

Effiziente Solarsysteme für Sport- und Freizeiteinrichtungen

Leitfaden zur optimierten Anlagenerrichtung



Dieser Leitfaden fasst die Ergebnisse des Forschungsprojektes „Effiziente Solarsysteme für Sport- und Freizeiteinrichtungen“ zusammen. Das Projekt wurde aus Mitteln des Klima- und Energiefonds gefördert und im Rahmen des Programms „Neue Energien 2020 - 5. Ausschreibung durchgeführt. Die Abwicklung erfolgte durch die Österreichische Forschungsförderungsgesellschaft FFG.

Umfassendere Information zum Projekt bekommen Sie bei der AEE Niederösterreich Wien und auf der Homepage: www.aee-now.at/QSolSport .

Inhalt	
Über diesen Leitfaden.....	3
Das Forschungsprojekt.....	3
Allgemein	3
Methodik und Ziel	3
Ergebnisse	4
Dimensionierungen von Solarthermieanlagen auf Basis der Monitoringdaten	5
Freizeitanlagen.....	5
Fußballplätze.....	5
Tennisplätze	7
Qualitätssicherung an auszuführenden und bereits realisierten Solarthermieanlagen	8
Kollektorauswahl	9
Dimensionierung der Kollektorflächen	10
Kollektoranordnung und Verschaltung	10
Systemhydraulik und Einbindung	11
Umgesetzt im Sanierungskonzept einer realen Anlage	12
Effizienzsteigerung durch Betreiber (Checkliste)	13
Fazit und Ausblick	15



Redaktion

Andreas Reiter
Daniel Reiterer
Moritz Schubert

Kontakt



AEE Arbeitsgemeinschaft Erneuerbare Energie NÖ-Wien
Karolinengasse 32/1
1040 Wien
01/710 75 23
office@aee-now.at
www.aee-now.at

Wien, Mai 2018.

Über diesen Leitfaden

Dieser Leitfaden soll sowohl Verbände, Förderstellen und Funktionäre von Sportvereinen als auch Architekten, HLS-Planer und Installateure ansprechen. Er gibt einen Überblick über wichtige Aspekte der Warmwasserbereitung, beschreibt Spezifika von Solarthermie-Anlagen bei Sportanlagen und definiert notwendige Mindest-Qualitätskriterien.

Das Forschungsprojekt

Allgemein

In Österreich wird ein Großteil der benötigten Wärme bei sportnahen Dienstleistungsbetrieben aus fossilen Energieträgern oder elektrischer Energie bereitgestellt. Freizeiteinrichtungen (Fußballplätze, Tennisanlagen, Leichtathletikanlagen, Sporthallen, Fitnesscenter) haben aber vor allem im Bereich Kabinen- und Zuschauertrakt ausreichend Dachflächen zur Verfügung, um diese solar technisch zu nutzen.

Das Projekt QSolSport hat das Energie-Effizienzsteigerungspotenzial von neuen und bestehenden solarthermischen Anlagen auf Sport- und Freizeiteinrichtungen durch Vermessung und Analyse erhoben. Die Projektergebnisse wurden in diesem Leitfaden wiedergegeben. Dieser Leitfaden soll die Qualität und Effizienz solarthermischer Anlagen auf Freizeit- und Sporteinrichtungen gewährleisten und verbessern.

Methodik und Ziel

Eine repräsentative Auswahl von 30 Sport- und Freizeiteinrichtungen, welche Schlussfolgerungen auf ähnliche Betriebe zulässt, wurde gewählt. Davon wurden notwendige Energieverbrauchsdaten von 15 Sport- und Freizeiteinrichtungen ohne Solaranlage vermessen. Die anderen 15 Sport- und Freizeiteinrichtungen wurden mit installierter Solaranlage ausgewählt und mittels „Buttons“ qualitativ untersucht.



Abb. 1 Schaltschrank Monitoring
Quelle: SOLID

Für die zu vermessenden Betriebe ohne Solaranlage musste eine technisch/wirtschaftliche Vermessungsmethode und Datenübertragungs-Hardware gefunden werden, die flexibel vorort einzubauen ist und wieder demontierbar sein musste.

Zusätzlich variierten die Einbaumöglichkeit (Warmwasser, Kaltwasser, mit/ohne Zirkulation) des Wärmemengenzählers, sowie die Haftungsprobleme beim Um-/Einbau durch ein Installationsunternehmen.



Abb. 2 Warmwasser-Wärmemengenzähler
Quelle: SOLID

Die ausgewählten Sportstätten wurden vor Ort besichtigt, das vor Ort vorhandene Wärmeversorgungssystem protokolliert und anhand der Rohrleitungsquerschnitte und Durchflussmenge notwendige Wärmemengenzähler ermittelt. Ein passendes Datenübertragungssystem sowie Anbieter wurden ermittelt.

Die Potentialanalyse wurde nach folgenden Parametern durchgeführt:

- Volumenstrommessung der Kaltwasseranspeisung an den Warmwasserboiler
- Temperaturmessung von Kaltwassereingang und Warmwasserausgang am Boiler
- Temperaturmessung von Vorlauf und Rücklauf der Nachheizung
- Temperaturmessung der Zirkulationsleitung

Anlagen mit bestehender Solaranlage wurden auf Ihre Effizienz und Betriebsweise untersucht. Die ausgewerteten Temperaturverläufe wurden für Empfehlungen zur Qualitätssicherung im Leitfaden herangezogen.

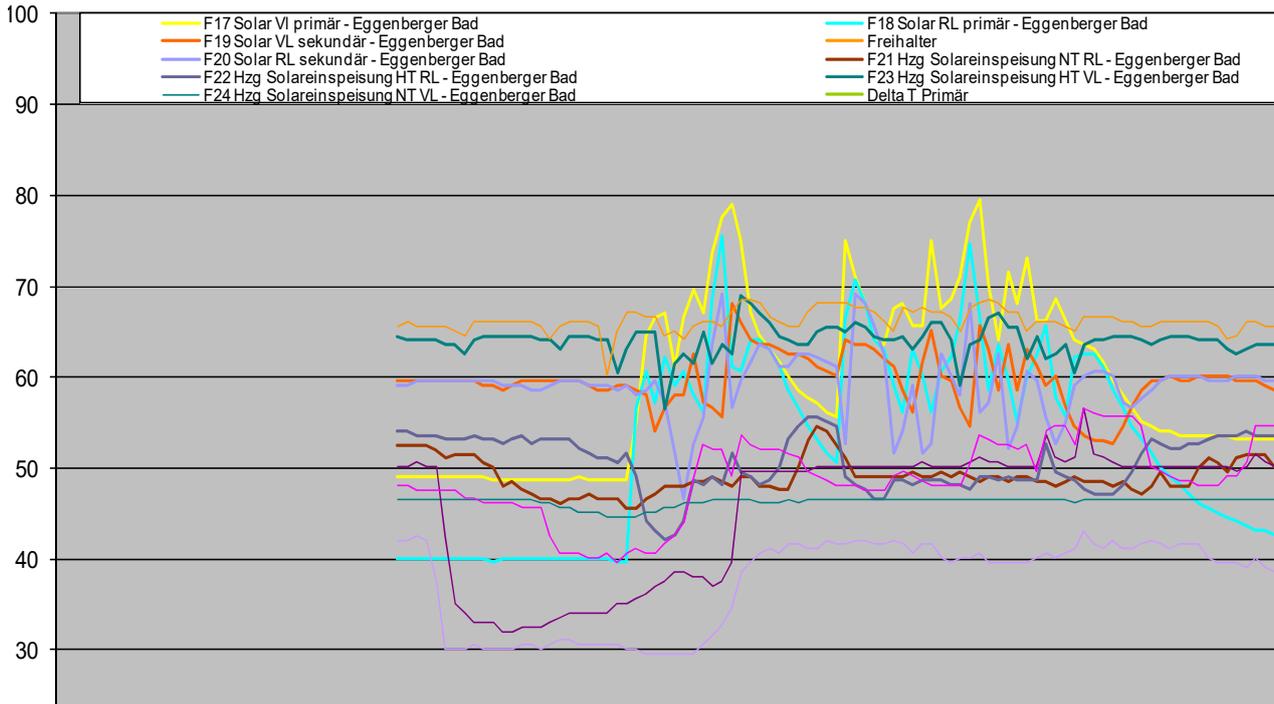


Abbildung 3: Temperaturprofil mittels I-Buttons Analyse
Quelle: AEE NOW

Ergebnisse

Die Daten und Anlagenaufnahme zeigte eindeutig die Bevorzugung von Boilersystemen bei Anlagen ohne Solar- versus Puffersysteme bei Anlagen mit Solarnutzung.

Die Pufferspeichersysteme bieten mehr Möglichkeiten höhere Temperaturen einzulagern, aber auch mehr Flexibilität im Umgang mit der Hygienenorm (z.B. mit 2-Leiter System)!

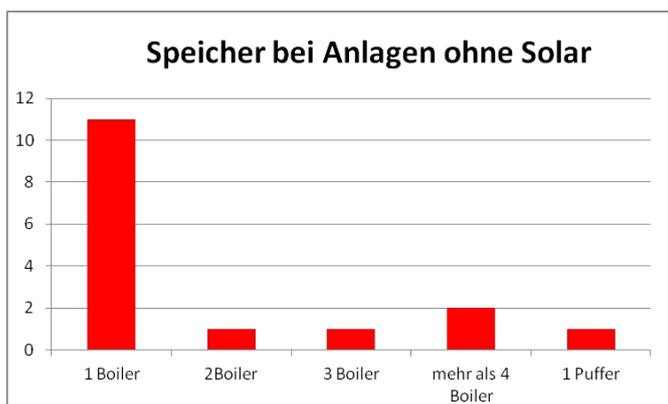


Abbildung 4: Speicher bei Anlagen ohne Solar
Quelle: AEE NOW

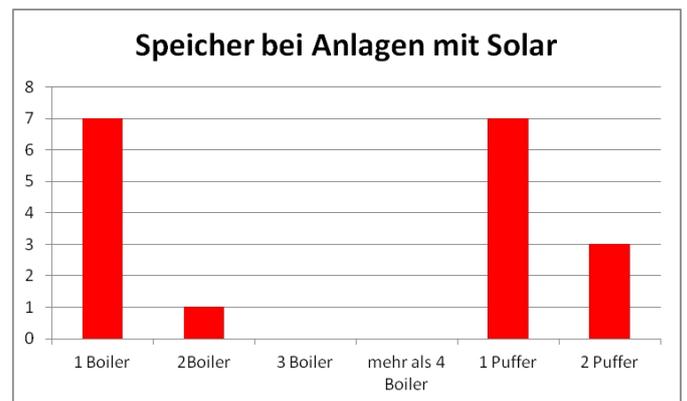


Abbildung 5: Speicher bei Anlagen mit Solar
Quelle: AEE NOW

Dimensionierungen von Solarthermieanlagen auf Basis der Monitoringdaten

Freizeitanlagen

Für Sporthallen wurden in den marktüblichen Simulationsprogrammen keine den Messergebnissen entsprechenden Lastgänge vorgefunden und daher wurden Verbraucherprofile auch explizit in die Simulationen eingearbeitet.

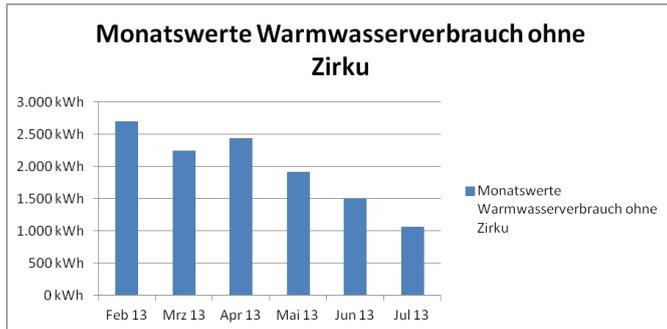


Abbildung 6: Monatswerte Warmwasserverbrauch ohne Zirkulation
Quelle: AEE NOW

Als Beispiel dient hier eine Mehrzweckhalle mit Tennisanlage, bei der neben dem Monatslastprofil auch das Profil für die Woche und den Tag angepasst wurde.

Die Monatswerte zeigen im Winter bis April konstante Verbräuche, jedoch mit erheblicher Abweichung zu den berechneten Durchflussmengen aus den Sanitärnormen. Ein hoher Gleichzeitigkeitsfaktor ist hier immer zu berücksichtigen, um Anlagen kleiner und effizienter auszuführen.

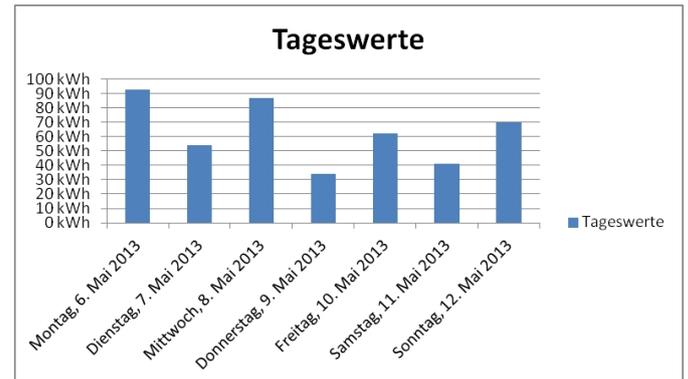


Abbildung 7: Tageswerte
Quelle: AEE NOW

Zu berücksichtigen sind die Tageslastgänge, die im Gegensatz zu Wohngebäuden höchst verschieden aussehen.

Fußballplätze

Andere Lastgänge zeigten sich im Bereich der Fußballplätze. Die Ergebnisse geben die Unterschiede zwischen unteren Klassen und dem Semi-Profibereich wieder.

Bei einer entsprechenden Simulation des Regionalligaverbands ergibt sich überraschend bei relativ kleinen Anlagen bereits ein hoher solarer Deckungsanteil.

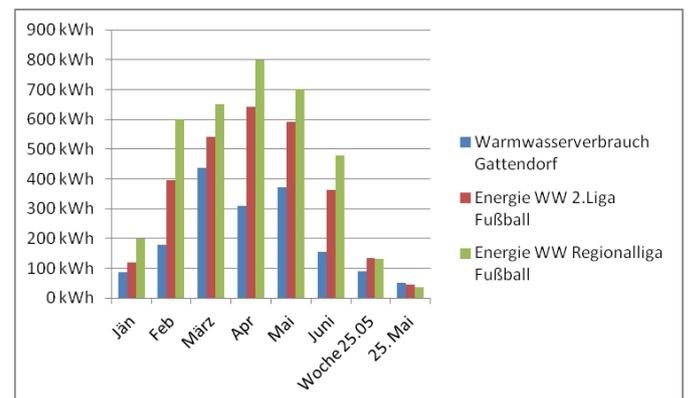


Abbildung 8: Warmwasserverbrauch verschieden-klassiger Fußballvereine
Quelle: AEE NOW

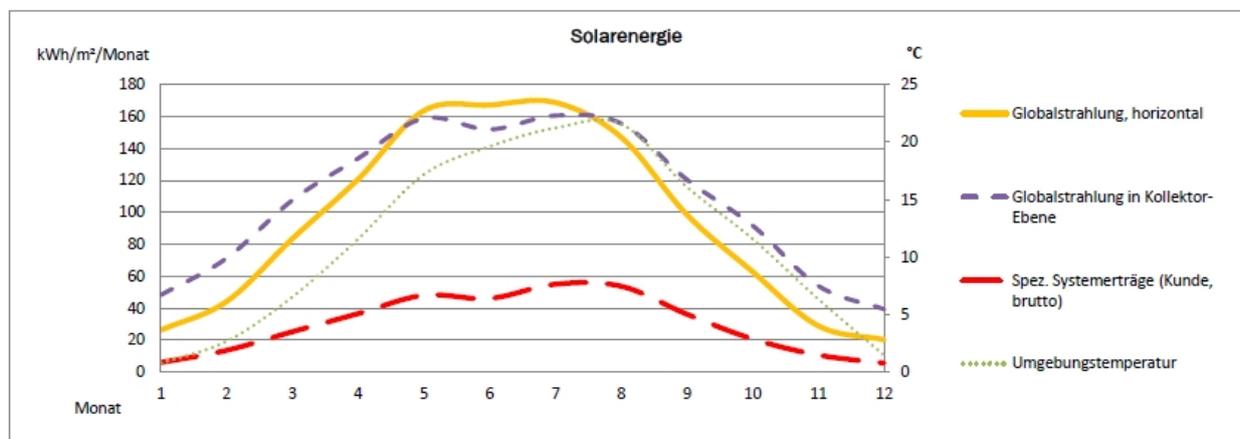
Projektname:	Parndorf
Stadt:	-
Land:	-

Referenzort Klima:	WIEN AU
Geogr. Höhe:	48,22 °
Geogr. Länge:	16,37 °
Seehöhe:	179 m

Kollektortype:	FK 7202
Kollektorfläche (brutto):	8.5 m ²
Kollektorfläche (apertur):	7.1 m ²
Kollektorneigung:	45 °
Azimet:	180 °
Speichergröße:	0.4 m ³
Therm. Kühlmachinesleistung:	0.0 kW

Spez. Solarerträge, kWh/m ² /a		
	Aperturfl.	Bruttofl.
Kollektor	449	377
System	427	358

Strahlungsbedingungen am Standort und für die spez. Ausrichtung



Verteilung der solar Erträge auf die Verbraucher

Die durchschnittlichen jährlichen Solaren Energieerträge, aufgedgliedert auf die Verbraucher über die Monate, finden sich in folgender Tabelle:

Monat	Solare Einstrahlung in geneigte Fläche		Lieferung für Kälte			Bedarf Warmwasser			Lieferung für Warmwasser aus Solar		
	kWh/m ² /m	MWh/m	Bedarf Kälte MWh/m	Kälte aus Solar MWh/m	Deckung %	Bedarf Warmwasser MWh/m	Lieferung für Warmwasser aus Solar MWh/m	Deckung %	Bedarf Warmwasser MWh/m	Lieferung für Warmwasser aus Solar MWh/m	Deckung %
Jan	48.249	0.052	-	-		-	-		0.26	0.05	20%
Feb	71.312	0.116	-	-		-	-		0.50	0.12	23%
Mar	107.575	0.215	-	-		-	-		0.75	0.21	29%
Apr	133.777	0.311	-	-		-	-		0.75	0.31	41%
Mai	158.809	0.408	-	-		-	-		0.65	0.41	63%
Jun	151.886	0.391	-	-		-	-		0.43	0.39	91%
Jul	160.553	0.467	-	-		-	-		-	-	
Aug	155.582	0.456	-	-		-	-		-	-	
Sep	120.455	0.308	-	-		-	-		-	-	
Okt	91.680	0.176	-	-		-	-		-	-	
Nov	53.952	0.091	-	-		-	-		-	-	
Dez	39.319	0.048	-	-		-	-		-	-	
	1,293	3.039	-	-	#DIV/0!	-	-	#DIV/0!	3	1	45%

Abbildung 9: Ausschnitt aus der SOLID Firmen-Simulationssoftware
Quelle: SOLID

Tennisplätze

Bei den allgemein verbreiteten Tennisanlagen/-plätzen sind sehr geringe Verbrauchswerte aus den Monitoringdaten hervorgegangen. Die Energiemenge lässt zwar kein hohes Solarpotential erkennen, jedoch ergeben sich bereits bei kleinsten Anlagen hohe solare Deckungsgrade.

Bei Tennisplätzen kann bereits eine sehr kleine Solarthermieanlage mehr als 50 % des Wasserverbrauches decken. In der folgenden Simulation wird eine 4m² !! Anlage simuliert.

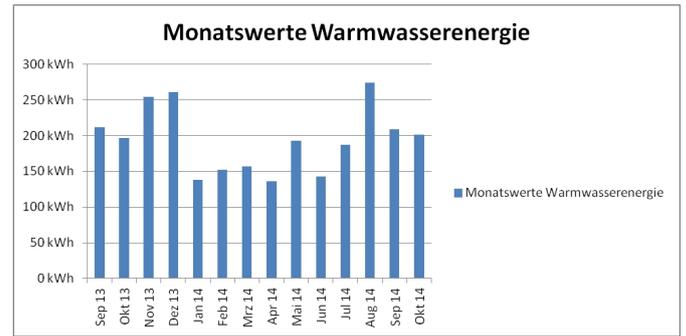


Abbildung 10: Monatswerte Warmwasserenergie
Quelle: AEE NOW

Eckdaten der Anlage

Projektname:	Ober Grafendorf
Stadt:	-
Land:	-
Referenzort Klima: WIEN AU	
Geogr. Höhe:	48,22 °
Geogr. Länge:	16,37 °
Seehöhe:	179 m
Kollektortype: FK 7202	
Kollektorfläche (brutto):	4.2 m ²
Kollektorfläche (apertur):	3.6 m ²
Kollektormeigung:	45 °
Azimut:	180 °
Speichergröße:	0.2 m ³
Therm. Kühlmaschinenleistung:	0.0 kW

	Spez. Solarerträge, kWh/m ² /a	
	Aperturfl.	Bruttofl.
Kollektor	449	377
System	427	358

Strahlungsbedingungen am Standort und für die spez. Ausrichtung

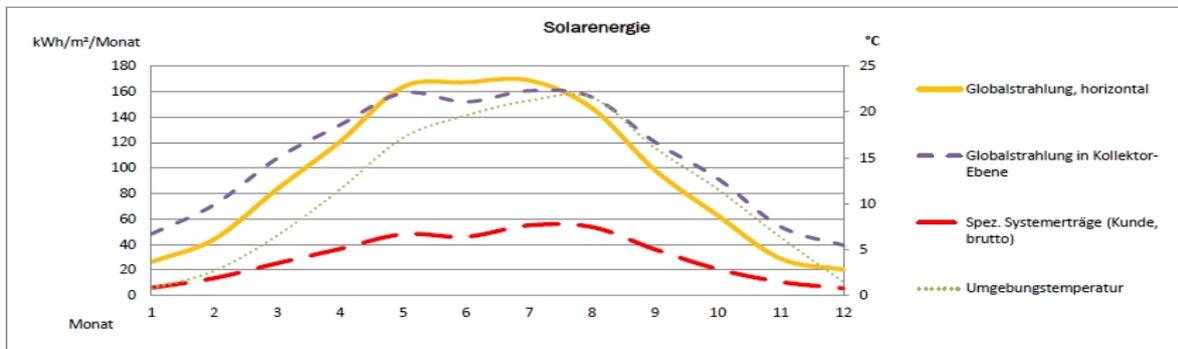


Abbildung 11: Simulation 4m² Anlage
Quelle: Solid

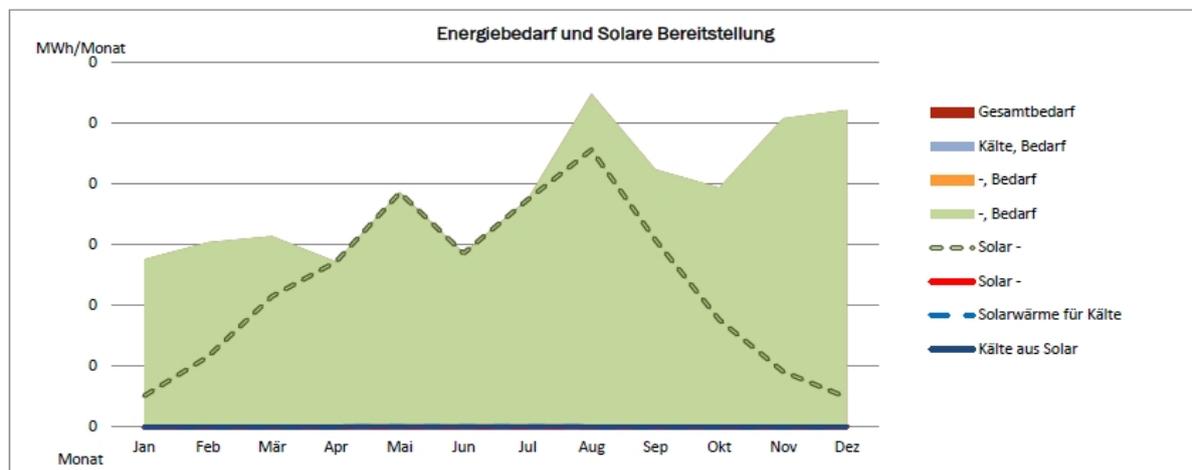


Abbildung 12: Energiebedarf und solare Bereitstellung
Quelle: Solid

Qualitätssicherung an auszuführenden und bereits realisierten Solarthermieanlagen

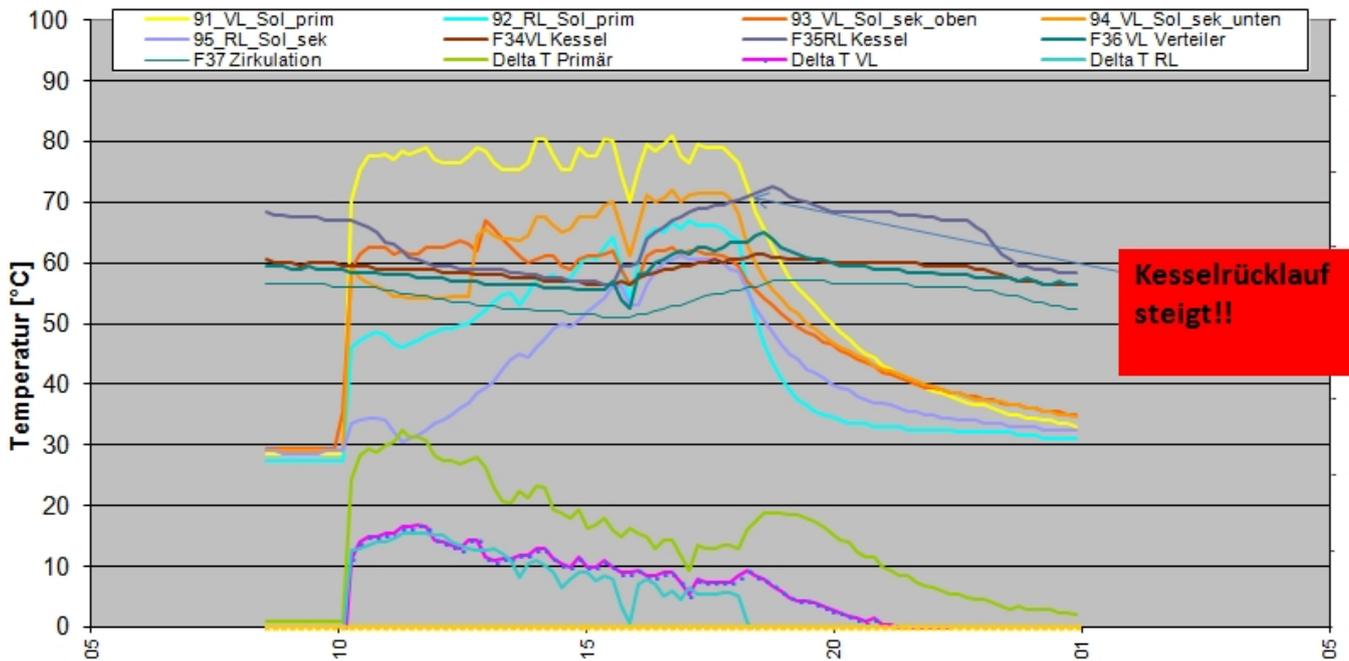


Abbildung 13: Auswertung I-Button Temperaturvermessung

Quelle: AEE NOW

Mit Temperaturlastgang-Messungen (z.B.: mittels I-Buttons) können eventuell auftretende Fehler bei Heiz- und Solaranlagen aufgezeigt werden. Im Projekt QSolSport wurden so annähernd dieselben Qualitätsdefizite wie im Wohnbau detektiert.

I-Button Temperaturvermessung: Die Anlage, in der Abbildung 13 dargestellt, weist eine permanent hohe Vorlauftemperatur der Kesselanlage auf und im Speziellen eine diesbezüglich noch höhere Rücklauftemperatur zum Kessel aus dem Speicher = Fehlzirkulation/Fehlregelung.

Die Einregulierung der Anlagen ist eine der wichtigsten Maßnahmen bei der Inbetriebsetzung. Leider ist dies in vielen Fällen bei der Solaranlage als Energieerzeuger, als auch beim Abgabesystem eine Ausnahme. Die Einregulierung erfolgt auf Basis der geplanten Wassermengen und ist bei höchster Drehzahl durchzuführen. Standards sind Einregulierungsarmaturen mit Schauglas oder technisch hochwertige Strangregulierventile.

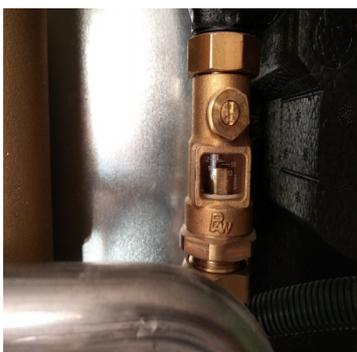


Abbildung 14: Einregulierarmatur mit Schauglas

Quelle: AEE NOW

Nur durch eine exakte Einregulierung werden die gewünschten Wassermengen im System befördert.

Die Effizienz der Kollektoren und des Wärmetauschers ist von der richtigen Wassermenge abhängig.



Abbildung 15: hochwertige Strangregulierventile

Quelle: AEE NOW

Durch undefinierte Wassermengen kommt es zu ineffizienten großen Temperaturspreizungen von Primär- und Sekundärseite.

- Für effiziente Anlagen sollte diese nur maximal 6 Kelvin betragen
- gemessen werden oft mehr als 10 Kelvin

Kollektorauswahl

Die Umsetzung einer Solaranlage für eine Sportstätte ist in den Dimensionen und in der Qualitätsanforderung meist vergleichbar mit jener eines Mehrfamilienhauses.

Im Wohnbau sind aber noch immer die „kleinen“ (2-2,5 m²) Flachkollektoren Standard. Diese haben den Vorteil, dass sie recht robust sind und aufgrund der Dimensionen leicht transportier- und montierbar sind.

Bei größeren Anlagen (ab 10m²) sollte immer auch der Großflächenkollektor (einzeln je 5-15m²) in der Planung betrachtet werden. Diese sind optisch ansprechend und schneller auf der Baustelle zu verarbeiten. Mittels Kranmontage werden diese Kollektoren direkt aufs Dach gesetzt und sind fertig verrohrt. Die Fehlerpotentiale bei der Hydraulik werden so minimiert.

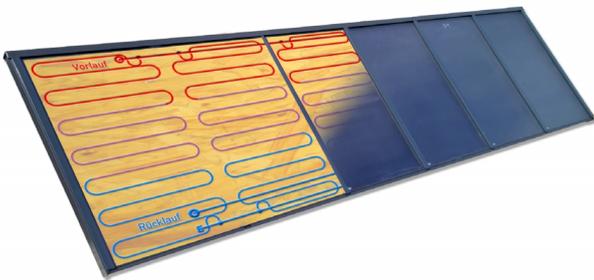


Abbildung 16: Großflächenkollektor mit Mäanderverrohrung = effizient und gutes Stagnationsverhalten

Quelle: Solarier

Vakuumröhren- und CPC Kollektoren müssen exakt ausgelegt und dimensioniert werden, dann sind sie auch wirtschaftlich gegenüber Flachkollektoren interessant.

Klarer Vorteil ist die Möglichkeit über längere Zeiträume höhere Temperaturen zu erreichen, um so mehr solares Warmwasser (> 65°C, entsprechend der bei Freizeitanlagen gültigen Hygienennormen) zu erzeugen, ohne mit der Kesselanlage nachzuheizen.



Abbildung 17: Röhren und CPC Kollektoren

Quelle: Foto AEE NOW

Der CPC-Spiegel der Solaranlage bringt den Vorteil, dass er jeden Lichtstrahl zum Absorber lenkt. So wird auch diffuse Einstrahlung, wie sie bei bewölktem Himmel auftritt, wirkungsvoll in nutzbare Solarwärme umgewandelt. Wichtig ist hier dass nur hochwertige Produkte verwendet werden, die Langlebigkeit und Dichtheit garantieren.

Dimensionierung der Kollektorflächen

Hohe solare Deckung April-Sept	Brutto-Kollektorfläche
Mehrzweckhalle:	ab 50m ²
Outdoor-Fussball:	12-15 m ²
Outdoor-Tennis	5-7 m ²

Kollektoranordnung und Verschaltung

Die Kollektoren sind optimalerweise nach Süden auszurichten. Osten oder Westen ist mit geringen Ertragseinbußen ebenfalls möglich. Die Kollektoren sind so anzuordnen, dass eine serielle Verschaltung des Kollektorfeldes möglich ist.



Hohe Wassermenge – lange Verrohrung

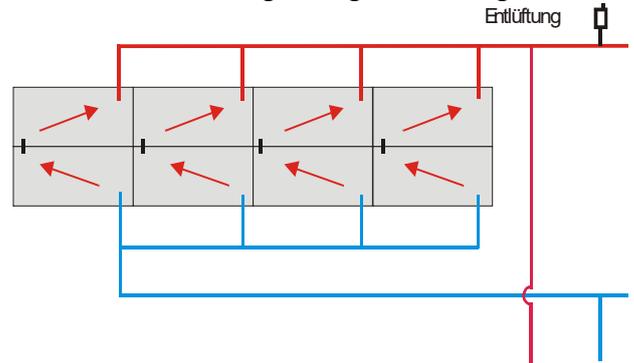


Abbildung 18: Kollektor mit Parallelverschaltung

Quelle: AEE NOW



Geringe Wassermengen – weniger Verrohrung
geringe hydraulische Fehlermöglichkeit

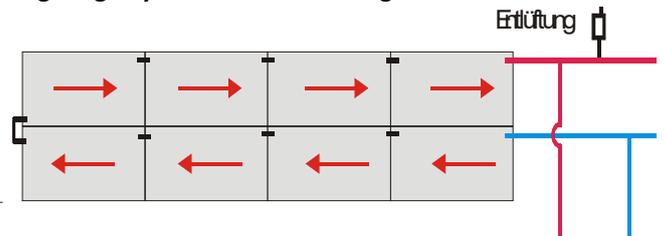


Abbildung 19: Kollektor mit Serienschaltung

Quelle: AEE NOW

Check für die Kollektorverschaltung:

- ✓ Low Flow System: 10-20kg/m²h
- ✓ Große thermische Längen ca. 40m (>2mWs Druckverlust empfohlen)
- ✓ Geringe Anzahl paralleler Stränge (bis 100m² in Serie)
- ✓ Kollektorverrohrung kurz halten

Umgesetzt im Sanierungskonzept einer realen Anlage

BESTAND:

- 3x2000 Liter Warmwasserspeicher
- Hygienenorm wird nicht, oder nur mit hohem Energieaufwand eingehalten

WW-Indoor Bereich

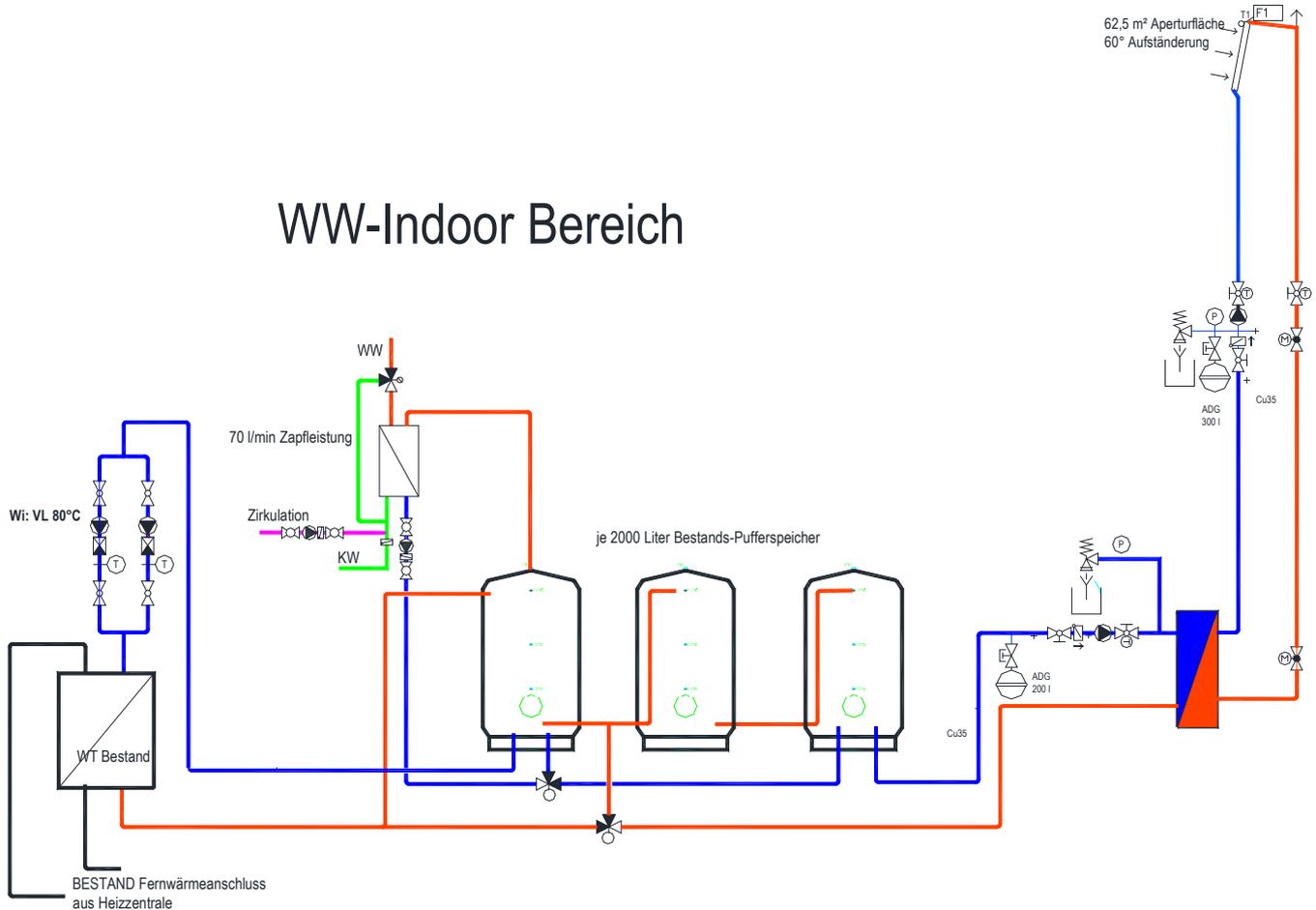


Abbildung 21: Solar System Sportzentrum
Quelle: AEE NOW

SOLL:

- **Warmwasserspeicher auf Pufferspeicher umgebaut**
- **Hygienische Warmwasserbereitung**
- **70% solare Warmwasserdeckung**

Effizienzsteigerung durch Betreiber (Checkliste)

- Regelmäßige, zumindest aber jährliche Kontrolle von
 - ✓ Anlagenfunktionalität
 - ✓ Ventilen und der Pumpen
 - ✓ Hydraulik nach Undichtigkeit
 - ✓ Feuchtigkeit im Kollektor
 - ✓ Systemdruck
 - ✓ Rohrleitungsdämmung
 - ✓ Regelungsparameter
 - ✓ Pumpendrehzahlstufe
 - ✓ **Frostschutz, Korrosionsschutz, Druck** im Ausdehnungsgefäß, etc.
 - ✓ Funktionalität des Sicherheitsventils
 - ✓ spezifischem Kollektorertrag
 - ✓ Wärmemengenzähler
 - Monatliche Erträge mit Sollwert als Referenz

- Bereits vor der Beauftragung der ausführenden Firma ist zu fixieren = im Vergabevertrag festsetzen:
 - ✓ Mindestens zu erreichender spezifischer Kollektorertrag
 - ✓ Max. Rücklauftemperaturen
 - ✓ **Verpflichtende Optimierungsphase**

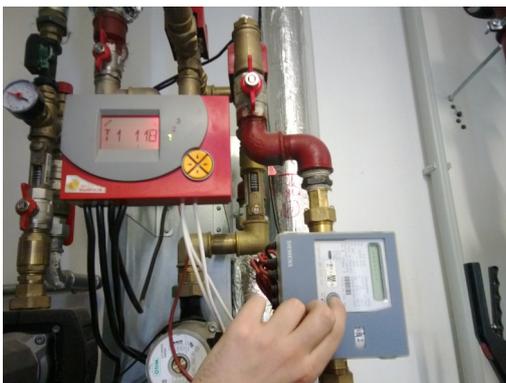


Abbildung 22: Anlagenoptimierung

- Die AEE NOW unterstützt Sie gerne bei der Optimierung oder Neuplanung Ihrer Anlage.

Notizen

Fazit und Ausblick

Um solare Deckungsgrade im Wärmesektor zu erhöhen und damit größere Kollektorfelder (Energiebezugsflächen) für den solaren Energieertrag zu realisieren, ist die Solarnutzung alleine für die Warmwasserbereitung nicht ausreichend. Die Energie aus Solarthermieanlagen hat, aufgrund der im Projekt vorgefundenen großen Dach- und Überdachungsflächen, genug Potential um auch intensiver zur Beheizung von Hallen oder auch den Freiflächensportanlagen herangezogen zu werden. Hier ist ein großes Interesse an der Beheizung sowohl von Hallenflächen aber vor allem den Outdoorflächen zur Frostfreihaltung bekundet worden.

Das Potential von Massenaktivierung, sei es Beton oder Erdreich, sollte in weiteren Forschungsarbeiten untersucht werden. Da vor allem im Profisport und immer mehr auch im Semiprofibereich Sportanlagen im Winter in Betrieb sein müssen und dabei vermehrt die Sportaußenanlagen eisfrei zu halten sind (oft eine Lizenzgrundlage), ergibt sich ein zusätzliches großes Potential zur Reduktion des Primärenergieverbrauchs. Rasenheizung mit Solarthermie ist ein spannendes und noch sehr unbekanntes System bei Fußballanlagen.

Die Qualität der ausgeführten Haustechnikanlagen im Allgemeinen, und der Solaranlagen im Speziellen, muss auch durch einfaches und standardisiertes Qualitätsmanagement gewährleistet werden. Anlagen ohne Wärmedämmung, mit nicht abgestimmter Regelung, ineffizienter Speichertechnik, sowie die Missachtung der Hygienevorschrift, müssen vermieden werden. Dieses Qualitätsmanagement zu definieren und umzusetzen ist eine Herausforderung für die Zukunft des Sportstättenbaus und -betriebs.

Weiterführende Links

www.aee-now.at

www.solid.at

www.aee-intec.at

www.oeiss.org

www.asvoe.at

Der gegenständliche Leitfaden „Effiziente Solarsysteme für Sport- und Freizeiteinrichtungen - Leitfaden zur optimierten Anlagenerrichtung“ wurde im Zuge des Projektes „Effiziente Solarsysteme für Sport- und Freizeiteinrichtungen“ (im Rahmen des Forschungsprogrammes „Neue Energien 2020 – 5. Ausschreibung“ des Klima und Energiefonds) erstellt.

Projektleitung:

Andreas Reiter

AEE NÖ-Wien,

Karolinengasse 32/1, 1040 Wien

01/710 75 23

office@aee-now.at

www.aee-now.at



In Kooperation mit:

S.O.L.I.D. Gesellschaft für Solarinstallation und Design mbH



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