



SOLAR SYSTEME IM OBJEKTBAU

Ein Leitfaden
zu Planung, Umsetzung
und Betriebsführung

klima:aktiv

erneuerbare wärme





Vorwort

Die thermische Solarenergienutzung besitzt das Potenzial, zukünftig einen erheblichen Anteil des österreichischen Niedertemperaturwärmebedarfs zu übernehmen. ExpertInnen gehen hier von einem möglichen Anteil von 10% aus – und dies bereits im Jahr 2020. Damit kann nicht nur ein erheblicher Beitrag zum Klimaschutz geleistet werden, sondern es können auch zahlreiche Arbeitsplätze in Österreich neu geschaffen werden. Aus diesen Gründen zählt die Solarthermie zu den Schwerpunktsthemen, die im österreichischen Klima- und Energiefonds in den Bereichen Forschung und Entwicklung als auch in der Markteinführung forciert werden.

Der von uns eingeschlagene Weg zeigt bereits Erfolge: Erste Ergebnisse aus Projekten des Klima- und Energiefonds liegen vor, wie beispielsweise die gegenständliche Veröffentlichung.

Mit diesem Leitfaden steht ein wichtiges Instrument zur breiten Umsetzung solarthermischer Anlagen in neuen Anwendungsgebieten zur Verfügung. Für den Klima- und Energiefonds bedeutet dies aber auch, dass die Technologie Solarthermie wieder einen Schritt weiter in den Markt kommt. Ich wünsche Ihnen viel Kreativität und Energie bei der Umsetzung Ihrer Solarprojekte.

DI Theresia Vogel

Geschäftsführung Klima- und Energiefonds

Solarsysteme im Objektbau

Marktentwicklung

Thermische Solarsysteme sind mittlerweile zu einem fixen Bestandteil in der Wärmeversorgung von Objektbauten geworden. Dies beweisen tausende Anlagen in den Anwendungsbereichen Geschoßwohnbau, Hotellerie- und Gastgewerbe, Sport- und Freizeitanlagen, Krankenhäuser, Pflege- und Betreuungseinrichtungen, Landwirtschaft, gewerblich genutzte Gebäude etc. im täglichen Betrieb. Entscheidend für diese Entwicklung ist einerseits die hohe Akzeptanz von Solarenergienutzung bei den Nutzern und andererseits die hohe Leistungsfähigkeit von thermischen Solarsystemen, was sich angesichts der Entwicklung bei den Preisen für fossile Energieträger unmittelbar in betriebswirtschaftlichen Vorteilen niederschlägt.

Systemeffizienz und Qualitätssicherung

Voraussetzung für die Ausschöpfung der zahlreichen Systemvorteile ist aber ein gesicherter und effizienter Betrieb des Systems über die Lebensdauer von mindestens 25 Jahren hindurch. Gerade bei Solarsystemen, die immer bivalent in Verbindung mit konventionellen Kesselanlagen betrieben werden, wird mangelnde Effizienz oder gänzlicher Betriebsausfall immer durch die Hauptheizungsanlage kompensiert und deshalb von den Verantwortlichen häufig nicht bzw. entsprechend zeitverzögert registriert. Die Folge daraus ist, dass Solarsysteme hinsichtlich des spezifischen Solarertrags oder des solaren Deckungsgrades unter den Erwartungen bleiben. Um dem entgegen zu wirken lohnt es sich gerade bei größeren Solaranlagen, Maßnahmen zur Effizienzsteigerung sowohl in der Planungsphase, der Umsetzungsphase als auch im Anlagenbetrieb voll auszuschöpfen.

Hintergrund dieser Broschüre

Diese Broschüre soll einerseits Möglichkeiten zur Effizienzsteigerung von thermischen Solaranlagen im Objektbau aufzeigen und andererseits Tipps bei der Umsetzung in die Praxis geben. Dabei versteht sich die Broschüre als Ergänzung zu aktuellen Normen, Richtlinien und Planungshandbüchern, kann aber eine detaillierte Planung künftiger Anlagen nicht ersetzen.

▼ *Solarthermische Anwendungen in Kindergärten (Bildquelle: Büro Reinberg), in der Gastronomie und im Geschoßwohnbau*



Höchste Systemeffizienz als zentraler Erfolgsfaktor

Um die Effizienz von Solarsystemen in der Wärmeversorgung von Geschosswohnbauten beurteilen zu können, bedarf es der Berücksichtigung mehrerer Faktoren. Gilt einerseits der spezifische jährliche Kollektor-ertrag ($\text{kWh}/\text{a} \cdot \text{m}^2_{\text{Kollektorfläche}}$) als Indikator für die Anlagenfunktion, so müssen andererseits bei der Interpretation aber auch die speziellen Rahmenbedingungen des jeweiligen Projektes (Dimensionierung, Südorientierung, Kollektorneigung, Jahresprofil und Temperaturniveau des Verbrauchs, Wärmeverluste im Solarsystem, Hydraulische Einbindung von konventionellen Wärmeerzeugern bzw. Wärmeverbrauchern etc.) berücksichtigt werden. Denn nur wenn die Rahmenbedingungen des Gesamtsystems es zulassen, kann das Solarsystem die prognostizierten spezifischen Solarerträge erreichen. Zusätzlich können Vorgaben und Maßnahmen des Investors (vertragliche Garantiewerte, Ertragsdokumentation etc.) die Systemeffizienz erheblich beeinflussen.

Grundsätzlich kann die energetische Effizienz von Solarsystemen in drei Phasen entscheidend beeinflusst werden:

- bei der Planung
- bei der Umsetzung
- bei der Betriebsführung

Integrale Planung als zentrales Instrument zur Steigerung der Systemeffizienz

Die Weichenstellung für einen effizienten Betrieb von Solarsystemen erfolgt bereits in der Planungsphase. Als entscheidendes Instrument hat sich hier der integrale Planungsansatz erwiesen. Das zentrale Element der integralen Planung ist die frühzeitige Einbindung aller am Projekt beteiligten Akteure (Projektentwickler, Architekt, Bauleiter, Haustechnikplaner, Installateur, betriebsführendes Unternehmen etc.). In einer frühen Phase können Schnittstellen bestmöglich gelöst sowie Synergieeffekte erkannt werden. Damit können einerseits die Systemkosten gesenkt und andererseits die Voraussetzungen für höchste Systemeffizienz geschaffen werden. Auch das ausführende Gewerbe beeinflusst Effizienz und Qualitätsstandard des Solarsystems zentral.

Besonderheiten von solarthermischen Anlagen hinsichtlich thermischer Belastung

Im Gegensatz zu konventionellen Heizungsanlagen können in Solarsystemen wesentlich höhere Temperaturen erreicht werden, die teilweise andere Anforderungen hinsichtlich Produktwahl und Verbindungstechnik mit sich bringen. So muss berücksichtigt werden, dass im und in unmittelbarer Kollektornähe bei Flachkollektoren im Stagnationszustand Temperaturen bis 220°C auftreten können (bei Vakuumröhrenkollektoren sogar bis 300°C). Im restlichen Primärkreis (also auch im Heizhaus!) ist bei Systemdrücken die zwischen 2,5 und 3 bar (absolut) liegen, mit möglichen Maximaltemperaturen von 150°C zu rechnen. Hierbei ist wichtig zu wissen, dass der Stagnationszustand bei keiner Anlage ausgeschlossen werden kann.

▼ *Solarthermische Anwendungen im kirchlichen Bereich (Bildquelle: AEE NÖ/W), in Gewerbebetrieben und in Sporteinrichtungen*



Möglichkeiten zur Steigerung der Systemeffizienz in der Planungs- und Umsetzungsphase

Dimensionierung von Kollektorfläche und Speichervolumen

Hinsichtlich des Einflusses auf die Höhe des solaren Deckungsgrades und der Investitionskosten von Solarsystemen zeigen die Kollektorfläche und das Solarspeichervolumen die größte Sensitivität. Aus diesem Grund werden nachfolgend Anhaltswerte für eine erste überschlägige Bestimmung dieser wesentlichen Eckdaten für Standardanwendungen im Geschößwohnbau (Warmwasserbereitung und Heizungsunterstützung) Warmwasserbereitungsanlagen mit Ganzjahresnutzung bzw. Warmwasserbereitungsanlagen mit Schwerpunktnutzung im Sommerhalbjahr angeführt. Diese Anhaltswerte dienen grundsätzlich nur einer ersten Abschätzung und besitzen keine Allgemeingültigkeit, da gerade die Anwendungen im Objektbau hinsichtlich der Höhe der Wärmelast und dem zeitlichen Verlauf des Lastprofils stark variieren. Eine detaillierte Dimensionierung mittels geeigneter Simulationsprogramme (z. B. TSOL, Polysun etc.) bleibt somit unerlässlich.

Darüber hinaus bleibt in der Praxis zu beachten, dass auch Förderstellen (z. B. Wohnbauförderstellen in den Bundesländern) Dimensionierungskriterien für Solarsysteme als Förderungsvoraussetzung vorgeben, die somit aus betriebswirtschaftlichen Gründen mit in die Anlagen dimensionierung einfließen sollten.

Solarsysteme zur Warmwasserbereitung und Raumheizung im Geschößwohnbau		
Jährlicher solarer Deckungsgrad	Bruttokollektorfläche	Solarspeichervolumen
ca. 20%	1,4 m ² pro Person	50 bis 70 ltr pro m ² Kollektorfläche
ca. 30%	2,4 m ² pro Person	70 bis 100 ltr pro m ² Kollektorfläche

▲ *Anhaltswerte für eine überschlägige Bestimmung der Eckdaten von Solarsystemen zur Warmwasserbereitung und Raumheizung im Geschößwohnbau (Niedrigenergiehausstandard) bei solaren Jahresdeckungsgraden am Gesamtwärmebedarf von 20 bzw. 30%.*

Solarsysteme zur Warmwassererwärmung in unterschiedlichen Anwendungen			
Jährlicher solarer Deckungsgrad	Solarer Deckungsgrad von April bis Oktober	Bruttokollektorfläche	Solarspeichervolumen
ca. 60%	ca. 75%	45 m ² pro 1.000 ltr WW-Verbrauch	50 ltr pro m ² Kollektorfläche
ca. 70%	ca. 85%	60 m ² pro 1.000 ltr WW-Verbrauch	

▲ *Anhaltswerte für eine überschlägige Bestimmung der Eckdaten von Solarsystemen zur Warmwassererwärmung mit Ganzjahresnutzung bzw. mit Nutzungsschwerpunkt im Sommerhalbjahr. Diese beziehen sich auf einen durchschnittlichen Tagesverbrauch von 1.000 ltr (von 10°C auf 60°C), zuzüglich 30% Verluste für den Betrieb einer Zirkulationsleitung nach ÖNORM B5019. Abhängig vom tatsächlichen Tagesverbrauch können die m²-Anhaltswerte näherungsweise linear hochgerechnet werden.*

Beispiel: Wenn z. B. statt eines Tagesverbrauchs von 1.000 Litern ein Tagesverbrauch von 2.500 Litern vorherrscht, dann können für einen solaren Jahresdeckungsgrad von 60% die 45 m² Kollektorfläche näherungsweise mit 2,5 multipliziert werden und man erhält in einer ersten Abschätzung die notwendige Kollektorfläche.

Neigung und Ausrichtung der Kollektorfläche

Optimale Solarerträge können mit einer Südausrichtung der Kollektorflächen erreicht werden, Abweichungen von 45° nach Osten bzw. nach Westen ergeben aber nur geringe Ertragsminderungen.

Entsprechend dem Nutzungsschwerpunkt bieten Kollektorneigungen zwischen 25° (Sommer) und 70° Kollektorneigung (Winter) günstige Rahmenbedingungen. Für den Nutzungsschwerpunkt im Winterhalbjahr ist aber auch eine 90°-Neigung (z. B. Fassadenintegration) möglich. Bei Anlagen, die auch im Sommer keine Überschüsse erzielen, liegt das jährliche Ertragsoptimum bei 30 bis 35° Kollektorneigung.

► *Dezentrale Wohnstationen ermöglichen eine hygienische Warmwasserbereitung bei gleichzeitig gesteigerter Effizienz*



Systemhydraulik – Solarsystem, konventionelle Wärmeerzeuger und Wärmeverbraucher

Ein nach dem Low-Flow Prinzip (spezifische Massendurchsätze von 10 – 20 kg/m²h) betriebenes Solarsystem in Verbindung mit einem externen Wärmetauscher, einer einfachen Einschichtlogik und nach Möglichkeit als Einspeichersystem ausgeführt, hat sich als Standardhydraulik im Objektbau etabliert. Neben dem Vorteil, dass durch die Betriebsart Low-Flow der Verrohrungsaufwand erheblich reduziert wird, können damit auch die Wärmeverluste entscheidend minimiert werden. Auch die Einbindung von konventionellen Wärmeerzeugern in den obersten Teil des Energiespeichers hat sich bei Wärmeversorgungsanlagen im Objektbau aufgrund gesteigerter Kompaktheit und hydraulischer Entkopplung bewährt. Üblicherweise kann in Abhängigkeit von Art und Weise der Wärmeverbraucher zwischen zwei grundsätzlichen Wärmeverteilungssystemen gewählt werden:

Wärmeverteilungssysteme nach dem Prinzip von Zwei-Leiter-Netzen

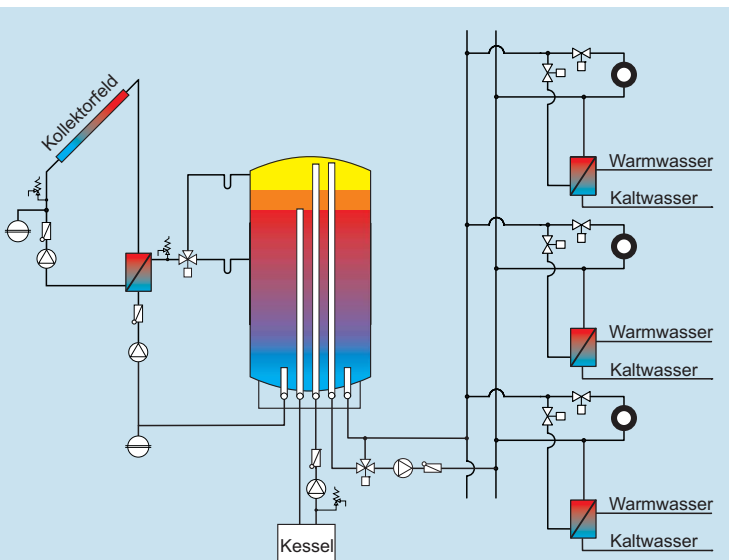
Im Geschloßwohnbau als auch teilweise im Pflegebereich haben sich in Österreich Zwei-Leiter-Netze in Verbindung mit dezentralen Wohnungsstationen durchgesetzt. Zwei-Leiter-Netze bieten den Vorteil, dass aufgrund der dezentralen Warmwasserbereitung ein Leitungspaar entfällt und durch die Bereitung im Durchflussprinzip tiefe Netzurücklauftemperaturen erreicht werden können, was einerseits günstige Rahmenbedingungen für den effizienten Betrieb von Solarsystemen schafft und andererseits die Wärmeverluste erheblich reduziert. Desweiteren besitzt die österreichische Hygienenorm ÖNORM B5019 bei Zwei-Leiter-Netzen mit Wohnungsstationen aufgrund der de-

zentralen Warmwassererwärmung keine Gültigkeit, was keine Temperaturvorgaben innerhalb des Warmwasserbereitungs- und Verteilsystems (Reduktion der Wärmeverluste bei gleichzeitiger Steigerung der Solarsystemeffizienz) und keine regelmäßigen Überprüfungen der Warmwassererwärmungsanlagen erfordert. Diese Vorteile zeigen sich direkt in reduzierten Betriebskosten für das Gesamtsystem.

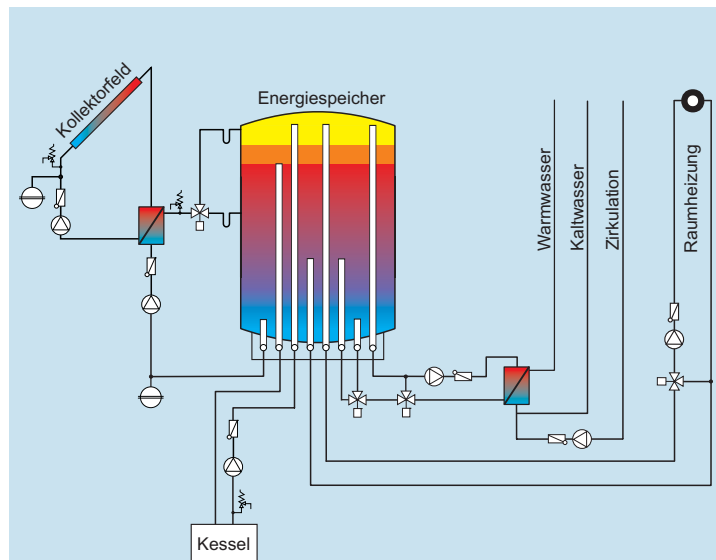
Wärmeverteilungssysteme nach dem Prinzip von Vier-Leiter-Netzen

Außerhalb der oben beschriebenen Anwendungen bilden Wärmeverteilungssysteme nach dem Prinzip von Vier-Leiter-Netzen den Versorgungsstandard. In diesem Fall versorgen zwei Leitungspaare die Verbraucher mit Raumwärme als auch mit Warmwasser. Ein entscheidender Nachteil dieses Wärmeverteilungskonzeptes ist, dass neben höheren Wärmeverlusten durch den Betrieb von zwei Leitungspaaren die Inhalte der Hygienenorm ÖNORM B5019 zum Tragen kommen. Insbesondere die definierten Temperaturvorgaben als auch die festgelegten Überprüfungsintervalle (entsprechend der Risikogruppe) bedeuten erhöhte Wärmeverluste, erhöhte Betriebskosten als auch etwas ungünstigere Rahmenbedingungen für den Betrieb von Solarsystemen. Durch angepasste Systemkonzepte, die beispielsweise auf Trinkwasserspeicher verzichten und stattdessen sogenannte Frischwassersysteme einsetzen, können die ungünstigeren Rahmenbedingungen beim Betrieb von Solarsystemen aber weitestgehend minimiert werden. Ein zentraler Vorteil von Vier-Leiter-Netzen besteht darin, dass im Gebäudebestand aufgrund der zentralen Warmwassererwärmung und der bestehenden Verteilleitungen ein Solarsystem einfach nachgerüstet werden kann.

▼ Solarunterstütztes Wärmeversorgungssystem nach dem Prinzip von Zwei-Leiter-Netzen in Verbindung mit Wohnungsstationen (siehe links) als Standardversorgungssystem im Geschloßwohnbau



▼ Solarunterstütztes Wärmeversorgungssystem nach dem Prinzip von Vier-Leiter-Netzen in Verbindung mit einer sogenannten Frischwasserstation zur zentralen Warmwassererwärmung



Kollektorverschaltung

Mit der Bezeichnung „Low Flow“ (spezifische Massendurchsätze von 10 – 20 kg/m²h) geht oft der Irrtum einher, eine „High Flow“-Kollektorverschaltung einfach mit einer kleineren Durchflussrate als üblich betreiben zu können, um hohe Kollektoraustrittstemperaturen zu erreichen. Vielfach werden die strömungstechnischen Verhältnisse im Kollektor außer acht gelassen, was zu ungleichmäßigen Strömungsprofilen, unnotwendigen Ertragsminderungen und im schlimmsten Fall zu partieller Stagnation führen kann. Kennzeichnend für eine „Low Flow“-Verschaltung sind eine große thermische Länge der parallelen Absorberrohre. Daraus resultiert in Kombination mit den für „Low Flow“ üblichen niedrigen spezifischen Massenströmen ein großer Temperaturhub innerhalb eines Kollektordurchlaufs bei gleichzeitig gleichmäßiger Durchströmung und größtenteils turbulenter Strömung.

Bei der Verschaltung größerer Kollektorflächen sollte berücksichtigt werden

- Verwendung von Großflächenkollektoren und möglichst Standardkollektoren ohne Sonderabmessungen.
- Die Druckverluste des Gesamtkollektorfeldes sollten zwischen 2 und 4 mWS betragen. Dabei ist auf eine Dominanz des Druckverlustes in den Absorberrohren im Vergleich zu den Druckverlusten in den Sammel- und Verteilleitungen zu achten (gleichmäßige Durchströmung der parallelen Stränge).
- Gleichmäßige Durchströmungen können sowohl mit Harfenabsorbern (viele in Serie geschaltete Kollektoren) als auch mit Mäanderabsorbern (große Längen der einzelnen Mäanderrohre) realisiert werden. Bei konsequenter Umsetzung können so Kollektorfelder von bis zu 100 m² mit einer Anbindungsleitung versorgt werden.
- Kollektorverschaltungen mit einer geringen Zahl an Anbindungsleitungen reduzieren den Installationsaufwand (Rohrleitungen, Dämmstoff und Montagezeit) als auch die Wärmeverluste erheblich.
- Bei großen thermischen Längen (Harfen- als auch Mäanderabsorber) kann auf die Schaltung nach Tichel-



◀ Große thermische Längen sind Voraussetzung bei „Low Flow“ Systemen und reduzieren gleichzeitig Kosten und Wärmeverluste

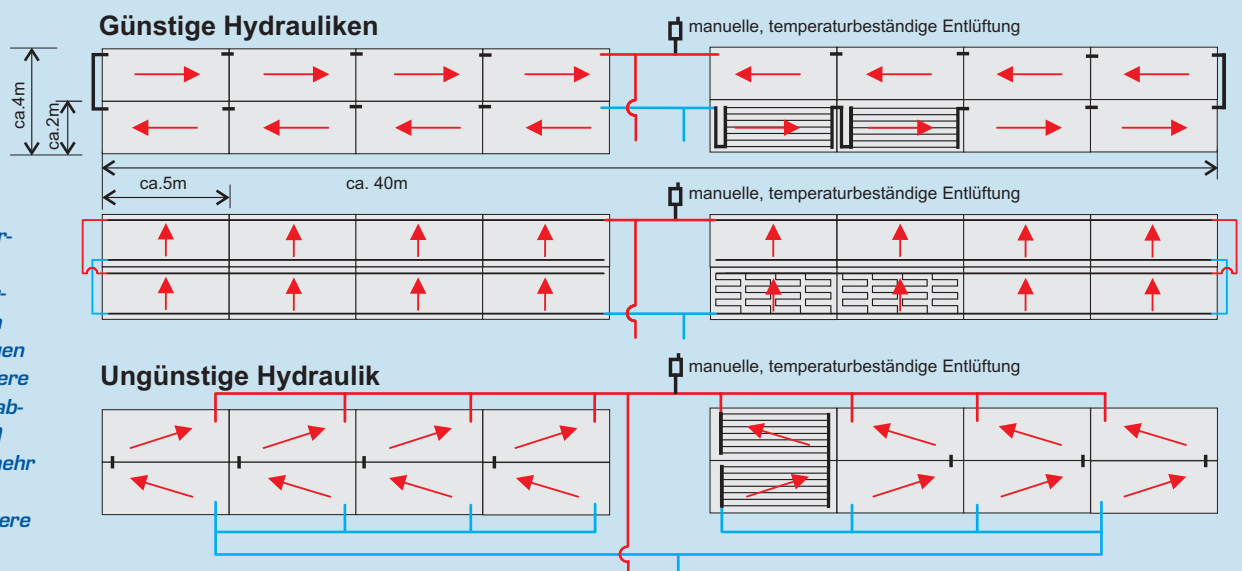


◀ Anordnung eines temperaturbeständigen manuellen Entlüftungstopfes mit entsprechendem Wärme- und Witterungsschutz

mann verzichtet und somit eine erhebliche Rohrleitungslänge eingespart werden.

- Parallelschaltungen gleich großer Kollektorgruppen mit jeweils großer thermischer Länge, erfordern keinen hydraulischen Abgleich, da der Druckverlust im Kollektor im Gegensatz zum Druckverlust in der Zuleitung dominiert. Grundsätzlich sollten Strangreguliertventile im Bereich des Kollektors aufgrund der Temperaturbelastung (bis zu 220°C bei Flachkollektoren und bis 300°C bei Vakuumkollektoren) weitestgehend vermieden werden bzw. sollten unterschiedlich große Druckverluste (z. Bsp. bei unterschiedlich großen parallelen Kollektorfeldern) über die Anbindungsleitungen kompensiert werden (Rohrnetzrechnung erforderlich!).
- Um die Temperaturbelastung des Systems im Stagnationsfall möglichst gering zu halten, ist auf ein gutes Entleerungsverhalten der Kollektorfelder zu achten.
- Die Anzahl der manuellen Entlüftungsmöglichkeiten (temperaturbeständig und gedämmt) hängt von der Konzeption der Verschaltung ab, wobei auf keinen Fall jeder Hochpunkt mit Entlüftern versehen werden muss.
- Bei parallelen Kollektorgruppen muss jede einzelne Gruppe gespült werden können. Es sind temperaturbeständige Absperrarmaturen und Verbindungstechniken (keine Hanfabdichtungen!) zu verwenden. Nach erfolgreicher Spülung müssen die Handhebel demontiert werden.

► Drei beispielhafte Kollektorverschaltungen einer dachintegrierten Kollektorfläche mit 160 m² Bruttokollektorfläche. Die oberste Hydraulik (viele Harfenabsorber seriell verschaltet) und die mittlere Hydraulik (lange Mäanderabsorberrohre) benötigen kaum externe Rohrleitungen für die Anbindung, die untere Hydraulik (wenige Harfenabsorber seriell verschaltet) benötigt etwa um 90 m mehr an Anbindungsleitungen (=> höhere Kosten und höhere Wärmeverluste).



Solarwärmetauscher

Was hinsichtlich Durchströmung für den Kollektor gilt, gilt auch für den Wärmetauscher. Wärmetauscher übertragen die gewünschte Leistung nur, wenn turbulente Strömung vorherrscht. Das bedeutet, dass auch beim Wärmetauscher bei „Low Flow“ betriebenen Anlagen große thermische Längen (bei wenig parallelen Kanälen) gefordert werden.

- Die Druckverluste sind hier ein Maß für die Durchströmung und sollten zwischen 1 und 2 mWS liegen.
- Sehr niedrige Druckverluste sind zwar hinsichtlich des Einsatzes von Pumpenergie zu begrüßen, sind aber gerade bei Wärmetauschern ein Indiz für laminare Strömung und schlechtem Wärmeübergang.
- Die mittlere Temperaturdifferenz („Grädigkeit“) zwischen den beiden heißen Anschlüssen (Vorläufe) und kalten Anschlüssen (Rückläufe) des Wärmetauschers soll gerade in Verbindung mit Solaranlagen 5 K nicht überschreiten.



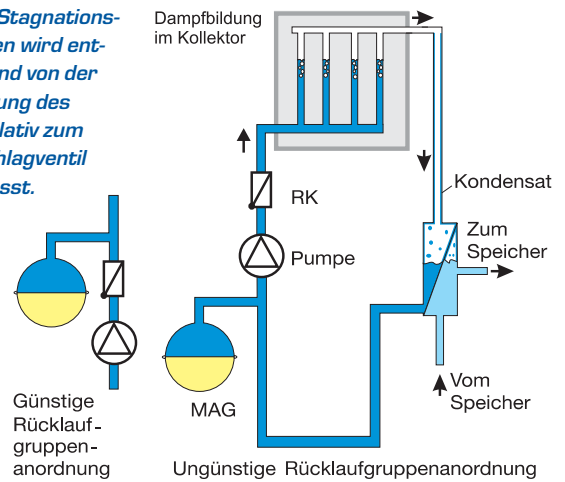
◀ *Umgekehrte Plattenwärmetauscher erzielen die nötigen thermischen Längen. Wichtig: Auch auf die Qualität der Wärmedämmung von Wärmetauschern achten*

Ausdehnungsanlage und Sicherheitseinrichtungen

Bei Solarsystemen im Objektbau wird üblicherweise sowohl die Mediumsausdehnung im Betrieb als auch die Ausdehnung in Folge von Stagnation von Membranausdehnungsgefäßen (MAG) aufgenommen. Bei solarthermischen Großanlagen, die hinsichtlich ihrer Dimensionierung nie oder nur sehr selten in Stagnation gehen, wird eine etwas andere Strategie verfolgt. Um das MAG nicht überdimensional groß planen zu müssen, wird in diesen Fällen das MAG auf die Ausdehnungen im Betrieb ausgelegt, die Ausdehnung infolge von Stagnation wird von einem Auffangbehälter (inkl. Rückfülleinrichtung) übernommen. Nachfolgende grundsätzliche Dinge gilt es bei Mediumsausdehnung und Sicherheitseinrichtungen zu berücksichtigen:

- Das Sicherheitsventil muss, das MAG sollte mit dem Kollektor unabsperrenbar verbunden werden. Des Weiteren sollte im Sekundärkreis (zwischen externem Wärmetauscher und Energiespeicher) ein Sicherheitsventil eingebaut werden.
- Nach Möglichkeit sollte das MAG von oben mit heißem Medium beaufschlagt werden.
- Das MAG ist in Bezug zum Rückschlagventil so zu positionieren, dass sich im Stagnationsfall der Kollektor in beiden Richtungen entleeren kann.

► *Das Stagnationsverhalten wird entscheidend von der Anordnung des MAG relativ zum Rückschlagventil beeinflusst.*



- Der Vordruck muss in Relation zum Systemdruck voreingestellt werden. Aus der Praxis haben sich Systemdrücke von mindestens 2,5 bar (Überdruck) in Verbindung mit um 0,5 bar geringeren Vordrücken im MAG als günstig erwiesen. Der Ansprechdruck des Sicherheitsventils sollte hierbei 6 bar betragen.
- Das Sicherheitsventil ist in entsprechender Dimension (leistungsabhängig) in Verbindung mit Ablaufleitungen auszuführen (ÖNORM EN 1268-1, ÖNORM EN ISO 4126-1). Die Ablaufleitung darf nicht reduziert werden, muss temperaturbeständig (150°C sind bei obigen Druckverhältnissen im Heizhaus möglich) sein und muss in einen glykol- und temperaturbeständigen Auffangbehälter münden, der mindestens den Kollektorzinhalt aufnehmen kann.

Wärmeträgermedium

Der Frostschutz des Glykolgemisches sollte zur Gewährleistung der Frostsicherung -18°C nicht unterschreiten. Um die wärmetechnischen Eigenschaften des Glykolgemisches nicht beträchtlich zu verschlechtern, wird ein Frostschutz von max. -25°C empfohlen. Der pH-Wert ist ein maßgeblicher Indikator für den Korrosionsschutz aller in der Hydraulik eingebundenen Komponenten. Das Glykolgemisch des Solarsystems sollte einen pH-Wert von 7,5, der Wärmeträger in der Heizungsanlage von 8,0 aufweisen (siehe ÖNORM H 5195 Teil 1 und 2).

► *Eine regelmäßige Kontrolle und Sicherstellung der Qualität des Wärmeträgermediums verlängert die Lebensdauer aller hydraulischen Komponenten sowohl im Solarsystem als auch in der konventionellen Heizungsanlage. Die pH-Wert Messung mittels Messstreifen ergab im gegenständlichen Beispiel (Wasser-Glykol-Gemisch) einen zufriedenstellenden Wert von 8.*



Regelung und Fühlerpositionierung

In solarunterstützten Zwei-Leiter-Netzen mit Wohnstationen sind die Anforderungen an die Regelung der Gesamtanlage sehr gering. Üblicherweise sind hier vier bis sechs Ausgänge (Pumpen und Ventile) zu regeln. Bei solarunterstützten Vier-Leiter-Netzen wird der Regelungsaufwand aufgrund der zentralen Brauchwassererwärmung und der zumeist größeren Anzahl an Heizkreisen höher. Standardmäßig sollte mit dem gleichen Gerät auch die Überwachung des Anlagenbetriebs erfolgen (Aufzeichnung von Temperaturen und Wärmemengen sowie die Weiterleitung von Störmeldungen). Hierzu reichen einfache freiprogrammierbare Regelungen aus, Systeme der Gebäudeleittechnik können verwendet werden, sind aber nicht unbedingt erforderlich.

Regelungskriterien für die Solaranlage

- Auf Basis einer Temperaturdifferenz (Kollektorfühler und Speicherfühler, ev. in Verbindung mit einem Einstrahlungssensor) schaltet die Primärkreispumpe ein. Ein Strahlungssensor alleine hat sich in der Praxis als nicht ausreichend herausgestellt.
- Erst wenn am Primärvorlauf (knapp vor dem Wärmetauscher) die Temperatur höher ist als die Temperatur im Speicher unten, schaltet die Sekundärkreispumpe ein.
- Für den Sekundärkreis ist bei tiefen Außentemperaturen eine Frostsicherung zu berücksichtigen, die bei Temperaturen unter 3°C am Primärvorlauf die Sekundärkreispumpe automatisch einschaltet (Alternativ: Bypassventil zwischen Vor- und Rücklauf vor dem externen Wärmetauscher im Primärkreis).
- Entsprechend des Systemkonzeptes kann ein Umschaltventil angesteuert werden, dass eine Einschichtung der Solarwärme in zwei Speicherebenen ermöglicht.
- Eine funktionierende Drehzahlregelung der beiden Solarpumpen kann eine Solaranlage grundsätzlich geringfügig effizienter machen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass in der Praxis die Drehzahlregelungen kaum so funktionieren wie sie sollten (System beginnt häufig zu schwingen!) und somit die Anlageneffizienz verschlechtern. Aus diesem Grund empfiehlt es sich die beiden Solarpumpen mit fixer Drehzahl zu betreiben. Sollte dennoch eine Drehzahlregelung umgesetzt werden, wird empfohlen, Überprüfungsprotokolle mit Möglichkeit zur Nachjustierung einzuplanen.



◀ Sowohl Speicheranschlüsse als auch Fühlerpositionen bereits auf der Produktionsskizze des Speichers fix vorgeben.

Fühlerpositionierung

Besonderes Augenmerk muss auf die richtige Positionierung bzw. die Montage von Regelungsfühlern gelegt werden. Dies betrifft gleichermaßen die Fühler im Solarsystem, wie auch alle anderen Regelungsfühler der Wärmeversorgung.

Positionierung des Kollektorfühlers

- Der Kollektorfühler muss im heißesten Kollektor am Kollektorausstritt und möglichst unbeschattet (Gebäude, Bäume etc.) angeordnet werden.
- Seitens der Kollektorhersteller werden zur Fühleraufnahme üblicherweise Fühlerröhrchen aus dem Kollektor geführt. Hierbei ist darauf zu achten, dass der Fühler auch bis ans Ende des Aufnahmeröhrchens geschoben wird und gegen Herausrutschen gesichert ist.
- Werden seitens des Regelungsherstellers größere Fühler geliefert, so ist es keinesfalls ausreichend, dass diese direkt auf die Vorlaufleitung geklemmt werden. Fühler entsprechender Größe gehören in das Fühlerröhrchen.

Positionierung von Fühlern im Energiespeicher

- Die Tauchhülsen im Energiespeicher müssen aufgrund der großen Dämmstärke verlängert werden, damit die Fühler auch nach erfolgter Wärmedämmung zugänglich sind. Weiters müssen die Fühler bis ans Ende der Tauchhülse geschoben und gegen Herausrutschen gesichert werden.
- Die richtigen Fühlerhöhen am Energiespeicher müssen bereits in der Planung festgelegt werden und sollten bereits auf der Produktionsskizze des Speichers eingetragen sein.
- Bereitschaftsvolumen im Energiespeicher nicht zu groß wählen, da einerseits der Solaranlage entsprechendes Potenzial genommen wird und andererseits die Wärmeverluste erhöht werden.

Positionierung von Fühlern in jedem hydraulischen Kreis

- Zusätzlich zu den Fühlern im Bereich der Wärmequellen und den Fühlern im Energiespeicher sollten in jedem hydraulischen Kreis im Vor- und Rücklauf die Temperaturen erfasst und über die Regelung aufgezeichnet werden
- Die Befestigung soll entweder mittels Tauchhülsen oder durch Klemmbefestigung am Rohr (aber überdämmt) erfolgen.



▶ Temperatursensoren sind gegen Herausrutschen aus der Tauchhülse zu sichern.

Minimierung von Wärmespeicherverlusten

Der Energiespeicher gilt als eine der wichtigsten Komponenten in solarunterstützten Wärmeversorgungssystemen. Um eine verlustarme Wärmespeicherung sicherzustellen, bedarf es einer entsprechenden Hydraulik und eines guten Wärmedämmstandards für Energiespeicher.

- Speichersysteme sind Mehrspeichersystemen unbedingt vorzuziehen. Einerseits sind die Wärmeverluste von Einspeichersystemen geringer (aufgrund eines günstigeren Verhältnis zwischen Oberfläche und Volumen) und andererseits sind Einspeichersysteme kostengünstiger (nicht zuletzt wegen des reduzierten hydraulischen Verbindungsaufwandes). Bei bereits bestehenden Gebäuden haben sich Platzschweißungen bzw. modulare Baukastensysteme als interessante Alternative zu Mehrspeichersystemen erwiesen.
- Verhältniszahlen zwischen Speicherhöhe und Durchmesser (H/D) sollten zwischen zwei und vier liegen. Damit wird sowohl die Anforderung an die Temperaturschichtung als auch an die Begrenzung der verlustbehafteten Oberfläche erfüllt.
- Die Dämmstärke sollte bei größeren Solaranlagen (ab 2.000 Liter Speichervolumen) mindestens 200 mm ($\lambda_{\text{Dämmung}} = 0,04 \text{ W/mK}$) aufweisen. Bei Speichergrößen unter 2.000 Liter sollten die Dämmungen zumindest den Gütesiegelkriterien des Verbandes Austria Solar entsprechen.
- Rollendämmstoffe müssen mehrlagig, stoßversetzt und voll anliegend verarbeitet werden.
- Schüttdämmungen (z. B. Zellulosefasern, Perlite etc.) in Verbindung mit Trockenbauverschlüssen haben sich hinsichtlich energetischer Effizienz und geringer Kosten bewährt.
- Speicheranschlüsse sollten lückenlos gedämmt und mit Thermosiphon ausgeführt werden.

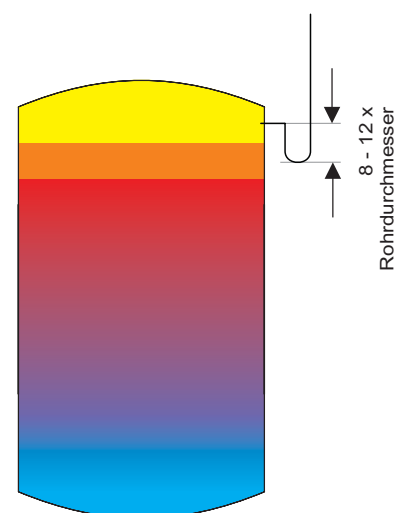


▲ Speicherdämmungen mindestens 200 mm stark und bei Rollendämmstoffen mehrlagig und fugenversetzt ausführen.



▲ Schüttdämmungen bieten in Verbindung mit Trockenbauverschlüssen eine kostengünstige und energieeffiziente Alternative.

▼ Ein Thermosiphon mit einer Tiefe von mindestens 8-fachem Rohrdurchmesser unterbindet rohrinterne Zirkulation.



◀ Fundamentabsenkung und Speichereinbringung vor dem Versetzen der Kellerdecke sind Standard im Neubau.

Minimierung von Wärmeverlusten an Rohrleitungen und Armaturen

Um eine hohe Systemeffizienz zu erreichen, ist die Vermeidung bzw. die Reduktion von Wärmeverlusten an Rohrleitungen und Armaturen ein absolutes Erfordernis. Dies gilt nicht nur für das Solarsystem sondern betrifft sämtliche Rohrleitungen im gesamten Wärmeversorgungssystem.

Maßnahmen zur Minimierung der Wärmeverluste von Rohrleitungen

- Reduktion der Rohrnetztlängen in der Planung auf das Nötigste. Gerade bei Solarsystemen kann durch intelligente Kollektorverschaltung das Rohrnetz erheblich reduziert werden.
- Ausführung der Rohrdämmstärke entsprechend der ÖNORM M7580. Als Faustformel gilt: Rohrdurchmesser = Dämmstärke
- Erhöhte Rohrdämmstärke bei Rohrleitungen im Außenbereich
- Bei im Außenbereich verlegten Rohrleitungen muss der Dämmstoff zusätzlich noch feuchteabweisend sein (z. B. Kautschukrohrschaalen). Als UV-Schutz bzw. Schutz vor Tieren (Nagetiere, Vögel) muss dieser aber mit Glanzblech ummantelt werden.
- Bei Bauteildurchbrüchen (Wand, Decke) muss die volle Rohrdämmung durchgezogen werden.
- Glanzblechmantel nicht in Kontakt mit der heißen Rohrleitung bringen (Wärmeableitung!)
- Armaturendämmung sollte Standard in modernen Wärmeversorgungsanlagen sein

Rohrdimensionen	Minstdämmstärken – Rohre im Freibereich [mm]	Minstdämmstärken – Rohre im Innenbereich [mm]
DN 15	30	20
DN 20	40	30
DN 25	40	30
DN 32	40	40
DN 40	50	40
DN 50	60	50

▲ Die rechte Spalte zeigt empfohlene Dämmstärken bei Rohrleitungen für den Innenbereich von Gebäuden bei durchschnittlichen Temperaturdifferenzen von 40 K (ÖNORM M7580). Die mittlere Spalte zeigt die empfohlenen Dämmstärken für Rohrleitungen im Freibereich bei durchschnittlichen Temperaturdifferenzen von 60 K (beispielsweise bei Solaranlagen).



▲ Bei Wand- oder Deckendurchbrüchen muss die volle Dämmstärke durchgezogen werden.



▲ Temperaturbeständige und feuchteabweisende Rohrdämmung mit Glanzblechummantelung als Standard im Außenbereich.



▲ Armaturendämmung sollte Standard in modernen Wärmeversorgungssystemen sein.

Inbetriebnahme und technische Abnahme

Die Inbetriebnahme sowie die Abnahme bilden den Abschluss der Umsetzungsphase. Die hinsichtlich Anlageneffizienz zentral wichtigen Dinge werden nachfolgend zusammengefasst.

Dokumentierte Inbetriebnahme

Die Basis aller weiteren Optimierungen und Änderungen bzw. auch der Wartungsarbeiten bildet die Erstinbetriebnahme, weshalb sämtliche Anlagenparameter und Einstellungen unbedingt gut dokumentiert werden müssen. Die dokumentierte Inbetriebnahme wird vom Installateur durchgeführt und betrifft zentral:

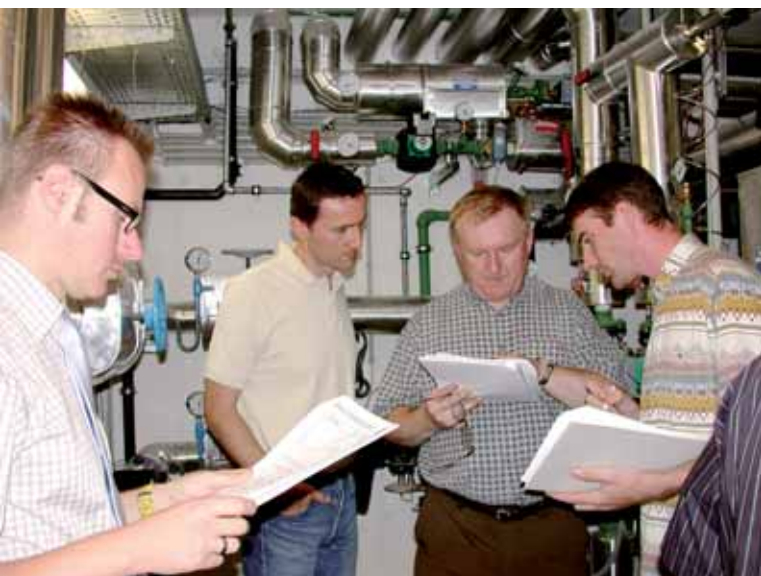
- die Aufzeichnung des eingestellten Vordrucks am MAG, des Fülldrucks sowie der geschätzten durchschnittlichen Systemtemperatur bei Druckeinstellung im Solarsystem sowie in der Heizungsanlage
- die Aufzeichnung sämtlicher Einstellwerte von Strangreguliertventilen, Differenzdruckreglern und kvs-Einsätzen an Heizkörpern.
- die Aufzeichnung der Regelungsparameter für sämtliche Ausgänge (beispielsweise Minimal- und Maximaltemperaturen, Temperaturdifferenzen, Hysteresen, Drehzahlregelungskriterien wie z. B. Solltemperaturen oder -differenzdrücke etc.)
- das Prüfprotokoll zur regelungstechnischen Funktion sämtlicher Ausgänge
- das Messprotokoll zur Glykolkonzentration und zum pH-Wert im Solarprimärkreis
- die Druckprüfungsprotokolle sämtlicher hydraulischer Kreise



▲ Auf die dokumentierte hydraulische Einregulierung auch bei Solaranlagen nicht vergessen!

Technische Abnahme

Die technische Abnahme wird vom Haustechnikplaner im Beisein von Installateur, Regelungstechniker etc. sowie von einem Bauträger- oder Investorvertreter durchgeführt. Der zentrale Hintergrund der technischen Abnahme liegt in der Prüfung der Funktion der Systeme sowie die Prüfung, inwieweit die Vorgaben aus der Planung auch in der Installation berücksichtigt worden sind. Abweichungen hiervon müssen in den Ausführungsplänen dokumentiert sein. Im Rahmen der technischen Abnahme erfolgt die Übergabe sämtlicher anlagenspezifischer Daten, wie beispielsweise das vollständige Inbetriebnahmeprotokoll, alle Ausführungspläne sowie Produkt- und Anlagenbeschreibungen. Die Prüfung der Funktion bzw. der Übereinstimmung erfolgt für alle zentral wichtigen Funktionen, für den Rest stichprobenartig.



◀ Ein zentral wichtiger Bestandteil der Qualitätssicherung – die technische Abnahme

Möglichkeiten zur Steigerung der Systemeffizienz im Anlagenbetrieb

Auch nach Inbetriebnahme und technischer Abnahme sind einige Abläufe besonders wichtig für die Steigerung der Effizienz des Gesamtsystems. Nachfolgende Aktivitäten und Abläufe sollten vom Bauträger / Investor auf jeden Fall veranlasst werden.

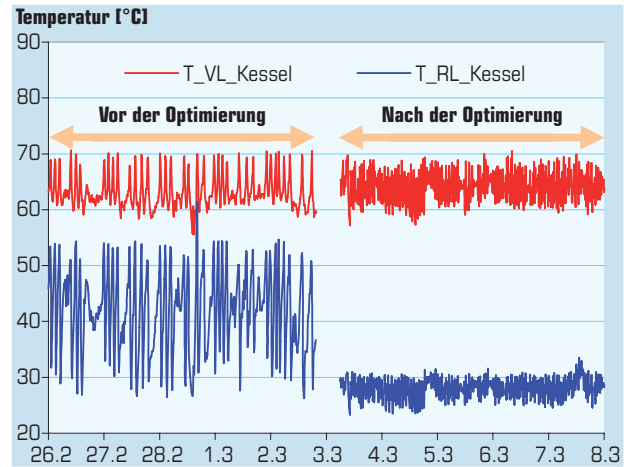
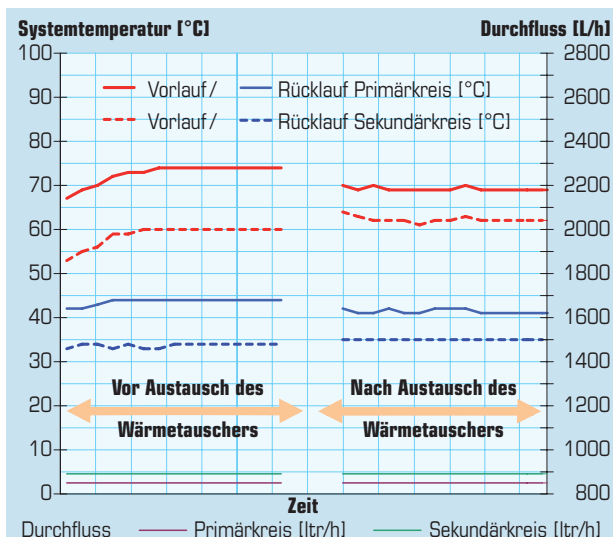
Optimierung des Gesamtsystems – Einzelne Beispiele

Als zentrales Instrument zur Steigerung der gesamten Systemqualität etablierte sich die Durchführung einer sogenannten „Optimierungsphase“. Sämtliche über die Anlagenregelung aufgezeichneten Systemtemperaturen werden in den ersten Betriebswochen analysiert und darauf aufbauend bei Bedarf Optimierungsschritte eingeleitet.

Erfahrungsgemäß bleibt zu erwähnen, dass erkannte Verbesserungspotenziale in keinsten Weise nur das Solarsystem betreffen, sondern gleichermaßen auch den konventionellen Wärmeerzeuger, die Gesamtregelung oder auch das Wärmeverteilsystem. All diese Punkte wirken sich negativ auf die erzielbaren Jahresystemnutzungsgrade der Wärmeversorgungsanlagen aus, bleiben aber in der Regel über Jahre hindurch unbemerkt und werden durch wesentlich höheren Primärenergieeinsatz kompensiert.

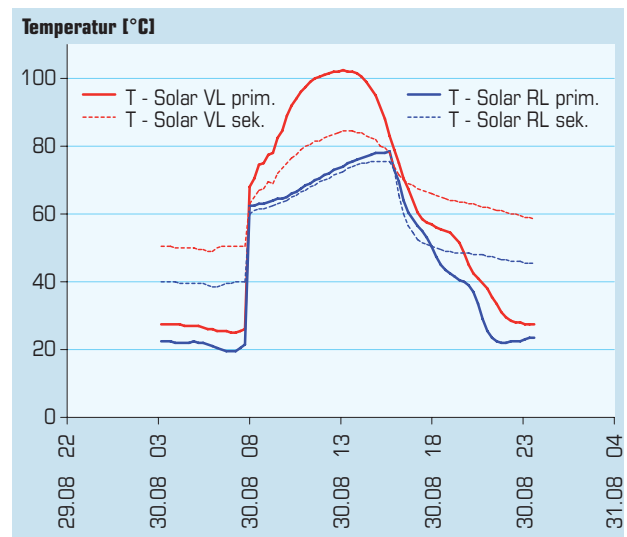
Erfahrungen aus der Praxis zeigen deutlich, dass der Großteil der Schwachstellen durch wenig aufwendige Systemanalysen in den ersten beiden Betriebsmonaten erkannt und auch im Rahmen der Gewährleistungsfristen ohne Zusatzkosten für den Auftraggeber behoben werden kann.

▼ **Fallbeispiel „Fehlerhafter Plattenwärmetauscher“** – beispielhaft für eine erfolgreiche Durchführung einer Anlagenoptimierung sind die Temperaturverläufe vor und nach dem Tausch des Solarwärmetauschers in Primär- und Sekundärkreis dargestellt. In der Optimierungsphase wurde eine Grädigkeit am Wärmetauscher von 12 K festgestellt, was auf einen zu kleinen Wärmetauscher schließen lässt. Schlussendlich handelte es sich um einen Produktionsfehler beim Wärmetauscher, denn ein baugleicher Wärmeübertrager erzielte nach dem Umbau Grädigkeiten von rund 6 K.



▲ **Fallbeispiel „Stark taktender Gas-Brennwertkessel“** – beispielhaft für eine erfolgreiche Anlagenoptimierung sind die Temperaturverläufe eines Gaskesselvorlaufs und eines Gaskesselrücklaufs vor und nach der Optimierung dargestellt. In der Optimierungsphase wurde ein starker Taktbetrieb des mit fixer Leistung betriebenen Gaskessels (mit 200 kW auf ein 1.000-ltr-Bereitschaftsvolumen) mit gleichzeitig sehr hohen Rücklauftemperaturen (bewirken eine Reduktion des Brennwerteffekts) festgestellt. Nach Umbau der Regelung auf einen Kesselbetrieb mit Leistungsmodulierung konnten sowohl größere Laufzeiten als auch Rücklauftemperaturen um 30°C erreicht werden.

▼ **Fallbeispiel „Hydraulisch nicht aufeinander abgestimmter Primär- und Sekundärkreislauf“** – beispielhaft für das Feststellen von Optimierungspotenzialen in solarunterstützten Wärmeversorgungssystemen sind Vor- und Rückläufe eines Primär- und eines Sekundärsolarkreises über einen einstrahlungsreichen Tag dargestellt. Es ist deutlich zu erkennen, dass die Temperaturdifferenz zwischen den beiden Vorläufen bis zu 20 K beträgt und die Temperaturdifferenz der Rückläufe maximal 2 K ausmacht. Diese ungleichen Temperaturdifferenzen sind auf ungleiche Massenströme infolge einer fehlenden hydraulischen Einregulierung zurück zu führen. Die Folge ist, dass der Primärkreis mit unnötig hohen Temperaturen betrieben wird, was wegen der Temperaturabhängigkeit des Kollektorwirkungsgrades zu geringeren Erträgen führt. Abhilfe kann hier eine abgestimmte hydraulische Einregulierung der beiden Hydraulikkreisläufe schaffen.





▲ Die Größe der Minitemperaturdatenlogger entspricht ca. der einer 1-Euro-Münze, die Kosten betragen ca. 30 Euro.



▲ Die Montage der Minitemperaturdatenlogger an Rohroberflächen ist sehr einfach.

Systemoptimierung mittels an die Regelung gekoppelter Sensoren

Für diese Optimierungsarbeiten wird in den meisten Fällen keine zusätzliche Messausstattung benötigt, sondern die an die Regelung gekoppelten Sensoren reichen ohnedies aus. Wichtig ist, dass die Regelung über eine interne Datenspeichermöglichkeit verfügt.

Systemoptimierung mittels Minitemperaturdatenloggern

Werden Regelungen verwendet, die keine Speicherung von Sensorwerten erlauben bzw. sind nicht ausreichend Temperatursensoren installiert, besteht eine Möglichkeit für die Aufzeichnung der notwendigen Temperaturen sogenannte Minitemperaturdatenlogger einzusetzen. Diese sind sehr kostengünstig, sind in etwa so groß wie eine 1-Euro-Münze, können mit einer speziellen Software programmiert und ausgelesen werden bzw. sind einfach an Rohroberflächen zu montieren. Die Speicherkapazität ist so festgelegt, dass bei einem Aufzeichnungsintervall von beispielsweise 15 Minuten die jeweilige Temperatur rund drei Wochen erfasst werden kann. Dieser Zeitraum reicht üblicherweise aus, um aussagekräftige Erkenntnisse über das Systemverhalten zu gewinnen.

Kopplung des Solarsystems an die permanente Summenstörmeldung

Solarsysteme im Objektbau werden immer bivalent in Verbindung mit konventionellen Kesselanlagen betrieben. Somit wird ein möglicher Betriebsausfall immer durch die Hauptheizungsanlage kompensiert und deshalb von den Verantwortlichen häufig nicht bzw. entsprechend zeitverzögert registriert. Um dem entgegen zu wirken, empfiehlt es sich, bei Solaranlagen eine permanente Kontrollroutine zu installieren.

Kann das bei kleineren Projekten durch visuelle Signale (Lampen, Displayanzeigen etc.) an den zuständigen Heizungsverantwortlichen kommuniziert werden, so muss bei mittleren bis größeren Projekten die Solaranlage an die ohnehin für die Hauptheizungsanlage nötige Summenstörmeldung gekoppelt werden. Dadurch



▲ Werden die Minitemperaturdatenlogger überdämmt, ist die Messgenauigkeit für den Anwendungsfall ausreichend.

ist gewährleistet, dass Anlagenstörungen per SMS oder E-Mail direkt zur verantwortlichen Stelle weitergeleitet werden.

Für die einfache Fernüberwachung bei Solaranlagen hat sich in Verbindung mit frei programmierbaren Regelungen folgendes Kriterium als aussagekräftig erwiesen:

- Liegt die Kollektortemperatur um ca. 20 K über der Energiespeichertemperatur im untersten Bereich und ist gleichzeitig die Speichermaximaltemperatur (z. B. 80°C) an der gleichen Stelle nicht erreicht, dann soll eine automatische Fehlermeldung generiert werden.
- Eine andere Möglichkeit bietet die automatisierte Auslesung des Solarertrags in Verbindung mit dem Standardwärmehähler im Sekundärkreis des Solarsystems und der Vergleich mit den Daten aus dem Einstrahlungssensor.
- In ähnlicher Weise können für das Gesamtsystem viele Verhältnis- oder Kennzahlen definiert werden, die eine erweiterte und automatisierte Fehlermeldung ermöglichen.

Auch Solarsysteme müssen gewartet werden

Solarsysteme benötigen zum optimalen Betrieb genauso wie Heizungsanlagen eine regelmäßige Wartung. Dabei empfiehlt es sich, Solarsysteme einfach in die Wartungsroutinen für die konventionelle Heizung zu integrieren. Dabei ist es nicht entscheidend, ob Wartungsverträge an Professionisten vergeben werden oder die Wartung von einem fachkundigen Mitarbeiter des Bauträgers / Investors durchgeführt wird. Entscheidend ist nur, dass qualitativ hochwertige Wartungsarbeiten regelmäßig erfolgen. Folgende Punkte sollten bei der einmal jährlich stattfindenden Wartung bei Solarsystemen überprüft werden:

- Visuelle Kontrolle
 - Plausibilitätsprüfung des vorherrschenden Betriebszustandes in Verbindung mit der Regelung
 - Prüfung des Systemdruckes
 - Prüfung hinsichtlich sichtbarer Leckagen sowohl im Heizhaus als auch im Bereich der Kollektoren
 - Prüfung hinsichtlich statischer Befestigung der Kollektoren
 - Prüfung der Kollektoren hinsichtlich beschlagener Scheiben
 - Prüfung hinsichtlich intakter Rohrleitungs- und Speicherdämmung
 - Prüfung von Pumpendrehzahlstufe und Stellung der Wartungsschraube der Rückschlagklappe
 - Prüfung von Position und Montage der Temperaturfühler

- Manuelle Kontrolle
 - Prüfung der Frostschutzkonzentration (Frostschutz sollte zwischen -18 und -25°C liegen)
 - Prüfung des Korrosionsschutzes (bei pH-Werten des Solarwärmeträgers unter 7,5 sollte der Wärmeträger getauscht werden)
 - Prüfung der Funktionalität des Sicherheitsventils
 - Prüfung der Regelung auf Funktion (manuelle Schaltung von Ausgängen bei gleichzeitiger akustischer Prüfung, ob Luft im System ist) und Check aller Eingänge (hinsichtlich Sensorausfall) am Display
 - Je nach Anlagenzustand Ist-Werte am Wärmemengenzähler (Volumenstrom, Temperaturen, Leistung) im Solarsekundärkreis prüfen und protokollieren
 - Kontrolle und Protokollierung der im Rechenwerk am Wärmemengenzähler über ein Jahr gespeicherten monatlichen Solarerträge
 - Messung des Vordrucks beim Solarausdehnungsgefäß im angeschlossenen Zustand. Ist der Vordruck größer als der aktuell vorherrschende Systemdruck, ist keine Flüssigkeitsvorlage mehr im Ausdehnungsgefäß. Mit einer Klopfprobe am Ausdehnungsgefäß kann das Ergebnis der Druckmessung überprüft werden.
- Dokumentation
 - Eintrag in das Anlagenlogbuch
 - Schriftliche Rückmeldung an den Bauträger / Investor

▼ *Gewissenhaft gewartete solar unterstützte Wärmeversorgungssysteme ermöglichen eine hohe Anlagenfunktionalität und eine lange Lebensdauer (über 25 Jahre).*



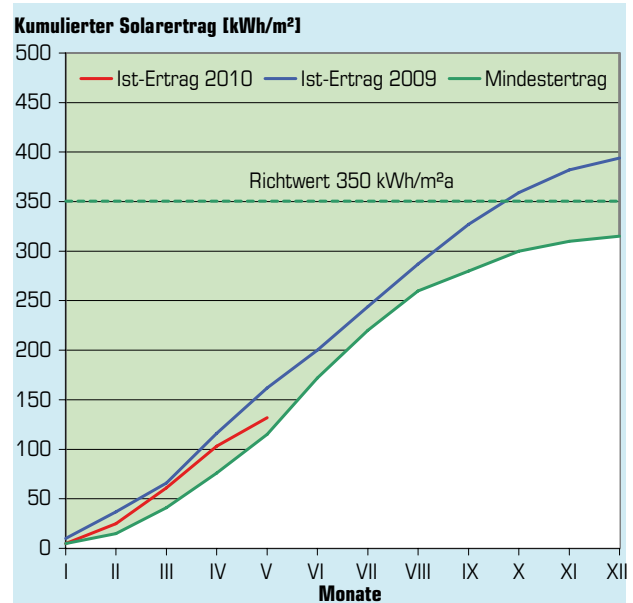
▼ *Auch Solarsysteme müssen regelmäßig gewartet werden.*



Auch Bauträger/Investoren können Maßnahmen zur Effizienzsteigerung setzen

Im Rahmen von lückenloser Qualitätssicherung ist es wichtig, dass auch der Bauträger/Investor wirkungsvolle und für seine Partner sichtbare Maßnahmen setzt. Nachfolgend werden einzelne Möglichkeiten hierzu kurz beschrieben:

- Gemeinsame Vereinbarungen über Leistungen und Qualitätskriterien mit Planer und Professionisten
 - Verwendung von Produkten, die Qualitätsgütesiegel tragen wie z. B. 'Solar Keymark' oder das Gütesiegel des Verbandes 'Austria Solar' etc.
 - Festsetzung von Garantiewerten (zum Beispiel 350 kWh/m²a Solarertrag, gemessen am Wärmemengenzähler im Sekundärkreis des Solarsystems) bereits im Vergabevertrag mit dem ausführenden Unternehmen. Die Zeiträume für den Nachweis liegen in der Regel zwischen zwei und drei Jahren. Mindererträge können beispielsweise über die Lebensdauer der Anlage mit einem repräsentativen Energiepreis hochgerechnet und vom Haftungsrücklass einbehalten werden.
 - Dokumentierte Anlageninbetriebnahme
 - Dokumentation der technischen Abnahme
 - Montagepläne (Hydraulikschaltplan und Regelungskonzept), die der tatsächlichen Ausführung entsprechen
- Aushängen eines vollständigen Hydraulik- und Regelungskonzeptes zum gesamten Wärmeversorgungssystem im Technikraum
- Auflegen eines Anlagenlogbuches unmittelbar nach der Anlageninbetriebnahme, in dem jede Änderung, Anlagenwartung bzw. getätigte Reparatur dokumentiert wird.
- Einleitung und Begleitung des Optimierungsprozesses nach Anlageninbetriebnahme
- Erstellung und regelmäßige Aktualisierung einer Datenbank mit den Erträgen der Solaranlage(n) sowie der Erstellung von Standardauswerterroutinen. Werden mehrere Solarsysteme im eigenen Wirkungsbereich betrieben, kann die Erstellung von Kennzahlen und Benchmarks sehr hilfreich beim Erkennen von Ab-



▲ Werden die Solarerträge regelmäßig erfasst und in eine Datenbank eingespielt, kann sehr einfach der bisherige Jahresertrag im Vergleich mit Simulationsdaten oder Benchmarks verglichen werden. Sehr häufig wird der Vergleichswert von 350 kWh Solarertrag je Quadratmeter Kollektorfläche und Jahr als Funktionsnachweis herangezogen (grün strichlierte Linie). Die grüne Kurve zeigt den typischen Verlauf des Solarertrags über ein Kalenderjahr für den Vergleichswert von 350 kWh/m²a (abzüglich 10% Einstrahlungsunschärfe). Die blaue Linie zeigt den Ertrag für eine reale Anlage im Jahr 2009, die rote Linie für das Jahr 2010 (bis Mai). Liegen die realen Ertragswerte über dem Benchmark, ist die Anlagenfunktion in Ordnung. Wichtig ist hierbei, dass die Vergleiche zumindest monatlich gemacht werden, damit Verantwortliche rasch reagieren können und nicht erst am Jahresende.

weichungen bei einzelnen Anlagen sein. Das optimale Instrument hierzu wäre eine Energiebuchhaltung für das gesamte Gebäude.

- Speziell für Bauträger: Festschreiben und regelmäßige Anpassung von generellen Qualitätsstandards im Bereich von Heizungsanlagen und energierelevanten Ausstattungsstandards in einem Pflichtenheft, das sowohl zur Weitergabe an die Partner, als auch als werbewirksame Darstellung nach außen genutzt werden kann.

Weiterführende Informationen

- Umfangreiche Informationen zum Thema und eine Übersicht zu aktuellen Förderungen gibt die Website www.solarwaerme.at bzw. www.klimaaktiv.at/erneuerbarewaerme
- Informationen zu Investitionsförderungen für solarthermische Anlagen in gewerblichen Anwendungen unter www.publicconsulting.at und www.klimafonds.gv.at
- Informationen zu aktuellen Ergebnissen aus Forschungsprojekten der **AEE – Institut für Nachhaltige Technologien** unter www.aee-intec.at

SOLAR SYSTEME IM OBJEKTBAU

Ein Leitfaden
zu Planung, Umsetzung
und Betriebsführung

Der gegenständliche Leitfaden „Solarsysteme im Objektbau – Ein Leitfaden zu Planung, Umsetzung und Betriebsführung“ wurde im Zuge des Projekts **„Solareffizient – Große Solarwärmeanlagen unter der Lupe“** (im Rahmen des Forschungsprogramms **„Neue Energien 2020“** des Klima- und Energiefonds) erstellt.

Projektleitung:



AEE – Institut für Nachhaltige Technologien,
Feldgasse 19, 8200 Gleisdorf

Autoren:

Christian Fink und Johann Breidler
www.aee-intec.at

In Kooperation mit:



Energieinstitut Vorarlberg



Auftraggeber:



Mit Unterstützung von:



→ A15 - Wohnbauförderung



→ Umwelt und erneuerbare Energien



Die Autoren weisen darauf hin, dass diese Broschüre, die nach bestem Wissen und Gewissen erstellt wurde, eine Detailprojektplanung nicht ersetzen kann. Weiters wird kein Anspruch auf Vollständigkeit erhoben und keine Haftung für Inhalte übernommen.

