



Die regionale Abwasserreinigungsanlage in Biltlen GL erhielt 2021 ein PV-Dach, das eine Leistung von über 800 kW aufweist. (Foto: Solarfaltdach DHP Technology)

**Report.** Die Abwasserreinigung ist energieintensiv. Spezielle PV-Anlagen können die Eigenversorgung von Kläranlagen jedoch deutlich verbessern. **Paul Knüsel**

# Produktive Faltechnik

Abwasserreinigungsanlagen (ARA) sind einem steten Ausbaubedarf unterworfen, weil sich die Zutaten des Chemikaliencocktails laufend verändern. Zuletzt kamen Mikrosbstanzanzen aus Reinigungsmitteln und Pharmaprodukten

dazu. Um die schädlichen Spurenstoffe aus dem Wasserkreislauf zu entfernen, wurde vielerorts eine vierte Reinigungsstufe installiert. Für die chemisch-physikalischen Behandlungsverfahren investierten die Gemeinden in der



Schweiz in den letzten fünfzehn Jahren gesamthaft fast 100 Mio. Franken. Aber nicht nur das Nachrüsten der Abwasserreinigung kostet viel Geld. Zusätzliche Filter erhöhen meistens auch den Betriebsaufwand. Gemäss einer Studie des ETH-Wasserforschungsinstituts Eawag ist die vierte Reinigungsstufe derart energieintensiv, dass der Gesamtbedarf einer ARA dadurch um fast einen Drittel ansteigt. Dabei beeindruckt die Strombilanz von Kläranlagen schon heute: Würde man den durchschnittlichen Jahresverbrauch auf die an einer ARA angeschlossenen Haushalte verteilen,

könnten Letztere damit ihre Wäsche einen Monat waschen und trocknen.

### Potenzielle Kraftwerke

Der hohe Energiebedarf von Kläranlagen ist an sich – bei Behörden und in der Branche – bekannt. Das Bundesamt für Energie (BFE) und der Verband Schweizer Abwasser- und Gewässerschutzfachleute machten mit dem Leitfaden «Energie in ARA» auf Optimierungsmöglichkeiten aufmerksam und formulierten vor über fünfzehn Jahren Richtwerte für die Energieeffizienz und die Eigenproduktion. Ergänzend dazu durchleuchtete das Bundesamt für Umwelt die über 800 kommunalen Anlagen in der Schweiz und stiess auf folgendes Verbesserungspotenzial: «Bei der Abwasserreinigung könnte ein Fünftel des Stromverbrauchs eingespart werden.» Tatsächlich gelten kommunale oder regionale Kläranlagen als «Grossverbraucher», sobald der reguläre Bedarf 0,5 GWh Strom pro Jahr übertrifft. Diese Kategorie bedeutet, dass Kantone gesetzlich verbindliche Energieziele vorgeben können. Zürich erarbeitet derzeit beispielsweise einen Massnahmenplan, der die Energieeffizienz und die lokale Energieproduktion, abgeleitet auf ARA-Standorte, steigern soll. Ein Ertragspotenzial ergibt sich teilweise aus der Abwasserbehandlung selbst. Klärgas, das beim Vergären von Faulschlamm entsteht, steht Anlagen als Brennstoff für ihre Blockheizkraftwerke (BHKW) zur Verfügung. Schweizweit werden dadurch bereits 200 GWh/a Energie, in Form von Wärme und Strom erzeugt. Der kleinere Anteil ist Wärme: Sie wird auf einer ARA etwa zum Heizen von Büros und/oder zum Trocknen von Klärschlamm genutzt. Im Vergleich dazu fallen die Stromerträge höher aus; auch sie dienen hauptsächlich der Eigenversorgung.

### Eigenversorgungsgrad von 33%

Die 60 Kläranlagen im Kanton Zürich können durchschnittlich ein Drittel ihres Strombedarfs dank Klärgas-BHKW selbst decken, wie eine Erhebung vor zwei

Jahren ergab. Das entspricht in etwa dem vom Bund formulierten Richtwert für die Eigenversorgung. Doch der Kanton schätzt, dass eine Verdoppelung möglich wäre, wenn die Solarenergie an diesen Standorten zusätzlich genutzt wird. Auch der Kanton Aargau ist davon überzeugt, dass ARA-Bauten und das Werksgelände solartauglich sind. Der Online-Solarkataster des Kantons informiert deshalb darüber, wie gut sich Klärbecken oder Gewächshäuser als PV-Standorte eignen. Tatsächlich bauen immer mehr ARA-Betreiber ihre Kläranlagen in kleine Kraftwerke um und installieren ein in der Schweiz erfundenes PV-Dachsystem.

### Pilotanlage in Chur

Vor acht Jahren wurde mit finanzieller Förderung durch den Bund eine Pilot- und Demonstrationsanlage in der ARA Chur entwickelt. 2019 erhielt die Erfindung den «Watt d'Or» des BFE. Gelobt wurde, dass zur Nutzung von Solarenergie weder grüne Flächen verbaut noch das Landschaftsbild beeinträchtigt werden muss. Inzwischen haben 20 weitere Anlagen in der Schweiz ein solches Solarfaltdach erhalten. Das jüngste Projekt wurde in Oftringen auf einer Anlage realisiert, die das Abwasser von sechs Gemeinden aus den Kantonen Aargau und Luzern reinigt (siehe Seite 31). Der Prototyp in Graubünden wurde inzwischen erweitert und in den kommerziellen Alltagsbetrieb überführt. Das

#### ARA mit Potenzial für die ganze Schweiz

Die Potenzialstudie «Solarstrom auf Infrastrukturanlagen und Konversionsflächen» von Energie Zukunft Schweiz (EZS) beziffert das gesamtschweizerische leistungsbezogene PV-Potenzial für Abwasserreinigungsanlagen (ARA) auf 70 bis 80 MW. Dieser Schätzung zugrunde liegen die Daten von 800 regionalen und kommunalen Kläranlagen, die mit einem Solarfaltdach im Leistungsbereich zwischen 100 kW und 1 MW ausgestattet sind.

In der EZS-Studie werden auch die Kosten prognostiziert. Der spezifische Investitionsaufwand im ARA-Bereich liegt bei 2400 Franken pro kWp. Bei den Gestehungskosten sind durchschnittlich etwa 16 Rappen pro kWh zu erwarten.

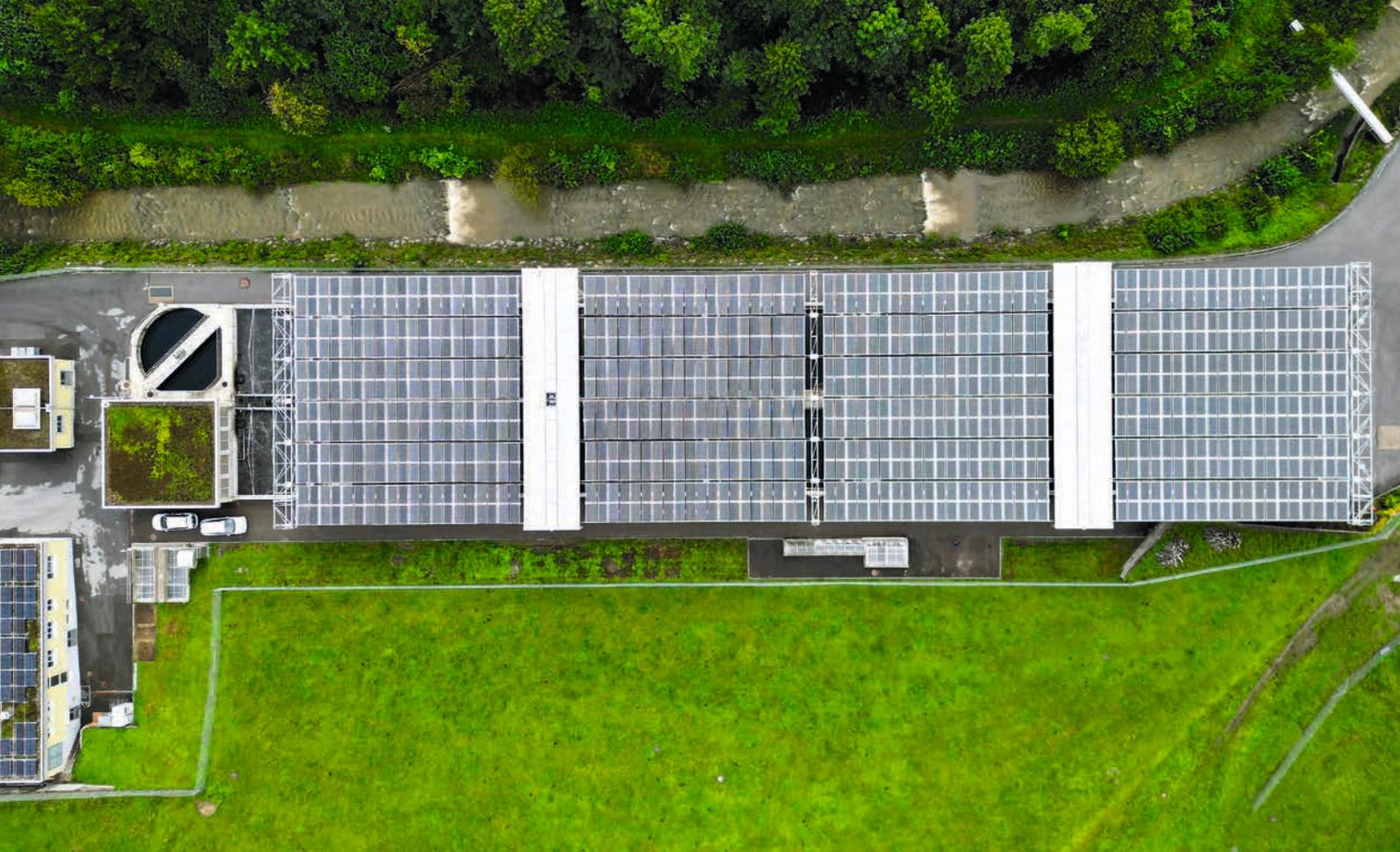
Ursprungsprinzip blieb jedoch unverändert: Über dem Klärbecken werden Seile gespannt und daran Solarmodule aufgehängt. Diese sind untereinander mit Scharnieren verbunden, sodass sie bei Bedarf gefaltet, eingeklappt sowie ein- und ausgefahren werden können. Das Faltdach steht in der Regel auf rund 5 m hohen Stützen, damit die Klärbecken zugänglich bleiben. Die Abstände zwischen den Trageilen sind zudem so gross, dass Hebekräne weiterhin Schlamm aus den Klärbecken entnehmen können. Die Rückmeldungen aus dem Betriebsalltag sind durchwegs positiv. Das ARA-Personal schätzt die Faltdächer im Sommer als Schattenspender. Und weil auch das stehende Abwasser weniger stark besonnt wird, wird sogar die Algenbildung gestoppt.

### Modular und einfach

Das Tragsystem des Faltdachs ist modular aufgebaut, sodass Klärbecken mit unterschiedlicher Grösse damit versehen werden können. Als Mindestfläche werden herstellerseitig 1000 m<sup>2</sup> genannt. Im Vergleich zu konventionellen Solaranlagen handelt es sich bei der ARA-PV um eine gewichtsoptimierte Konstruktion. Die Solarmodule sind mit Kunststoffolie und nicht mit Glasscheiben geschützt. Statische Anpassungen braucht es nur in Ausnahmefällen, sodass die Stützen jeweils direkt auf die Beckenkronen gesetzt werden können. Die Faltechnik schützt die Solarmodule bei Bedarf vor Sturm oder Hagel. Die Steuerung ist an Wetterdaten gekoppelt, wobei das Ein- oder Ausfahren automatisiert oder manuell ausgeführt wird. Bei Schneefall sorgt dieser Mechanismus dafür, dass Kläranlagen auch in höheren Lagen ganzjährig Strom erzeugen können.

### Energiemanagement möglich

ARA-Betreiber, die schon länger Strom mit einem Faltdach erzeugen, beginnen die vielfältigen Möglichkeiten eines lokalen Energiemanagements auszuloten. Die Koordination dient dazu, dass



sich die Erträge aus Photovoltaik und BHKW ergänzen und nicht konkurrieren. Im Gegensatz zur sonnenabhängigen Stromproduktion kann das Verbrennen von Klärgas fast nach Belieben gesteuert werden. Bisweilen werden Kläranlagen mit Gasspeichern ausgerüstet, um Strom in einem BHKW über Nacht produzieren zu können. Trotz eigener Energiequellen und eines hohen Eigenbedarfs: Überschüssiger PV-Strom wird auch auf einer ARA zeitweise ins Netz eingespeist respektive fehlende Energie daraus bezogen. Ein autarker Betrieb rund um die Uhr wird sowieso nirgends angestrebt. Um den Klärbetrieb aus gewässerschutzrechtlichen Gründen jederzeit zu gewährleisten, bleibt der Anschluss an ein Stromnetz für Kläranlagen unerlässlich. Die bestehenden Anschlusskapazitäten sind sogar so hoch, dass der Zusatzbedarf für die lokale Stromproduktion meistens genügt.

### **Eigenversorgung bevorzugt**

Der ARA-Eigenbedarf macht den lokalen PV-Ausbau wirtschaftlich interessant. Was selbst produziert wird, muss nicht extern erworben werden. Effektiv ist der Produktionspreis für Faltdach-Strom in den meisten Regionen niedriger, als wenn dafür externer Strom zum Lokaltarif bezogen wird. Der Hersteller quantifiziert die Gestehungskosten auf maximal 20 Rappen pro kWh, wobei Anlagengrösse und Einstrahlungsgrad die wesentlichen Einflussfaktoren sind. Die Potenzialstudie im Kanton Zürich beziffert die Kosten auf 12 bis 16 Rappen pro kWh, basierend auf der Auswertung mehrerer realisierter Solarfaltdächer. Insofern ist die positive Haltung der nationalen Energiebehörde nachvollziehbar. Das BFE ist überzeugt, dass die meisten ARA der Schweiz für den PV-Ausbau geeignet sind. ■

Ansicht der PV-Konstruktion über den Klärbecken in der Abwasserreinigungsanlage von Herisau AR. (Foto: Solarfaltdach DHP Technology)

## 67% Eigenversorgung

Die ARA Eich reinigt das Abwasser der drei Zürcher Gemeinden Bassersdorf, Nürensdorf und Lindau mit gesamt-haft über 20 000 Einwohnenden. An die regionale Kläranlage sind weitere Gewerbe- und Industriebetriebe angeschlossen, sodass jährlich über 3 Mio. Kubikmeter Abwasser zu behandeln sind. Die jährlich kontrollierte Reinigungsleistung erreicht bei den meisten Schadstoffen über 90 %, was deutlich über dem gesetzlichen Minimum liegt. Periodisch überprüft wird auch das Ergebnis der lokalen Energieproduktion. Das Blockheizkraftwerk erzeugt jährlich rund 360 000 kWh Strom. 2020 wurden zudem drei der vier Klärbecken mit PV-Faltdächern versehen, die auf der Fläche eines halben Fussballfelds (3500 m<sup>2</sup>) zusätzlich 300 000 kWh Solarstrom erzeugen. Der Eigenversorgungsgrad erhöhte sich dadurch auf 67 %, was nicht nur am Ausbau der Eigenproduktion liegt. Der Energiebedarf für die technischen An-

lagen – Pumpen, Belüfter, Förderschnecken oder Rechen – konnte in den letzten Jahren leicht gesenkt werden. Der spezifische Stromverbrauch betrug im vorletzten Berichtsjahr 48 kWh/Einwohner. Die Betriebseffizienz ist weiter zu verbessern, um den Richtwert des Bundes, 45 kWh/Einwohner, zu erreichen. Ebenfalls gesteigert werden sollen die Erträge der lokalen Energieerzeugung, zum Beispiel durch eine Erweiterung der PV-Anlage mit einem zusätzlichen Faltdach oder durch eine Erhöhung der Kapazität des BHKW-Systems. Beide Optionen wurden für die ARA Eich überprüft; machbar ist folgendes Vorgehen: Wird das Speichervolumen für Klärgas verdoppelt, kann der Fahrplan in der zweifachen Stromproduktion optimiert werden. Bei Sonnenschein erhält das PV-Faltdach Vorrang, während sich der Gasspeicher tagsüber füllt. Erst in der Nacht wird das BHKW in Gang gesetzt und danach zur Energieerzeugung unter Vollast betrieben. Dagegen wird vorerst auf eine Solarfaltdach-Erweiterung verzichtet. Der Anschluss an die vor fünf Jahren erstellte Konstruktion wäre zu aufwendig geworden. Die Machbarkeitsstudie ergab, dass ein Betrieb von zusätzlichen eigenständigen Kleinanlagen derzeit nicht wirtschaftlich ist. ■

PV-Anlage ARA Bassersdorf	
Anlagengrösse (Leistung)	332,8 kWp (1024 Leichtbaumodule à 325 Wp)
Jahresertrag	ca. 300 000 kWh
PV-Module (Spezifikation)	SunMan
Baujahr	2020
PV-Planung	DHP Technology
Bauherrschaft/Betreiber	ARA Bassersdorf



Die Kläranlage Eich in Bassersdorf ZH nahm ihr Solarfaltdach 2020 in Betrieb. (Foto: Zweckverband ARA Bassersdorf)

## Auf 10 m Höhe

In der regionalen ARA in Oftringen wird das Abwasser wie gewohnt gesammelt und gestaut, aber danach gestapelt und getrennt behandelt. In den oberen Klärbecken wird zuerst stark verschmutztes Industrieabwasser gereinigt und danach in die Becken darunter geleitet, in denen auch Siedlungsabwasser behandelt wird. Der zweistöckige Aufbau ist zwar besonders, war aber kein Hinderungsgrund für das Solarfaltdach, das im Frühjahr 2025 installiert wurde. Im Unterschied zu vergleichbaren PV-Anlagen hängen die Solarmodule teilweise 10 m über dem Boden, wofür einzelne Tragstützen verstärkt werden mussten. Die engen Platzverhältnisse erschwerten die Realisierung des knapp 5000 m<sup>2</sup> grossen Solarfaltdachs zusätzlich. Nur der grösste Mobilkran der Schweiz schaffte es mit seinem über 100 m langen Auslegearm, die Hängekonstruktion und die Solarmodule richtig zu platzieren. Gemäss ARA-Betriebsleiter Adrian Burkart klappte die logistische Vorbereitung bestens, sodass die Montage innerhalb einer Arbeitswoche ausgeführt werden konnte. In der Planungsphase wurden zwei separate Aussenbecken als weitere Standorte geprüft. Doch die Zusatzflächen waren jeweils zu klein, um darauf Strom zu einem ebenso günstigen Preis zu erzeugen wie auf dem Hauptdach. Der Kanton Aargau fördert die Photovoltaik mit einer Solaroffensive. Das Ertragspotenzial wird für das gesamte Kantonsgebiet auf über 3 TWh geschätzt. Das Ziel ist ein kontinuierlicher Ausbau im Gebäudebereich sowie auf «nicht anderweitig nutzbaren Flächen». Zu den Massnahmen der Offensive gehört auch die Vereinfachung der Administration. ARA-Betriebsleiter Burkart staunte, wie schnell er die Baubewilligung für das Solarfaltdach von den kantonalen Ämtern erhielt. Trotz

einiger Abklärungen und der Nähe der PV-Anlage zur Autobahn und zu einer Hochspannungsleitung: «Das beschleunigte Verfahren für Solaranlagen nahm nur sechs Wochen in Anspruch.» Seit Ende April produziert das Faltdach über den Stapelbecken Strom. Erwartet wird, dass knapp ein Viertel des Eigenbedarfs dadurch abgedeckt wird. Tageszeitliche und saisonale Überschüsse werden dem Nachbarstandort zur Verfügung gestellt. Dort steht die regionale Kehrichtverbrennungsanlage, die mit der ARA im ZEV-Modell (Zusammenschluss zum Eigenverbrauch) verbunden ist. Beide Entsorgungsstandorte werden künftig energetisch stärker vernetzt. Geplant sind ein Ersatz der Kehrichtverbrennungsanlage sowie ein Ausbau der Abwärmenutzung durch ein regionales Fernwärmenetz. Erweitert wird zudem die Trocknungsanlage für Klärschlamm. Dieser wird als Brennstoff für die Zementherstellung – als Ersatz von Braunkohle – zur Verfügung gestellt. ■

### PV-Anlage ARA Oftringen

Anlagengrösse (Leistung)	905 kWp (1740 Module)
Jahresertrag	ca. 780 000 kWh
PV-Module (Spezifikation)	SunMan
Baujahr	2025
PV-Planung	DHP Technology
Bauherrschaft/Betreiber	Erzo Oftringen

Das Solardach in der ARA Oftringen kurz vor Fertigstellung. (Foto: Erzo)

