilmente applicabili anche agli impianti fotovoltaici su superfici libere. A tale proposito, all'Energy Science Center (ESC) abbiamo determinato una base: combiniamo dati SIG con parametri geografici e geologici come la pendenza e il pericolo di valanghe nonché con le strade d'accesso e il raccordo alla rete elettrica. Quello che ancora manca è l'integrazione della biodiversità.

L'Atlante eolico, però, non sembra aver incentivato la diffusione dell'energia eolica. Con il rischio di carenza di energia, vi attendete che le autorità rinuncino ad alcune limitazioni anche in questo settore?

Leugger: Effettivamente, sappiamo che la lasciassimo che la nuova legge urgente prevede per i sistemi fotovoltaici alpini alimenta aspettative anche in altri settori. Non possiamo però prescindere dal fatto che l'Ufficio federale di giustizia ha specificato che i cedimenti regolatori riguardanti gli impianti fotovoltaici nelle Alpi sono anticostituzionali. Inoltre, contestiamo le affermazioni dello studio più recente secondo cui possono essere installati mille nuovi impianti eolici: l'Alleanza ambiente ha calcolato che un'aggiunta di 250-300 impianti entro il 2035 sarebbe ancora tollerabile per la natura, e già così si tratterebbe di venti volte tanto la capacità attuale.

Schaffner: Dal punto di vista tecnico, ogni potenziamento dell'energia eolica è positivo: il sole e il vento si completano a meraviglia.

Ma mentre i pannelli fotovoltaici attualmente hanno il vento in poppa, lo sviluppo dell'elettricità eolica è arenato.

Per tornare alla Tavola rotonda sull'energia idroelettrica: le associazioni ambientaliste sono ancora a favore del compromesso?

Leugger: Assolutamente sì. L'elenco di 15 impianti il cui rapporto tra rendimento supplementare e impatto sul paesaggio è particolarmente favorevole e per i quali andrebbero portate avanti le procedure di autorizzazione ha senso. Ma l'accordo non si limita a 15 progetti potenzialmente sostenibili dal punto di vista dell'impatto sull'ambiente, ma comprende anche in particolare il risanamento ecologico di centrali idroelettriche esistenti e misure di sostituzione e di compensazione ecologica. Recentemente, i promotori della forza idrica hanno manifestato l'intenzione di sottrarsi in parte a queste misure sostitutive, e questo è scandaloso. Se intendono seriamente velocizzare il potenziamento, ora devono rispettare quanto convenuto. Siamo infatti sull'orlo di una crisi della biodiversità altrettanto esistenziale di quella climatica.

Acqua, vento e sole: signor Schaffner, se aumentiamo la produzione indigena, le nostre capacità di stoccaggio basteranno?

Schaffner: Devo fare una premessa: troppe persone non sono consapevoli che la nostra sicurezza di approvvigionamento dipende in modo determinante dal fatto che la Svizzera sia o meno integrata in modo ottimale nel contesto europeo. Eppure, attualmente si parla soprattutto dell'approvvigionamento di elettricità indigena. Dal punto di vista politico è altrettanto importante mantenere buoni contatti con l'estero, e quindi con l'UE. Dieci anni fa, in qualità di collaboratore dell'UFE facevo parte della delegazione ai negoziati con l'UE. Già allora era chiaro quanto fossero importanti buoni rapporti con i Paesi vicini.

Ma qual è la situazione della Svizzera in quanto a capacità di stoccaggio?

Schaffner: Il futuro dell'energia sarà più dinamico e noi dobbiamo reagire con maggiore flessibilità. Grazie alle nostre centrali ad accumulazione con pompaggio siamo ben preparati. Inoltre può essere utile la sempre più diffusa mobilità elettrica, che grazie al sistema *vehicle-to-grid*, ovvero all'utilizzo bidirezionale delle batterie delle automobili, fornirà nuovi mini accumulatori. Un'altra tessera del puzzle è l'accoppiamento tra settori, ovvero le interazioni tra elettricità e calore: ad esempio, in caso di carenza di elettricità, le pompe di calore possono essere temporaneamente spente. E infine, queste ultime consentono già oggi di stoccare localmente caldo e freddo. Malgrado anche in questo caso gli sforzi da fare siano molti, non vedo grandi problemi di stoccaggio.

Tutti questi sono provvedimenti nello spazio edificato. Qui l'infrastruttura energetica può essere estesa senza problemi?

Leugger: Come per la densificazione centripeta, anche nel caso dei nuovi vettori energetici va mantenuta la qualità di vita. Anche negli insediamenti ci vogliono spazi liberi, nonostante la maggiore densità delle abitazioni e una più intensa produzione energetica. Molto di ciò, come le pompe di calore e l'elettromobilità, non comporta grandi ripercussioni supplementari. Ma nel paesaggio libero la ponderazione tra l'utilizzo di energia e la biodiversità e protezione del paesaggio deve essere accurata, e da parte della società tutta. La Svizzera, ad esempio, per molto tempo ha perso il treno della diffusione dei pannelli solari sui tetti. È per questo che siamo a favore dell'obbligo di installare pannelli fotovoltaici non solo sui nuovi edifici, ma anche su quelli esistenti. Bisogna sfruttare lo slancio attuale a favore dell'energia solare.

— (traduzione)



IL VIDEO DELL'INTERVISTA A

Christian Schaffner, direttore esecutivo dell'ESC presso il PF di Zurigo, e Urs Leugger-Eggimann, direttore di Pro Natura

a Basilea, è disponibile al link www.are.admin.ch/forumsviluppoterritoriale

A Gimmiz il raccolto sarà presto doppio

Testo: Pieter Poldervaart

poldervaart@kohlenberg.ch

Foto: Miriam Künzli

contact@miriamkuenzli.com

Installare impianti fotovoltaici dove danno meno fastidio: secondo questo principio la produttrice di fragole Barbara Schwab Züger, nella sua azienda in cui pratica l'agricoltura intensiva, qualche mese fa ha messo in funzione il primo impianto agrifotovoltaico commerciale della Svizzera. I moduli non solo producono elettricità, ma proteggono anche le piante, particolarmente sensibili, dalla pioggia, dalla grandine e dal calore eccessivo.

Arrivando nella frazione di Gimmiz, appartenente al Comune di Walperswil, si vedono imponenti fattorie attorniate da splendidi giardini fioriti, e a ogni angolo bancarelle per l'acquisto self-service di frutta, patate o trecce: di primo acchito, la vista è da cartolina. Ma chi osserva l'idilliaco panorama da lontano, con alle spalle il Chasseral e davanti a sé la catena delle Alpi bernesi, riconosce che anche qui nel Seeland bernese il tempo non si è fermato. I campi sono coltivati in modo intensivo e su quasi tutti i tetti delle case troneggia un impianto fotovoltaico. I pannelli color antracite sono particolarmente densi sui tetti della fattoria di Barbara Schwab Züger. Già nel 2011, ancora prima dell'incidente nucleare di Fukushima e della sensibilizzazione generale a favore di una svolta energetica, Schwab disponeva di 450 kilowatt picco (kWp), allora ancora nel quadro della remunerazione a copertura dei costi per l'immissione-



Le fragole crescono in canaline in metallo o plastica, in parte protette sotto teli o in serra, a seconda della varietà e del momento della raccolta.

ne in rete di energia elettrica (RIC). In seguito si sono aggiunti 130 kWp per uso privato, impianti di raffreddamento, pompe e alloggi per il personale. I sei ettari sui quali è praticata l'agricoltura intensiva e la dozzina di ettari in campo aperto sono coltivati ad asparagi verdi, lamponi, mirtilli e mele, ma non solo. Quelli di cui Schwab va più fiera e che danno anche il nome all'azienda sono quei falsi frutti che in primavera, essendo una delle prime colture, ci regalano le prime vitamine da suolo elvetico: le fragole.

Una stagione che dura sei mesi

«I miei genitori hanno cominciato a coltivare fragole negli anni Settanta e hanno sperimentato molto», racconta Schwab. Non si trattava soltanto di trovare nuove varietà, particolarmente gustose e facili da trasportare, ma anche di innovare la commercializzazione. Beerenland, come si chiama oggi la tenuta, è stato il primo produttore svizzero di fragole a introdurre l'autoraccolta, mantenuta fino ai giorni nostri. Naturalmente, ora nel parcheggio gli ospiti hanno a disposizio-



Barbara Schwab Züger ha installato i primi pannelli fotovoltaici sugli edifici già più di dieci anni fa, e ora anche le colture intensive produrranno elettricità.

ne anche un moderno distributore automatico con, al posto delle barrette di cioccolato e delle gomme da masticare, croccanti

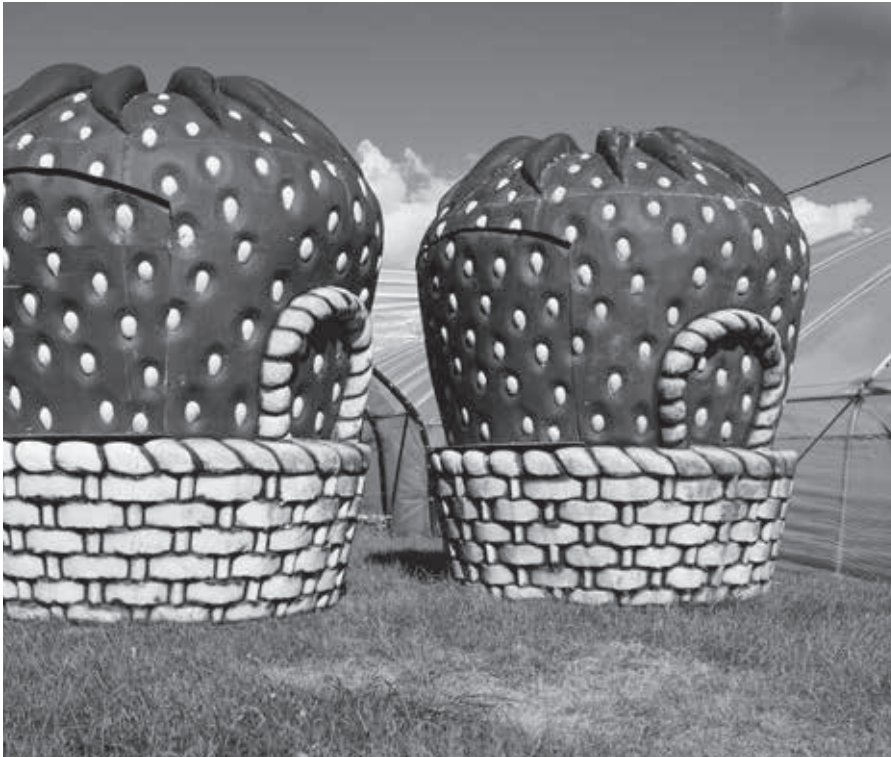
mele in confezioni da un chilo e fragole appena raccolte, due vaschette a dieci franchi. Per avere successo economico è anche importante allungare la stagione. Le fragole indigene sono richieste in particolare a inizio stagione. Nonostante ciò, due terzi delle fragole che consumiamo arrivano dall'estero. Un calendario delle colture pianificato minuziosamente e una selezione comprendente fino a 15 varietà consentono a Beerenland di estendere la stagione, che originariamente durava da due a tre mesi, a sei mesi.

L'importanza del marketing

A cavallo del millennio, l'agronoma diplomata e suo marito hanno trascorso cinque anni in Brasile, dove hanno avviato un allevamento di gamberetti. Alla nascita del primo figlio, nel 2004, la coppia è tornata nel Seeland bernese. Barbara Schwab rappresenta la terza generazione nell'azienda di famiglia e nel 2008 ne ha assunto la gestione. Suo marito le ha fornito consulenza in particolare



Presso Beerenland, l'energia solare proveniente dal tetto viene già oggi utilizzata per gli impianti di raffreddamento e per gli alloggi del personale.



Nel pieno della stagione delle fragole, Barbara Schwab Züger manda il suo team in piazza con le bancarelle mobili.

ficio, computer compreso, racconta Schwab con una sorprendente imperturbabilità: «tanto ho un secondo computer».

Bisogna proteggersi dalle condizioni meteorologiche

Le fragole sono estremamente sensibili. Sofrono il caldo già a partire da 25 gradi. Se l'ambiente è troppo umido tendono a marcire. Ma quello che le fa capitolare del tutto è la grandine. Schwab, da anni interessata all'energia fotovoltaica, era quindi elettrizzata quando ha scoperto che un impianto solare può generare non solo elettricità, ma anche un vantaggio supplementare: può proteggere le colture dalle condizioni meteorologiche. L'anno scorso, insieme al marito ha

nei nuovi progetti, per il resto si occupa prevalentemente della sua propria impresa. Da allora i figli sono diventati quattro. Anche la mansueta bovaro bernese «Quinta» (di nome e di fatto) reclama attenzioni, e lo comunica chiaramente seguendo ogni passo della sua padrona scodinzolando vigorosamente. «Nel frattempo la prole non ha più così tanto bisogno di me», afferma Schwab, un vulcano dai capelli corti, mentre ci accompagna dalla sua nuova creatura, passando davanti ad alcuni chioschi che in alta stagione vengono usati per la vendita diretta delle fragole. Quando la tempesta ha fatto cadere il ramo di una vecchia quercia sulla rimessa delle divertenti cassette a forma di fragola gigante, quattro di queste si sono rovinare diventando inservibili. Gli imprevisti sono all'ordine del giorno: la notte precedente la nostra visita, ad esempio, la rottura di un tubo ha allagato un uf-



Selezionando varietà in modo accorto e proteggendo le coltivazioni, Beerenland riesce a estendere la stagione delle fragole a sei mesi.



Oriane Potard di Agroscope ha condotto già nella Francia meridionale ricerche sull'impatto degli impianti agrifotovoltaici sul raccolto e sulla qualità nella frutticoltura.

quindi visitato l'azienda di Piet Albers a Babberich, nella provincia olandese della Gheldria. Ad aspettarli c'erano tre ettari coltivati a lamponi. Nel 2019 l'agricoltore ha installato un impianto agrifotovoltaico con una potenza pari a 2,67 MWp, che produce elettricità per 750 economie domestiche. A titolo di paragone, in Svizzera i principali impianti pilota di Agroscope a Conthey, nel Basso Vallese, coprono soli 180 e 200 metri quadri.

Tenore di zucchero, acidità e oidio

Le esperienze fatte in Olanda sono incoraggianti. «La nostra visita ci ha indotti a provare noi stessi, e volevamo cominciare se possibile già quest'anno»: la 49enne spiega le rigorose tempistiche previste. Il Comune, il Cantone e la Confederazione sono stati informati e invitati a visitare l'azienda. Dato che l'installazione si trova in una zona di agricoltura intensiva, dopo soli due mesi la licenza edilizia era sul tavolo. L'impianto avrebbe dovuto fungere da copertura per 2000 metri quadri da aprile 2022, per proteggere quattro file di fragole e sei filari di lamponi. Inoltre, nell'ambito di un progetto di ricerca, Agroscope intendeva seguire per un semestre l'impatto sui frutti. Ma anche se la struttura metallica era pronta da un pezzo, la fornitura dei moduli veniva rimandata di settimana in settimana. La promotrice, delusa, ammette di aver pensato di lasciare perdere. Finalmente, in agosto è arrivata una parte della fornitura. Quando sono state montate le lastre di vetro con celle fotovoltaiche integrate, i frutti sottostanti stavano però già maturando. «Quest'anno non è più possibile effettuare un'analisi completa», osserva Oriane Potard. Presso Beerenland la 25enne bretone trascorre quindi, invece dei previsti sei, solo due mesi come stagista per Agroscope. Durante questo periodo preleva campioni di frutti e foglie per misurarne il tenore di zucchero, l'acidità, la consistenza e il peso dei frutti, la superficie delle foglie, la concentrazione di clorofilla e la presenza di

Ci si attende che l'installazione a tettoia crei un microclima favorevole alla crescita delle bacche.

oidio, la malattia tanto temuta dai produttori di bacche. Nonostante gli ostacoli Potard, recentemente diplomatasi in scienze agrarie, è affascinata dal progetto di Gimmiz: gli impianti agrifotovoltaici proteggono le piante dalla grandine e dalla canicola. «Inoltre, la parziale schermatura delle colture aumenta l'umidità relativa dell'aria, limitando l'evaporazione dal suolo e dalle piante. E non da ultimo, l'installazione protegge dal calore eccessivo, creando un microclima particolare che favorisce la crescita.» Potard sa di cosa parla. Ha già lavorato in un impianto pilota a Mallemort, vicino ad Avignone: un impianto di 735 metri quadri con moduli che però non sono fissi come a Gimmiz, bensì orientabili in funzione della posizione del sole per produrre più elettricità e massimizzare l'ombreggiamento delle piante.

Irrigazione e fertilizzazione goccia a goccia

Anche se a metà settembre la maggior parte dei fragoletti sono ormai vuoti, vediamo fragole a perdita d'occhio. E comunque, il termine fragoletto è improprio: a Beerenland si pianta in canaline metalliche e vasche di plastica, non dissimili da strette fioriere da balcone. A seconda della varietà e del momento della raccolta, le unità, esposte ai venti, sono disposte ordinatamente su una struttura metallica che rende più comoda la raccolta. Altri elementi di metallo campeggiano su un terrapieno, interrati per tre centimetri. «Il suolo rilascia il calore accumulato e fa crescere più velocemente le piante», spiega Schwab. In campo aperto, in caso di rischio di grandine le piante vengono coperte direttamente con una rete protettiva, garantendo un raccolto che altrimenti risulterebbe compromesso. Le culture sempre al coperto non sono tutte uguali: alcune delle serre



sono coperte soltanto con un telo, altre sono più robuste, a seconda della varietà e del momento del raccolto. Se il sole di settembre scalda troppo la serra, dopo un breve sferragliamento gli sportelli di aerazione sul colmo del tetto si aprono di 30 centimetri (automaticamente, beninteso). A proposito di automazione: l'intero impianto per la coltivazione delle fragole è irrigato mediante tubi bianchi, di due centimetri di diametro, che apportano l'acqua e il fertilizzante liquido necessari lasciandoli gocciolare dagli ugelli bruni. Le

piante crescono per così dire «hors sol», anche se sono comunque interrate in vera terra e non coltivate in lana di roccia.

La legge liberalizza e i prezzi dell'elettricità si fanno più attrattivi

Sulla via del ritorno costeggiamo un terreno di 200 metri di lunghezza e 50 di larghezza coperto da un telone nero. Delle piccole cassette di plastica sono pronte, a gruppetti: ecco la nuova generazione di Beerenland.



Schwab coltiva personalmente una parte delle giovani pianticelle. A darle una mano sono fino a 100 lavoratori stagionali, la maggior parte proveniente dalla Polonia. Oltre che per il raccolto, che richiede tanta manodopera, ci vuole man forte per la cura delle piante e per lo sgombrò successivo. Il personale stagionale è alloggiato in un'ala di Beerenland.

Al termine della prima tappa, l'impianto di questa Terra delle fragole dovrebbe produrre 130 kWp. Ma al momento della nostra vi-



Una parte delle giovani pianticelle è coltivata direttamente in azienda.

sita, oltre a una parte dei pannelli, mancava ancora l'inverter. Per questo non è ancora finito in rete nemmeno un kilowatt, anche se Schwab rimane fiduciosa. «Quello agrifotovoltaico è un ottimo metodo per sfruttare ulteriormente le superfici agricole in ogni caso già utilizzate in modo intensivo e al contempo proteggere le colture.» Grazie a due veicoli utilitari a batteria che funzionano in modo bidirezionale, inoltre, una parte dell'elettricità in eccedenza può essere stoccata e utilizzata quando la domanda di Beerenland è particolarmente grande. Ma perché al momento questa applicazione agrifotovoltaica non è maggiormente diffusa nella frutticoltura svizzera? Schwab se lo spiega come segue: in primo luogo, finora dalla legislazione non risultava in modo chiaro in che misura questi impianti fossero ammessi in zona agricola. Secondariamente, l'investimento iniziale è considerevole e il lungo periodo di ammortamento è temuto. I prezzi dell'elettricità attualmente in forte rialzo potrebbero però

indebolire questa argomentazione. È probabile che tra qualche anno, a Gimmiz e altrove nel Seeland bernese (l'orto della Svizzera) non solo una casa su due, ma anche sempre più superfici agricole avranno un tetto color antracite.

(traduzione)



PIETER POLDERVAART è giornalista indipendente a Basilea e redattore di «forum sviluppo territoriale».



MIRIAM KÜNZLI lavora come fotografa indipendente a Zurigo.



GALLERIA FOTOGRAFICA DEL REPORTAGE

Altre fotografie inerenti a questo reportage sono disponibili al link www.are.admin.ch/forumsviluppoterritoriale



IL VIDEO DELL'INTERVISTA A

Barbara Schwab Züger, produttrice di fragole ed elettricità solare a Gimmiz (BE), è disponibile al link www.are.admin.ch/forumsviluppoterritoriale

Cosa mi ha insegnato un viaggio con un'utilitaria elettrica



RAHEL MARTI, *1976, si è laureata in architettura presso il Politecnico federale di Zurigo. Dal 2004 lavora per la rivista «Hochparterre», attualmente in qualità di redattrice nell'ambito di pianificazione e architettura.

marti@hochparterre.ch

All'improvviso, la discussione sul consumo energetico è onnipresente. Quanta energia possiamo consumare come comunità e individualmente? Gli esperti hanno già provato a più riprese ad affrontare la discussione, o perlomeno a intavolarla. Ora che la minaccia di una carenza di corrente elettrica e gas è reale, con ripercussioni tangibili sul portafogli, tutti si sentono esperti. Dobbiamo convincere i nostri figli che d'inverno in casa bisogna portare il maglione... roba da matti. E pensare che buona parte dei nostri genitori e nonni dormiva ancora in camere così fredde che nelle mattine d'inverno il loro fiato formava sulle coperte un sottile strato di brina. Quando il governo della mia città, Zurigo, ha annunciato che le piscine saranno un po' meno riscaldate e le strade un po' meno illuminate, ho tirato un sospiro di sollievo: era ora. Anche se proprio questi due provvedimenti dimostrano che risparmiare energia non è così semplice: un grado in meno non impedisce di nuotare; mentre di notte, un lampione in meno può compromettere la sicurezza.

Quello che mi chiedo è se voglio fidarmi di questo dibattito. Perché non abbiamo ridotto il nostro consumo energetico tempo fa? Di cosa ha paura il mondo politico? Il municipale zurighese Michel Baumer ha risposto ai media in modo involontariamente sincero: «Perché avrebbe significato diminuire anche la qualità di vita, e non è quello che vogliamo.» Diciamolo senza giri di parole: perché è impopolare e avrebbe minacciato la rielezione. Appena la crisi passerà e il portafogli si rimpinguerà, la volontà di risparmiare si volatilizzerà, e con lei le misure temporanee. Lo dimostra la pandemia appena superata (speriamo). Anche quella situazione ha limitato la mobilità. Nel mondo del lavoro continueremo a viaggiare meno, sia in automobile che in aereo, ma soprattutto perché ci fa risparmiare tempo e soldi.

Nella vita privata, invece, non ci siamo solo liberati dalle catene del coronavirus, ma le abbiamo addirittura spezzate. Poco tempo fa il cielo era ancora tutto blu, eppure in men che non si dica i jet sono tornati a lasciarlo con ragnatele di scie di condensazione. Il treno lo prendiamo meno per recarci al lavoro, ma più spesso nel tempo libero. Mentre pian piano cerchiamo di contenere i danni che causiamo al clima in quanto aziende e comunità, in quanto individui benestanti siamo all'origine di problemi climatici sempre più gravi.

Recentemente ho avuto una prova diretta del mio consumo energetico. Con un'utilitaria elettrica noleggiata ho percorso 180 chilometri, in parte in autostrada. I conducenti di automobili a benzina mi sfrecciavano accanto mentre la mia batteria minacciava di esaurirsi non appena premevo l'acceleratore. Per poter arrivare a destinazione ho dovuto fare una pausa di tre quarti d'ora per ricaricare la batteria, il che mi ha fatto arrivare in ritardo al mio appuntamento. È stata un'esperienza palpabile come andare a piedi o in bicicletta: spostarsi richiede energia. E l'energia non la porta la cicogna.

Se ora la politica porta avanti il potenziamento delle energie rinnovabili, non lo fa tanto per proteggere il clima, quanto piuttosto per mantenere le grandi aziende elettriche e per saziare la nostra fame di energia se dovessero venire meno altre fonti. Con il pretesto di un presunto progresso ecologico, invece di affrontare i meccanismi davvero arrugginiti, ovvero quelli della crescita e del consumo, si tutelano l'economia e l'infrastruttura. Ma alla fine queste ultime non sono entità astratte. Alla fine dietro a tutto ciò ci siamo noi, alla fine si tratta sempre di me. La necessità di tutti gli impianti eolici e solari immaginati o già progettati dipende anche dalle decisioni prettamente personali.

La ponderazione tra corrente elettrica pulita e protezione del paesaggio è pura ipocrisia. Naturalmente non possiamo intaccare la protezione del paesaggio: l'abbiamo già ampiamente disattesa. Anche se determinate cerchie vogliono farci credere che il SUV elettrico è accettabile, sappiamo bene, e anche da tanto tempo, che andare avanti così non è un'opzione praticabile.

È per questo che possiamo potenziare la produzione di energie rinnovabili soltanto se al contempo smantelliamo quelle fossili e nucleari, e se adottiamo i provvedimenti ora discussi per risparmiare corrente elettrica in tutti gli ambiti, dalle grandi imprese e dalle comunità fino alla vita privata, e non solo temporaneamente, ma in modo duraturo.

(traduzione)



RUBRICA IN VERSIONE AUDIO

La rubrica, letta dall'autrice stessa in tedesco e in francese, è disponibile al link www.aren.admin.ch/forumsviluppoterritoriale

LA CIFRA SUL TEMA

67

I tetti e le facciate delle case svizzere potrebbero produrre ogni anno 67 terawattora (TWh) di energia solare. In Svizzera, negli ultimi anni il consumo di corrente elettrica oscillava tra i 55 e i 60 TWh. Secondo le Prospettive energetiche 2050+, l'elettificazione dei settori trasporti e calore potrebbe portare il consumo a 76 TWh nel 2050.

Celle solari sui pendii di Breil esposti a sud.



IMPRESSUM

forum raumentwicklung

Informationsheft
Erscheint zweimal jährlich
50. Jahrgang

Herausgeber

Bundesamt für Raumentwicklung (ARE)
Eidgenössisches Departement für Umwelt, Verkehr,
Energie und Kommunikation (UVEK)

Redaktionskommission

Michael Furger (Leitung) und Lukas Kistler, Daniel Dubas,
Leda Notari, Mattia Cattaneo, Matthias Howald

Übersetzung

Deutsch: Irene Bisang, Zürich / *Französisch:*
Daniel Béguin, Ste-Croix; Relecture und Adaptation:
Béatrice Thiéry, Porrentruy / *Italienisch:*
Martina De Bartolomei, La Sagne; Relecture und
Adaptation: Peter Schrembs, Minusio

Redaktion und Produktion

Pieter Poldervaart, Pressebüro Kohlenberg, Basel

Grafisches Konzept und Gestaltung

Susanne Krieg SGD, Basel

Bildnachweis

Yves Maurer Weisbrod, Bern (Titel/ Umschlag, S. 4, 5–7,
16, 18–20, 28–31, 39/40, 44–45, 56–60, 66–69, 77/78,
81–85, 101/102); Suisse Romande Énergie (S. 5, 43/43,
80/81); dhp technology (S. 22, 62); ewz (S. 23, 63);
SBB (S. 24, 65); Alisson de Andrade (S. 25); Gilles Ber-
trand (S. 64/65); alle anderen zur Verfügung gestellt.

Abonnemente

Bestellungen/Vertrieb:
BBL, Vertrieb Publikationen, CH-3003 Bern
Internet: www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
Art.-Nr. 812.000
Jahresabonnement Fr. 20.–
Einzelnummer Fr. 10.–

Adresse

ARE – Bundesamt für Raumentwicklung
3003 Bern, Tel. 058 462 40 60

© ARE

Bern 2022, Abdruck erwünscht mit Quellenangabe;
Belegexemplar ans ARE
ISSN 1660-6248

forum du développement territorial

Bulletin d'information
Paraît deux fois par an
50^e année

Éditeur

Office fédéral du développement territorial (ARE)
Département fédéral de l'environnement, des trans-
ports, de l'énergie et de la communication (DETEC)

Commission de rédaction

Michael Furger (direction) et Lukas Kistler, Daniel Dubas,
Leda Notari, Mattia Cattaneo, Matthias Howald

Traduction

Allemand: Irene Bisang, Zurich / *Français:* Daniel Béguin,
Ste-Croix; Relecture et adaptation: Béatrice Thiéry,
Porrentruy / *Italien:* Martina De Bartolomei, La Sagne;
Relecture et adaptation: Peter Schrembs, Minusio

Rédaction, production

Pieter Poldervaart, Pressebüro Kohlenberg, Bâle

Création, réalisation

Susanne Krieg SGD, Bâle

Crédit photographique:

Yves Maurer Weisbrod, Berne (page de couverture,
p. 4, 5–7, 16, 18–20, 28–31, 39/40, 44–45, 56–60,
66–69, 77/78, 81–85, 101/102); Suisse Romande Éner-
gie (p. 5, 43/43, 80/81); dhp technology (S. 22, 62);
ewz (p. 23, 63); CFF (p. 24, 65); Alisson de Andrade
(p. 25); Gilles Bertrand (p. 64/65); autres photographies
gracieusement mises à disposition.

Abonnement

Commandes/distribution:
OFCL, diffusion publications, CH-3003 Berne
Internet: www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
No d'art. 812.000
Abonnement annuel Fr. 20.–
Numéro simple Fr. 10.–

Adresse

ARE – Office fédéral du développement territorial
3003 Berne, Tél. 058 462 40 60

© ARE

Berne 2022, Reproduction autorisée avec mention
de la source; copie à l'ARE
ISSN 1660-6248

forum sviluppo territoriale

Bollettino d'informazione
Esce due volte all'anno
50^o anno

Editore

Ufficio federale dello sviluppo territoriale (ARE)
Dipartimento federale dell'ambiente, dei trasporti,
dell'energia e delle comunicazioni (DATEC)

Commissione della redazione

Michael Furger (direzione) e Lukas Kistler, Daniel Dubas,
Leda Notari, Mattia Cattaneo, Matthias Howald

Traduzione

Tedesco: Irene Bisang, Zurigo / *Francese:* Daniel Béguin,
Ste-Croix; riletatura e adattamento: Béatrice Thiéry,
Porrentruy / *Italiano:* Martina De Bartolomei, La Sagne;
riletatura e adattamento: Peter Schrembs, Minusio

Redazione, produzione

Pieter Poldervaart, Pressebüro Kohlenberg, Basilea

Creazione, realizzazione

Susanne Krieg SGD, Basilea

Immagini

Yves Maurer Weisbrod, Berna (copertina, pagg. 4,
5–8, 16, 18–20, 28–31, 39–40, 44–45, 56–60, 66–69,
77–78, 81–85, 101–102); Suisse Romande Énergie
(pagg. 5, 43–43, 80–81); dhp technology (pagg. 22, 62);
ewz (pagg. 23, 63); FFS (pagg. 24, 65); Alisson de
Andrade (pag. 25); Gilles Bertrand (pagg. 64–65);
tutte le altre foto sono state messe a disposizione.

Abbonamento

Ordinazioni/distribuzione:
UFCL, distribuzione pubblicazioni, CH-3003 Berna
Internet: www.bbl.admin.ch/bundespublikationen
N. art. 812.000
Abbonamento Fr. 20.–
Numero singolo Fr. 10.–

Indirizzo

ARE – Ufficio federale dello sviluppo territoriale
3003 Berna, tel. 058 462 40 60

© ARE

Berna 2022, riproduzione autorizzata con menzione
della fonte; copia all'ARE
ISSN 1660-6248

Druck / Impression / Stampa

Jost Druck AG, Hünibach/Thun



Inhalt gedruckt auf REBELLO,
Recycling aus 70% Altpapier,
FSC-zertifiziert, schönweiss



Das ARE-Forum wurde
klimaneutral hergestellt.

Die kleine Solaranlage oberhalb von Breil/Brigels in der Surselva (GR)
versorgt den elektrischen Weidezaun auf einer Alpwiese.

Dans le canton des Grisons, une petite installation solaire au-dessus de Breil/Brigels
dans la Surselva alimente la clôture électrique d'un pâturage.

Il piccolo impianto solare al di sopra di Breil/Brigels, nella Surselva (GR),
serve a elettrificare il recinto di un pascolo d'alpeggio.



Namentlich gekennzeichnete Beiträge geben nicht unbedingt die Meinung der Redaktion wieder.

Les contributions des personnalités invitées à s'exprimer dans ce numéro ne reflètent pas forcément l'opinion de la rédaction.

I contributi firmati non rispecchiano necessariamente l'opinione della redazione.

www.ares.admin.ch
twitter.com/AREschweiz

