Der Sonne so nah

Photovoltaik auf Häusern wird zur Normalität. Aber braucht es auch grosse Aussenanlagen? Und wie werden sie zum Gewinn für die Landschaft? Eine Reise durch die Alpen.

Text: Viviane Ehrensberger, Farbfotos: Peter Tillessen

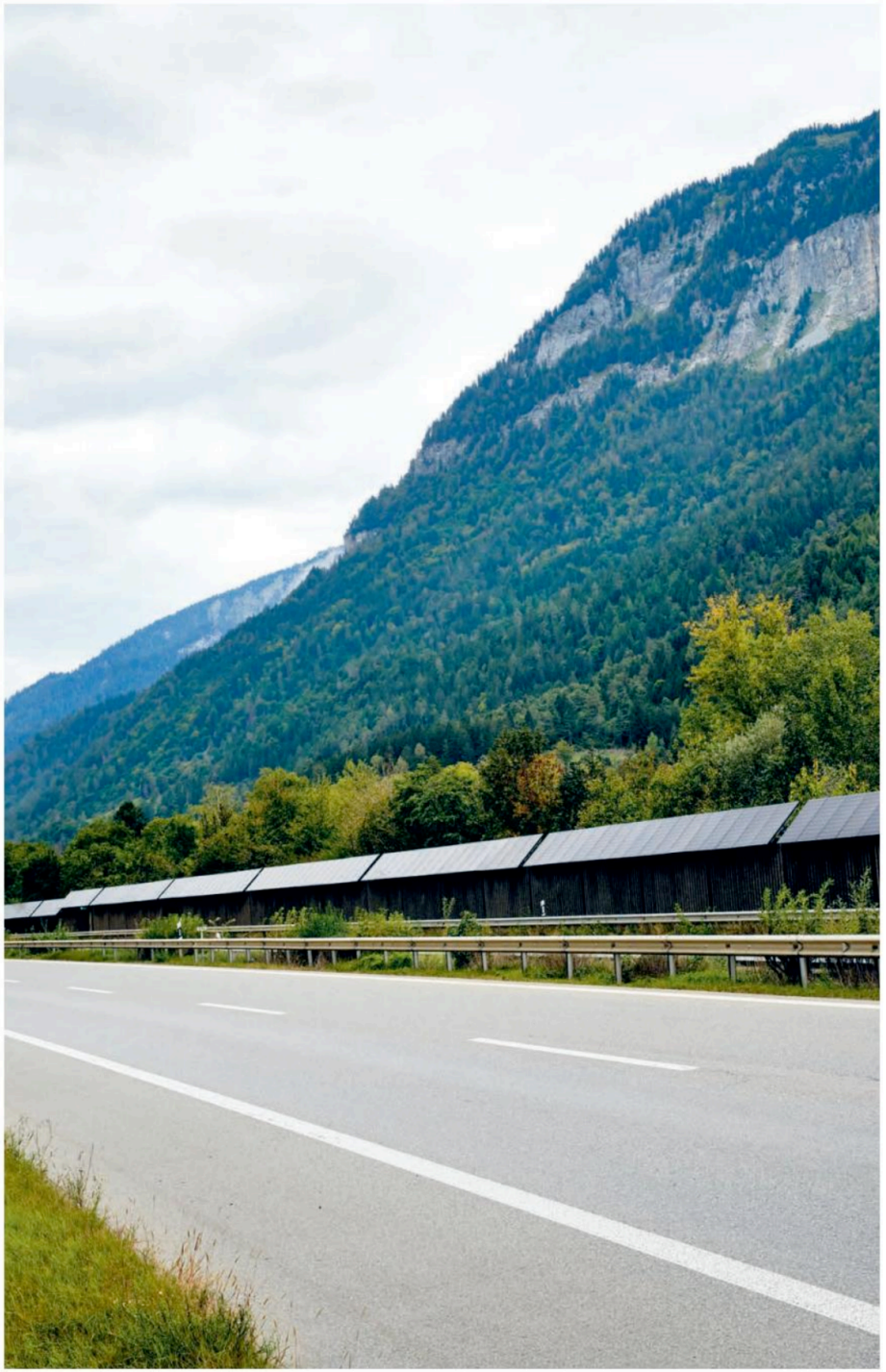
Am rechten Rand der Autobahn A13 blitzen sie kurz nach Felsberg GR auf. Entlang der Lärmschutzwand, ideal nach der Sonne ausgerichtet, zieht sich ein fast ein Kilometer langes Band schwarz glänzender Solarpaneele durch die Landschaft. Die Streifen aus je 17 stehenden Rechtecken sind auf die Betonelemente montiert, 776 Photovoltaikmodule insgesamt. Am Ende zeigt eine Digitalanzeige die Stromleistung: 220 Kilowatt sind es an diesem sonnigen Herbstnachmittag. Die Anlage ist ein Dinosaurier unter den Photovoltaikanlagen. 1989 wurde sie im Auftrag des Bundesamts für Energie (damals Energiewirtschaft) als weltweit erste Solaranlage auf einem Autobahnlärmschutz in Betrieb genommen. Ein Pilotprojekt, um die Zuverlässigkeit und Dauerhaftigkeit der relativ neuen Technologie zu ermitteln. Die Resultate überzeugten: 2017, fast dreissig Jahre später, erneuerte Rhiienergie die Anlage komplett. Die neuen Solarzellen sind beinahe dreimal so effektiv wie die alten.

Erste Station: Strom entlang der Autobahn

Die ursprüngliche Anlage auf der A13 war eine Pionierleistung des Unternehmers Thomas Nordmann, der sich mit seiner Firma TNC Consulting weitherum einen Namen in der Solarberatung gemacht hat. «Photovoltaik ist vor allem ein Preis- und Flächenproblem», sagt er. «Und die Flächen sind den Schweizern heilig, weil sie begrenzt sind.» 2014 hat TNC Consulting errechnet, wie viel Photovoltaik nötig wäre, um zwanzig Prozent des Strombedarfs in der Schweiz zu decken. Das Unternehmen kam auf eine Fläche von rund 80 Quadratkilometern. Für die damalige 8-Millionen-Schweiz bedeutete das rund zehn Quadratmeter pro Person. «Kritiker schürten die Angst vor einer mit Solarzellen komplett bedeckten Landschaft. Das war schon in den Achtzigern vor dem Bau der Anlage auf der A13 so.» Dabei gibt es in der Schweiz mehr als genug Zivilisationsflächen, die bereits überbaut sind und für solare Stromgewinnung genutzt werden könnten. Diese zehn Quadratmeter könnten spielend mit Anlagen auf Dächern (48 Quadratmeter pro Kopf) und Fassaden (27 Quadratmeter pro Kopf), auf Stauseen (17 Quadratmeter), entlang von Strassen (99 Quadratmeter) und Bahngleisen (11 Quadratmeter) gedeckt werden, ohne eine einzige Landwirtschafts-, Wald- oder natürliche Seefläche anzutasten.

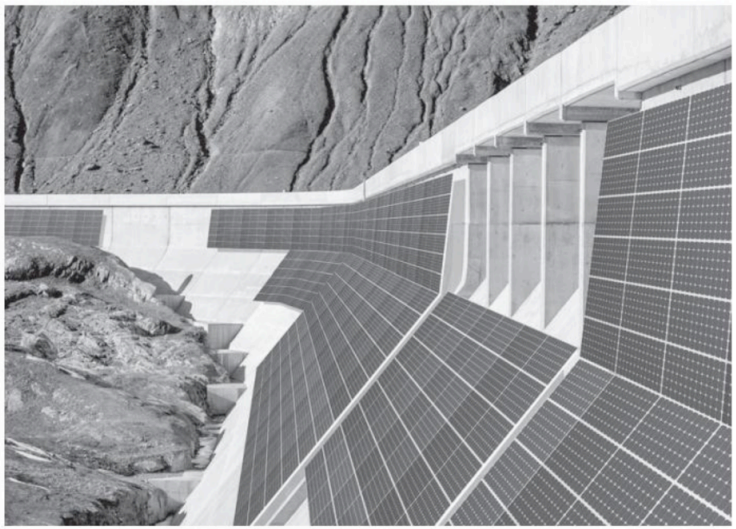
«Im Gegensatz zu einem Kernkraftwerk ist die Lage einer Solarzelle für deren Stromproduktion massgeblich», sagt Nordmann. Bereits 1988 hat er in einer Studie für das Bundesamt für Energie die Schweiz in vier Quadranten unterteilt siehe Karte Seite 26, um die idealen Lagen zu identifizieren. Dabei schaute er einerseits auf die Gesamtleistung, andererseits auf das Verhältnis der Sommererträge zu den Wintererträgen. «Eine Photovoltaikanlage im Mittelland bringt im Sommer siebzig Prozent des Jahresertrags, im Winter dreissig Prozent. Das ist nicht null, denn auch indirektes Tageslicht erzeugt Strom. Aber es ist nicht ideal, da wir gerade im Winter mehr Strom brauchen, was sich mit dem Umstieg auf Wärmepumpenheizungen noch steigern wird. Darum werden die Lagen in den Alpen und im Jura plötzlich sehr interessant.» Aber: Der Grossteil der →

Photovoltaikanlage A13, 1989 (saniert 2005 / 2017)
Domat / Ems Felsberg GR,
Lage: **573 m ü. M.**
Fläche: **1331 m²**
Jahresproduktion: **313,8 MWh**
Betreiber: **Rhiienergie**



Photovoltaik auf Lawinenverbauung, 2012
Bellwald VS
Lage: **2380 m ü. M.**
Fläche: **78 m²**
Jahresproduktion: **18 MWh**
Betreiber: **Enalpin**
Foto: Carmen Graf, WSL

Photovoltaik auf der Albigna-Staumauer, 2020
Felsberg GR
Lage: **2162 m ü. M.**
Fläche: **2176 m²**
Jahresproduktion: **500 MWh**
Betreiber: **Elektrizitätswerk der Stadt Zürich (EWZ)**



Photovoltaik auf der Muttsee-Staumauer, 2021
Glarus Süd
Lage: **2500 m ü. M.**
Fläche: **10 000 m²**
Jahresproduktion: **2700 MWh**
Betreiber: **Axpo**

Solarpark Waterlily, Pilotprojekt, unrealisiert
Sihlsee SZ
Lage: **890 m ü. M.**
Fläche: **ca. 300 m²**
pro Waterlily
Jahresproduktion, prognostiziert: **60 bis 80 MWh pro Waterlily**
Betreiber: **Hydrosun**

→ Bevölkerung lebt nicht dort. Ist es sinnvoll, den Strom so weit weg von den Verbrauchern zu produzieren? Ja, meint Thomas Nordmann. «Alpine Photovoltaikmodule können dank der bevorzugten Lage spanische Erträge bringen.»

Die Vorteile von alpinen Solaranlagen leuchten ein: Die Lage über der Nebelgrenze, eine intensivere Sonneneinstrahlung und kühlere Temperaturen verbessern die Erträge. Bei bifazialen, also zweiseitigen Paneelen kommen noch zusätzliche Energiegewinne durch die Nutzung des von Schnee reflektierten Lichts hinzu. Die Gebäudeintegration von Photovoltaik sei nach wie vor wichtig, meint Nordmann, aber um das in der Energiestrategie 2050 formulierte Ziel von rund vierzig Prozent Solarstrom zu erreichen, müssten grössere Solarparks her, und die seien auch für Energieversorgungsfirmen interessant. Kleinere Anlagen im alpinen Raum, zum Beispiel an Lawinenverbauungen in St. Antönien und im Walliser Bellwald, seien kostspielig und wartungsintensiv.

Von flächig zu räumlich

Darum nahm TNC die Stauseen in den Blick. Hier kommen die Vorteile der alpinen Lagen zusammen mit bereits vorhandenem Netzanschluss und dem Synergiepotenzial der beiden Kraftwerke. «Sonnen- und Wasserkraft ergänzen sich ideal, der See wird dann sozusagen zur Batterie für die Solaranlage», sagt Nordmann. Tatsächlich treiben mittlerweile auch Elektrizitätswerke die Verbindung von Staudämmen mit Photovoltaik voran. Als «erste hochalpine Solargrossanlage» produziert seit September 2020 ein Modulstreifen am inneren Rand der Albigna-Staumauer rund eine halbe Gigawattstunde Strom pro Jahr. Zum Vergleich: das Kraftwerk Castasegna, das der Stausee speist, produziert 258 Gigawattstunden pro Jahr – über 500-mal so viel. Im Kanton Glarus plant der Energiekonzern Axpo eine Solaranlage auf der Aussenseite der Muttsee-Staumauer mit einem vorgesehenen Jahresertrag von 2,7 Gigawattstunden. Die Baubewilligung liegt vor, der Bau ist im Sommer 2021 vorgesehen.

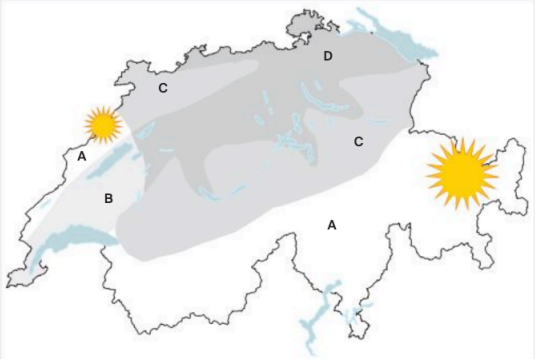
Ein grosses Potenzial sieht Thomas Nordmann in der Oberfläche von Stauseen. Dafür entwickelte er 2014 zwei schwimmende Photovoltaikanlagen, eine lineare und eine rosettenförmige mit dem klingenden Namen ‹Waterlily›. Als Standorte schlug er den Sihlsee im Kanton Schwyz und den Marmorerasee in Graubünden vor. Die Anlage auf rund zehn Prozent des Sihlsees sollte den Ertrag des Wasserkraftwerks verdoppeln. Widerstand gab es kaum, für beide Projekte lagen Baubewilligungen vor. Die Zusammenarbeit mit dem Elektrizitätswerk der Stadt Zürich, den SBB und dem Bundesamt für Energie scheiterte schliesslich an der Finanzierung.

‹Waterlily› fügt flächige Module zu einem räumlichen Objekt zusammen. Das hat praktische Gründe: Die Paneele können nach dem Sonnenstand ausgerichtet und bei starkem Wind oder Schneefall senkrecht gestellt werden, um Schäden zu vermeiden. Bifaziale Anlagen können dank der Reflexion einer schneebedeckten Eisfläche den Ertrag weiter steigern – die Reflexion einer Wasseroberfläche leistet das wider Erwarten nicht. Gestalterisch ist der Schritt interessant: Entgegen der Tendenz, Solartechnik an Gebäuden möglichst unsichtbar zu machen, wird sie hier skulptural: ein selbstbewusstes Bekenntnis zur Energiewende. Aber auch ein Solitär, ein vertikales Bauwerk, das aus der Landschaft sticht.

Zweite Station: Strom auf dem See

Im Wallis wurde letztes Jahr bereits ein schwimmendes Solarkraftwerk realisiert. Von Martigny führt die Passstrasse hoch Richtung Grosser St. Bernhard und Aostatal. An den Tankstellen werden Bernhardiner-Plüschhunde und Walliser Aprikosen feilgeboten. Aus der Lawinengalerie fällt der Blick zuerst auf die mächtige Staumauer Les Toules, die das Tal abzuriegeln scheint. Dahinter zieht sich der Stausee in die Länge. An seinem südlichen Ende schwimmt eine Photovoltaikanlage als schwarzer Fleck auf milchig-türkisfarbenem Wasser. Die Zufahrtsstrasse führt über eine Geröllhalde hinunter zum Ufer, eine →

Sonneneinstrahlung in der Schweiz



Sonneneinstrahlung	Anteil Winter über 36 %	Anteil Winter unter 36 %
Über 1200 kWh/m²	A	B
Unter 1200 kWh/m²	C	D

Quelle: Thomas Nordmann, TNC (erstmals publiziert 1988)

→ braune Schlammschicht zeugt vom schwankenden Pegelstand. Die quadratische Anlage selbst würde besser auf den Mars als in diese raue Gebirgslandschaft passen. Das Metallfachwerk ihrer Unterkonstruktion wirkt technisch, die Kunststoff-Schwimmkörper darunter erscheinen banal. Eine dicke Nabelschnur verbindet die filigrane Plattform mit dem Ufer. Zwei Schläuche verschwinden in einem Betonsockel am Berghang. Wenn die Sonne scheint, verwandelt sich das lichtschluckende Schwarz der Solarzellen in ein reflektierendes Hellgrau.

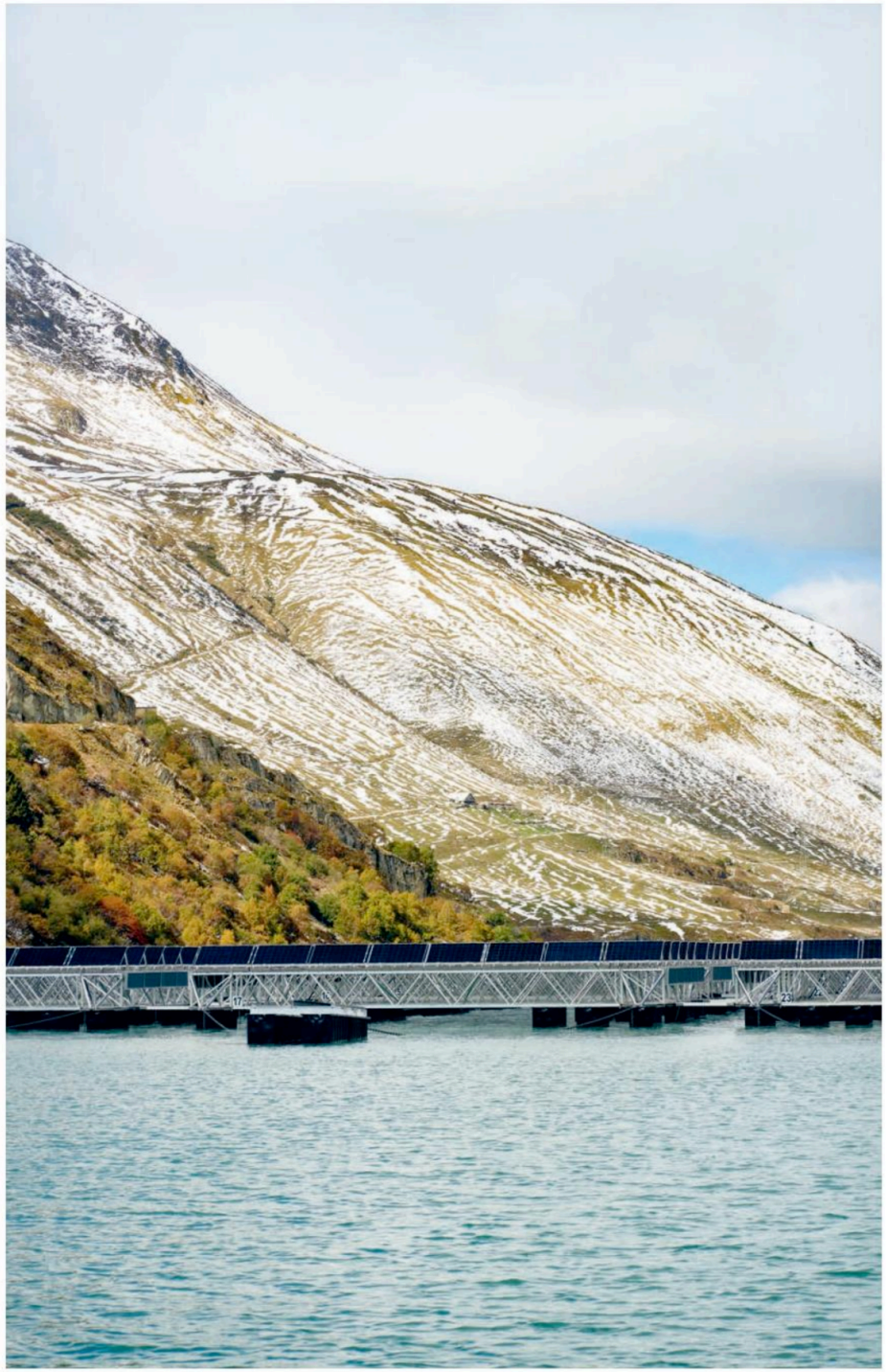
Die karge Landschaft wirkt ausgestorben. Unten am See trotzt ein Fischer dem kalten Wind, der durch das Hochtal pfeift – ein Architekt aus der Region, wie sich herausstellt. Ob die Anlage die Ökologie des Sees verändere, könne er nicht sagen. Aber gewöhnungsbedürftig sei sie schon, nicht gerade ein Blickfang. Und im Winter komme es auch mal vor, dass sie auf dem Trockenen liege, weil der Pegelstand so niedrig sei. Heute hat der Architekt schon zwei Forellen aus dem See gezogen, eine kleine und eine grosse. Zeichen dafür, dass die Natur zurückkehrt an diesen künstlich geschaffenen Ort?

Photovoltaik und Naturschutz

Michael Casanova, Projektleiter Gewässerschutz und Energiepolitik bei Pro Natura, lacht. «Wenn es im Lac des Toules Fische gibt, dann, weil sie jemand dort aussetzt», sagt er. Vermutlich seien es Regenbogenforellen, eine vom Menschen eingeführte Art. Staudämme seien für Fische unüberwindbare Hindernisse und die Seen dahinter böten oft zu wenig Nahrung. «Aus Sicht der Biodiversität sind Speicherseen im alpinen Raum vielfach wertlos.» Die Verbindung von Solar- und Wasserkraft an diesen Orten sei daher grundsätzlich einleuchtend. Dabei komme es aber auf den See an. «Am Grimselsee und am Südrand des Sihlsees gibt es zum Beispiel inventarisierte Moorlandschaften. In der Nähe solcher Schutzparameter würden wir uns gegen schwimmende Solaranlagen aussprechen.» Pauschale Aussagen zur Umweltverträglichkeit von Freiflächenanlagen mit Photovoltaik seien unsinnig. Entscheidend ist gemäss Casanova auch, wie die jeweilige Fläche vorher genutzt worden ist. Auf einer Industriebrache zum Beispiel könnte eine neue Solaranlage einhergehen mit einer Extensivbegrünung, was Vorteile für die Biodiversität hätte. Allerdings seien die lokalen ökologischen Auswirkungen solcher Solarkraftwerke noch wenig erforscht. Reflexionen von Solarzellen könnten Vögel und Insekten irritieren, die sich am polarisierten Licht von Wasseroberflächen orientieren. Photovoltaikmodule verändern zudem das Mikroklima eines Orts, weil sie den Boden verschatten und teilweise vor Regen abschirmen. «Zudem sollten Freiflächenanlagen nur sehr zurückhaltend umzäunt werden, da das die Landschaft zerschneidet und den Wildwechsel behindern kann.»

Zuerst auf die Dächer

Für Michael Casanova ist klar: «Der rasche Ausbau der erneuerbaren Energiegewinnung ist unbedingt notwendig. Schliesslich hat der Klimawandel massive negative Auswirkungen auf die Biodiversität, und das Schweizer Stimmvolk hat 2017 Ja gesagt zur Energiewende.» Doch nicht in jedem Fall sind erneuerbare Energien mit Naturschutzanliegen kompatibel, weshalb Wind- und Wasserkraftwerke immer eine Umweltverträglichkeitsprüfung bestehen müssen, bevor sie gebaut werden dürfen.

Solarenergie lässt sich im Vergleich zu den anderen erneuerbaren Quellen einfacher mit den Zielen des Naturschutzes vereinbaren. «Wind- und Wasserkraft sind standortgebunden, die Wasserkraft ist bereits sehr stark ausgebaut. Die Stärke der Solarkraft ist, dass sie praktisch überall nutzbar ist.» Um ihr grosses Potenzial zu erschliessen, sollten aber unbedingt bereits versiegelte und verbaute Flächen genutzt werden – wie Industriedächer oder Parkplätze. «Wir befinden uns mitten in einer Klima- und Biodiversitätskrise, und die Schweiz ist schon dicht bebaut. Da ist es unsinnig, freie Flächen ungeachtet ihres ökologischen Werts für die Energiegewinnung zu nutzen.» →

Schwimmender Solarpark Lac des Toules, 2013–2019 (Pilotstruktur beim See) / 2017–2019 (Pilot und Demonstration auf dem See)
Bourg-St-Pierre VS
Lage: 1810 m ü. M.
Fläche: 2240 m²
Jahresproduktion: 800 MWh
Betreiber: Romande Energie