

System 2SOL: Solarstrom und Solarwärme, hocheffiziente Wärmepumpe, Erdspeicher als Saisonspeicher durch Regeneration

# Mit Solarenergie und Erdspeicher zum emissionsfreien Gebäudepark

Die Energiestrategie 2050 fordert eine Absenkung der CO<sub>2</sub>-Emissionen des Schweizer Gebäudeparks auf nahezu null. Der Weg zum emissionsfreien Gebäude führt über die Nutzung von Solarenergie und die lokale Langzeit-Speicherung von Wärme. Dies ist auch für die Bestandssanierung ein gangbarer, ökonomischer Weg.

Marc Bättschmann\*

Zwei Drittel des Gebäudeparks werden heute noch mit fossilen Energieträgern versorgt. Die Energiestrategie 2050 verlangt eine radikale Umstellung auf erneuerbare Energien. Der zur Verfügung stehende Zeitraum von 30 Jahren muss mit dem Zusammenfügen von heute verfügbaren Technologien zu sinnvollen Systemen genutzt werden, damit diese herausfordernde Aufgabe bewältigt werden kann.

## Abhängigkeit vom Ausland reduzieren

Dass der Gebäudepark in absehbarer Zeit entkarbonisiert werden muss, ist nicht nur im Hinblick auf umweltpolitische Forderungen und Klimaschutz wichtig, sondern auch in Bezug auf die Versorgungssicherheit und die zukünftige Wirtschaftsleistung unseres Landes. Für den Import von Erdöl fließen jährlich 12-15 Milliarden Franken ins Ausland. Gemäss einer Studie der Schweizerischen Energiestiftung aus dem Jahr 2014 verbraucht die Schweiz 250 000 Fässer Erdöl pro Tag. Das sind täglich 5 Liter pro Person. Ein grosser Teil davon wird für die Wärmeversorgung von Gebäuden verbrannt. Der massive Geldabfluss ohne lokale Wertschöpfung ist nicht nur wirtschaftspolitisch unerwünscht. Auch die grosse Auslandsabhängigkeit für die Deckung unseres Energiebedarfs ist als kritisch einzustufen, da unsere Lieferanten teilweise politisch instabil oder unberechenbar sind. Eine konsequente Umstellung auf lokale Nutzung von Solarenergie würde diese Abhängigkeit stark vermindern.

## Herausforderung Bestandssanierung

Die grösste Herausforderung für die Entkarbonisierung des Schweizer Gebäudeparks liegt weniger beim Neubau als bei der Bestandssanierung. Über 80% der Schweizer Gebäude wurden vor 1980 erstellt oder letztmals saniert. Aufgrund der Lebenszyklen von Immo-

bilien ist klar, dass in den nächsten zehn Jahren beim grössten Teil des Gebäudeparks Entscheidungen über die Art und das Ausmass der Sanierung anstehen. In diesem Zusammenhang muss man sich bewusst sein, dass Entscheidungen,

**Es muss sichergestellt werden, dass der Bedarf an zugeführtem Winterstrom tief gehalten wird.**

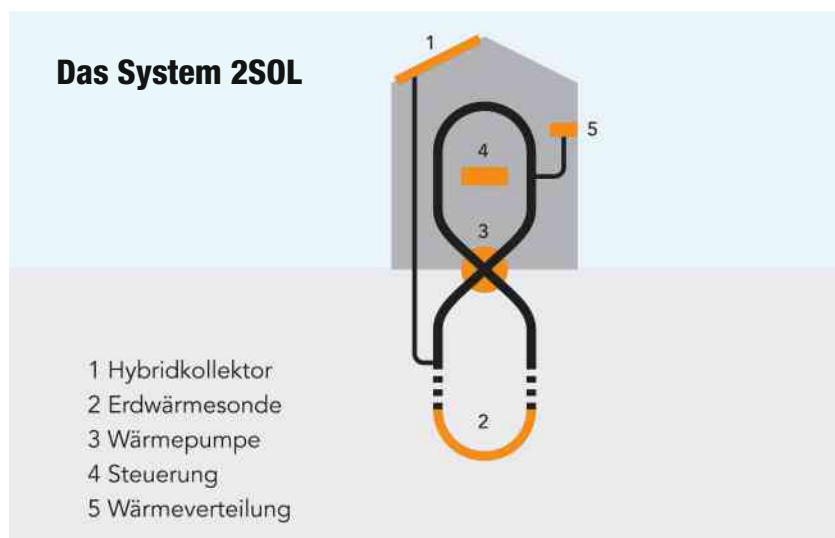
die heute getroffen werden, nur aufwendig korrigierbare Auswirkungen auf den CO<sub>2</sub>-Ausstoss von Gebäuden in den nächsten 30 Jahren haben.

Bei der Sanierung ist die Reduktion des Wärmebedarfs in einem ökonomisch vertretbaren Rahmen meist nur in ei-

nem gewissen Ausmass möglich. Und im Falle von erhaltenswerter Architektur sind allzu massive Eingriffe in die Fassade oft unerwünscht und manchmal aufgrund der Bauphysik nur sehr beschränkt möglich. Folglich muss mehr Wert auf eine hohe Effizienz der Wärmeerzeugung gelegt werden. Die technische Abstimmung sowie die ökonomische Abwägung von Massnahmen in Gebäudehülle und -technik sind entscheidend. Es muss insgesamt sichergestellt werden, dass der Bedarf an zugeführtem Winterstrom tief gehalten wird, ohne dabei Abstriche beim Komfort für Bewohner und Nutzer der Gebäude zu machen.

## Der Hauptenergielieferant kostenloser und sauberer Energie: die Sonne

Ein wichtiger Pfeiler für die Einbindung einer möglichst grossen Menge erneuerbarer Energien ist eine tiefe elektrische



Das System 2SOL erntet grosse Mengen an lokal verfügbarer Solarenergie in elektrischer und thermischer Form und nutzt das Erdreich als saisonalen thermischen Speicher. Die nachhaltige Bewirtschaftung des Erdreichs durch Regeneration schafft die Grundvoraussetzungen für eine langfristig hocheffiziente Bereitstellung der Nutzwärme mit einer Wärmepumpe im Niederhubsystem. Daraus resultiert ein äusserst tiefer elektrischer Leistungsbedarf aus externen Quellen, was insbesondere während den intensivsten Heizperioden ohne ausreichend lokale Solarstrahlung von grosser Bedeutung ist für die Versorgungssicherheit.

Versorgungsleistung von Gebäuden - und das auch während der kritischen Zeit im Winter, wenn die Solarstrahlung gering ist. Das kann nur mit einer hohen Energieeffizienz der Energieerzeugung erreicht werden. Nur wenn das Gebäudetechniksystem als Ganzes optimiert und ausgelegt wird, kann es den geforderten Effizienzgrad erreichen. Quelle für die Versorgung von Gebäuden mit Wärme und Strom ist die Sonne. In zukunftsfähigen Systemen wird das Gebäude mit über 85 % lokaler solarer Ernte versorgt.

#### Das Problem: Ernte und Ertrag sind zeitverschoben

Sonne tritt, wie andere erneuerbare Energien auch, stochastisch auf. Ernte und Bedarf sind also meist zeitversetzt. Zum Zeitpunkt des grössten Wärmebedarfs ist das Angebot ungenügend. In Zeiten des grössten Angebots ist der Bedarf hingegen klein. So stellt sich die Frage: Wie kann es mit den heute vorhandenen Technologien gelingen, genügend Energie zu speichern und sie dem Gebäude, bzw. seinen Bewohnern und Nutzern, bedarfsgerecht zur Verfügung zu stellen? Dass dabei die Frage nach der Wirtschaftlichkeit auch eine Rolle spielt, versteht sich von selbst.

#### Die Lösung: Nutzung des Erdreichs als saisonalen Speicher

Ein Energie- und Gebäudetechniksystem, das die auf dem Gebäude eintreffende solare Energie in Form von Strom und Wärme und das Erdreich als Wärmespeicher nutzt, ist 2SOL. Im System 2SOL wird Wärme über eine Erdwär-

## Das Erdreich wird saisonal regeneriert und nachhaltig bewirtschaftet.

mesonde nicht nur aus dem Boden geholt und ins Gebäude transportiert, es leitet in Zeiten übermässigen Ertrags die Wärme auch ins Erdreich. Dadurch wird das Erdreich saisonal regeneriert und nachhaltig bewirtschaftet. Es kühlt selbst langfristig gesehen nicht aus. Dies ist insbesondere in dichtbesiedelten Gebieten sehr wichtig, da sonst auf Dauer durch den permanenten Energieentzug das Erdreich auskühlt und so die Sys-

temeffizienz sinkt. In eine umfassende Betrachtungsweise gehören auch die Auswirkungen auf das angrenzende Grundstück.

#### Die Hauptkomponenten von 2SOL

Neben dem Hybridkollektor (PVT, erntet Solarstrom (PV) und Solarwärme (Thermie) auf derselben Fläche) und der Erdwärmesonde ist die Wärmepumpe

## Die künftige strombasierte Wärmeversorgung bedingt Systemwirkungsgrade (COP) von ca. 7 am kältesten Tag des Jahres.

eine der zentralen Komponenten des 2SOL-Systems. Durch das gut abgestimmte Zusammenspiel der Komponenten wird sichergestellt, dass dem Gebäude jederzeit und bedarfsgerecht genügend Strom und Wärme zur Verfügung steht.

Der für den Betrieb der Wärmepumpe benötigte Strom wird grösstenteils durch die PVT-Anlage des Gebäudes produziert. Die geerntete Solarwärme wird zur Regeneration des Erdreichs eingesetzt. Ein positiver Nebeneffekt: Durch den Abtransport der Wärme von den Hybridkollektoren erhöht sich deren Effizienz bei der Stromerzeugung. Zu Zeiten, in denen nicht genügend Solarstrahlung auf die PVT-Anlage wirkt, muss Strom ausserhalb der Systemgrenze, d.h. vom Netz, zugeführt werden. Wenn der zugekaufte Strom aus erneuerbaren Quellen stammt, gilt das Gebäude als emissionsfrei. Dazu können auch zusätzlich Batterien eingesetzt werden, um so den Eigenstromanteil zu erhöhen.

#### Hohe Systemeffizienz als Voraussetzung für maximale Versorgungssicherheit

Damit das Schweizer Stromnetz auch an den kältesten Tagen des Jahres nicht überlastet wird und die Versorgungssicherheit jederzeit gewährleistet werden kann, sind die einzelnen Komponenten des Systems 2SOL so aufeinander abgestimmt, dass das System äusserst effizient arbeitet. Nicht die Jahresarbeitszahl der Wärmeerzeugung ist die relevante Betrachtungsgrösse, entscheidend ist

die Leistungseffizienz des Gesamtsystems. Die strombasierte Wärmeversorgung einer grossen Anzahl Gebäude und deren Versorgungssicherheit bedingt Systemwirkungsgrade (COP) von ca. 7 am kältesten Tag des Jahres, was bei 2SOL der Fall ist.

#### Die Energiewende ist mit vorhandenen Technologien realisierbar

Mit den bereits heute vorhandenen und erprobten Technologien kann die Energiewende gelingen. Doch aufgrund der grossen Vielfalt an Ansätzen und Produkten, der spezifischen Charakteristiken der jeweiligen Technologien und deren sinnvollen Kombination bei korrekter Abwägung baulicher und technischer Massnahmen verlieren selbst Fachleute oft den Überblick. Nur wenige wissen tatsächlich, welche Produkte sich gut miteinander kombinieren lassen und einen zuverlässigen und effizienten Betrieb sicherstellen. Sorgfältig abgestimmte Gesamtsysteme sind also gefragt.

Das System 2SOL wird bereits in zahlreichen Gebäuden unterschiedlichster Grösse und Nutzungsform, im Neubau wie auch bei Sanierungen eingesetzt. Gerade im Sanierungsfall sind die An-

## In zukunftsfähigen Systemen wird das Gebäude mit über 85 % lokaler solarer Energie versorgt.

forderungen oft komplex. So ist eine Kernsanierung meist nicht erwünscht. Sei es, weil das Gebäude während der Umbauarbeiten bewohnt bleiben soll oder weil einzelne energetische Sanierungsmassnahmen erst kürzlich durchgeführt wurden und Bauteile noch nicht am Ende ihres Produktlebenszyklus stehen. Die Sanierung eines Mehrfamilienhauses in Feldmeilen ist ein gutes Beispiel (vgl. hier nachfolgenden Artikel) stellvertretend für zahlreiche Gebäude in der Schweiz, die in den nächsten Jahrzehnten saniert werden müssen.

#### Fazit

Ganzheitlich betrachtet überflügeln emissionsfreie Wärmeerzeugungssysteme die anderen Technologien bei wei-

**Die künftigen Kosten können auf lange Zeit zuverlässig kalkuliert werden.**

**Die vergleichsweise höheren Investitionskosten sind über den gesamten Lebenszyklus vorteilhafter.**

tem, insbesondere bei den ökologischen Aspekten, der gesellschaftlichen Tragbarkeit und der volkswirtschaftlichen Betrachtung. Bei einer umfassenden ökonomischen Lebenszyklusberechnung schneiden die auf erneuerbaren Energien basierenden Gebäudetechnik-

systeme ebenfalls besser ab. Da bei ihnen die Energiekosten entfallen, können die zukünftigen Kosten auf lange Zeit zuverlässig kalkuliert werden, was eine Grundvoraussetzung für eine sichere Investition ist. Die vergleichsweise höheren Investitionskosten sind jedoch ein Fakt. Diese können mittels Energie-Contracting einem Dritten übertragen werden. Es spricht somit alles für den Einsatz umweltfreundlicher und innovativer Gebäudetechniksysteme wie 2SOL. Mit dem Einsatz eines effizienten, gut abgestimmten Gesamtsystems wie dem Energiesystem 2SOL ist die Entkarbonisierung des Schweizer Gebäudeparks möglich. ■

*\* Marc Bättschmann ist Geschäftsführer des nicht gewinnorientierten Vereins Allianz 2SOL.*

[www.2SOL.ch](http://www.2SOL.ch)

#### Die Allianz 2SOL

Das System 2SOL wurde von innovativen Unternehmen aus der Gebäudetechnik, Industrie und Bauwirtschaft entwickelt nach einem Konzept von Hansjürg Leibundgut, ETHZ-Professor für Gebäudetechnik. Gemeinsam treiben sie als Allianz 2SOL die nachhaltige Reduktion von CO<sub>2</sub>-Emissionen des Schweizer Gebäudeparks voran.

2SOL-Mitglieder sind aktuell z.B. Amstein+Walthert, BS2, EKZ, Halter, Honeywell, Hoval, Siemens, Taconova, Viessmann, Wesco und Weitere (siehe 2SOL-Website).

Die Allianz unterstützt Bauherren, Architekten, Planer, Installateure und andere Interessierte bei der Realisierung von 2SOL-Projekten. Neben einer Vereinsmitgliedschaft bietet die Allianz Architekten, Planern und Installateuren auch die Kooperationsmöglichkeit 2SOLexp an.

Allianz 2SOL, Tel. 044 275 25 10  
[www.2SOL.ch](http://www.2SOL.ch)

2SOL-Fallbeispiel: Doppelmehrfamilienhaus Ländisch in Feldmeilen

## Herausforderung Bestandsanierung

Die beiden aneinander gebauten Mehrfamilienhäuser aus dem Jahr 1975 wurden ursprünglich mit elektrischer Heizung und Warmwasserbereitung versorgt. Im Rahmen der Sanierungsmassnahmen nach dem Konzept 2SOL wurde die Elektroheizung im Herbst 2016 ersetzt.

Marc Bättschmann, Allianz 2SOL

■ Die Bauherrschaft legte bei der Sanierung ihrer Liegenschaft Wert auf eine auf erneuerbaren Energien basierende Gebäudetechnik und auf den Erhalt der Bausubstanz, insbesondere der noch nicht abgeschriebenen sanierten Bauteile aus jüngerer Vergangenheit. Sie stiess bei der Suche nach einem geeigneten Energiesystem auf 2SOL und beauftragte ein 2SOL-Mitglied mit der Konzeptprüfung. Über dynamische Simulationen mehrerer Varianten und Machbarkeitsuntersuchungen wurde eine optimierte Dimensionierung des 2SOL-Gesamtsystems festgelegt. Dabei konnte nachgewiesen werden, dass bei 2SOL die Wirtschaftlichkeit gegenüber einem konventionellen Erdwärmesondensystem, das keine Regeneration des Erdreichs vorsieht, vorteilhafter ist.

#### Sorgfältige Auslegung wichtig

Die korrekte Dimensionierung der wichtigsten Systemkomponenten (Erdwärmesonden, Hybridkollektoren, Wär-



160 m<sup>2</sup> Hybridkollektoranlage auf dem Mehrfamilienhaus-Flachdach.





**Rudolf Pfenninger, Miteigentümer und Vertreter der Bauherrschaft.**

mepumpe, Warmwasserbereitung und Wärmeübergabeelemente) von 2SOL-Systemen bildet stets die entscheidende Grundlage für einen hocheffizienten Betrieb der Gesamtanlage. So natürlich auch im Fall der Sanierung in Feldmeilen. Aus diesem Grund wurden die Komponenten anhand von Simulationen sorgfältig ausgelegt und das Gesamtsystem mittels Variantenstudien für dieses spezifische Objekt optimiert.

#### Nachhaltigkeit des Gesamtsystems

Aufgrund der Anforderung, die Bausubstanz weitgehend zu erhalten, stand nicht die absolute Minimierung des Energiebedarfs, sondern die Nachhaltigkeit des Gesamtsystems im Vordergrund. Die elektrische Heizwärmeversorgung aus den 70er-Jahren wurde ausgetauscht. Dies brachte in dem während der Sanierungsarbeiten stets bewohnten Objekt grosse Herausforderungen mit sich, insbesondere deshalb, weil keine hydraulische Wärmeverteilung vorhanden war. Um künftig die Wärme an die neuen, hocheffizienten und grosszügig dimensionierten Radiatoren zu leiten, wurde die Wärmeverteilung an der Fassade, unter der neuen Dämmebene, angebracht.

Spezielle Technikflächen standen in dem bisher rein elektrisch beheizten Gebäude nicht zur Verfügung. Deshalb wurden die neuen technischen Anlagen wie Wärmepumpe, Pufferspeicher, Solarstation und Erdwärmesondenverteiler in der Tiefgarage an unterschiedlichen und strategisch ausgewählten Orten montiert. Hier konnte von den

Vorzügen eines sehr kompakten Gebäudetechniksystems profitiert werden.

#### Die baulichen Sanierungsmassnahmen

Die bauliche Sanierung umfasste die Dämmung der Fassade mit 22 cm Mine-

**«Dass das Konzept absolut richtig ist, davon bin ich nach wie vor überzeugt»**

**Rudolf Pfenninger**

ralwolle, die Dämmung der Kellerdecken, den Austausch der Eingangstüren und die Dachsanierung. Letztere wurde vorgezogen durchgeführt, um nicht vor Ablauf der Lebensdauer der Hybridkolektoranlage diese für eine spätere Dachsanierung rückbauen zu müssen. Aussagen der Bauherrschaft zufolge sind die Mieterinnen und Mieter sehr zufrieden mit dem Plus an Komfort, das



**MFH Ländisch in Feldmeilen, nach der Modernisierung.**

durch das neue Heizsystem entstanden ist. Was die Bauherrschaft über die Sanierung und über 2SOL sagt, erfahren wir im Interview mit Rudolf Pfenninger, Miteigentümer und Vertreter der Bauherrschaft:

*Nachdem Sie bei Ihrer Internet-Recherche auf 2SOL gestossen sind, welches waren die nächsten Schritte für die Evaluation ihres künftigen Gebäudeenergiesystems?*

**Rudolf Pfenninger:** Nachdem wir die 2SOL-Website angesehen hatten, haben wir das 2SOL-Seminar im November 2015 besucht. Denn wir wussten noch nicht viel darüber. Nach dem Seminar war uns klar: 2SOL kam in die engere Wahl. Und: Wir müssen eine Studie durchführen lassen, um zu prüfen, ob 2SOL für unser Bauvorhaben tatsächlich möglich ist.

*Mussten Sie zwischen baulichen und technischen Massnahmen abwägen?*

Es lag beispielsweise nicht drin, ein Minergie-Gebäude aus unserem zu machen. So konnten wir auch kein aktives

Lüftungssystem einbauen. Das haben wir selbstverständlich geprüft. Wir wären gerne auf den Minergie-Standard gegangen. Aber das setzt ein Lüftungssystem voraus. Das wäre nur mit einem sehr grossen Eingriff in die bewohnten Wohnungen möglich gewesen. Für uns war es das allererste Ziel, dass die Mieter in den Wohnungen bleiben konnten. Wir haben ein sehr gutes und nettes Verhältnis zu allen Mietparteien. Wenn man Lüftungskanäle hätte einbauen müssen, wäre das eine sehr grosse Beeinträchtigung für die Bewohner gewesen, mit sehr viel Lärm und Schmutz.

## Die Komponenten wurden anhand von Simulationen sorgfältig ausgelegt.

Eine weitere Massnahme, die wir gerne getroffen hätten, war leider auch nicht möglich: Bodenheizung. Das hätte vorausgesetzt, dass alle Wohnungen leer sind. Ein grosser Vorteil von Bodenheizungen ist, dass man eine tiefere Vorlauftemperatur hat.

*Die Simulationen mit Lebenszyklus-/Lebenskostenanalyse haben u.a. die verschiedenen Kostenstrukturen aufgezeigt. Bei 2SOL liegen die Initialkosten meist etwas höher als bei anderen Energiesystemen. Was haben die Berechnungen und Vergleiche der Lebenszykluskosten gezeigt?*

Die Amstein+Walthert AG hat natürlich Kostenberechnungen durchgeführt und uns die zu erwartenden Kosten aufgezeigt. Und konnte uns überzeugen, dass man mit 2SOL langfristig besser fährt, weil man im System 2SOL mit der Wärmepumpe die bessere Jahresleistungszahl erreicht und dadurch weniger Strom benötigt.

*Ist es richtig, dass Sie in Ihr Gebäudetechniksystem ein Monitoring, ein Überwachungssystem, integriert haben?*

Ja. Und wir finden das sehr spannend und schauen immer wieder darauf. Denn wir wollen sehen, ob alles rund läuft. Alle drei Monate bekommen wir einen schriftlichen Report im PDF-Format mit den wichtigsten Kennzahlen. Langfristig gesehen würden wir das gerne selber überwachen. Ich bin Elekt-

roingenieur und das interessiert mich natürlich. Mir geht es vor allem darum, irgendwelche Fehlfunktionen zu erkennen. Wenn eine wichtige Pumpe aussteigt, dann merkt man das sofort. Aber es könnte ja sein, dass beispielsweise die Photovoltaikanlage aussteigt. Und das würde man ohne Monitoring vielleicht lange Zeit nicht merken. ■

[www.2SOL.ch](http://www.2SOL.ch)

### Das Projekt Ländisch in Zahlen

MFH Altbau mit Stromheizung von 1975 mit EBF ca. 2000 m<sup>2</sup>

Energetische Gebäudesanierung ohne spezielle Zertifizierung

- Baulich: Fassadendämmung, Dachsanierung, Kellerdeckendämmung
- Technisch: neue Wärmeerzeugung nach 2SOL
- Neue Wärmeverteilung in der Dämmebene an der Fassade
- Neue Wärmeabgabe mit Radiatoren, Vorlauftemperatur auf 46°C ausgelegt
- Warmwasser über Frischwassertechnik mit 50°C Zapftemperatur
- Lüftungskonzept: Fensterlüftung

#### System 2SOL

- 3 x 360 m regenerierte Erdsonden (Doppel U-Rohr)
- 160 m<sup>2</sup> Hybridkollektoren:
  - 28 kWp elektrisch
  - 87 kW thermisch
  - Regenerationsgrad des Erdreichs, solarthermisch: ca. 60 % (Ziel 100 % kann bei diesem Objekt nicht erreicht werden)
  - Zeitgleicher Eigenverbrauch PV-Strom: Ziel ca. 40 %
- 2-stufige WP mit 60 kW und Regler PV-Eigenverbrauchsoptimierung
- Detaillierteres Monitoring mit Betriebsoptimierung ab Inbetriebnahme

