



Produktfamilie Solex

Technische Daten und Auslegung



Reinhard Solartechnik GmbH
Brückenstr. 2 D-28857 Syke
Tel. 04242 80106 Fax. 04242 80079
solar@reinhard-solartechnik.de
www.reinhard-solartechnik.de





Produktfamilie Solex



SolexMini



SolexMidi



SolexMaxi

Einsatzgebiet von Solaren Übertragungsstationen Produktfamilie Solex

Aus Gründen des Frostschutzes wird der Solarkreis eines thermischen Solarsystems mit einem Polypropylenglykol-Wassergemisch befüllt. Das Heizungssystem wird i.d.R. mit Wasser betrieben. Um die Wärmeenergie von dem Solarkreis in den Heizungskreis zu übertragen, wird ein Wärmetauscher eingesetzt. Bei Kleinanlagen übernimmt meist ein in den Speicher integrierter Glattrohrwärmetauscher diese Aufgabe. Werden die Kollektorfelder größer, reicht die Übertragungsleistung dieser Wärmetauscher nicht mehr aus. Bei Großanlagen übernehmen solare Übertragungsstationen die Aufgabe, die in den Kollektoren gesammelte Wärmeenergie in den Heizungswasserkreis zu übertragen.

Herzstück dieser Module ist ein Plattenwärmetauscher, der durch seine Betriebsweise im Kreuzstrom eine hervorragende Wärmeübertragung ermöglicht.

Die Betriebsbedingungen am Wärmetauscher variieren aufgrund von Strahlungsschwankungen, Puffertemperaturen und unterschiedlichen Systemanforderungen. Um das Gesamtsystem optimal betreiben zu können, müssen die Volumenströme am Wärmetauscher dem jeweiligen Regelungsziel und den aktuellen Gegebenheiten angepasst werden.

Zu diesem Zweck werden in den Solex-Modulen Hocheffizienzpumpen eingesetzt, die über einen extrem großen Stellbereich verfügen. Die Regelung kann so die Pumpen in einem sehr großen Einsatzbereich optimal an die aktuell erforderlichen Volumenströme anpassen. Zudem sparen die eingesetzten Pumpen im Vergleich zu den herkömmlichen Asynchronpumpen weit mehr als 50% der elektrischen Antriebsenergie ein und entsprechen bereits jetzt den ab 2015 geltenden EuP/ErP-Richtlinien.

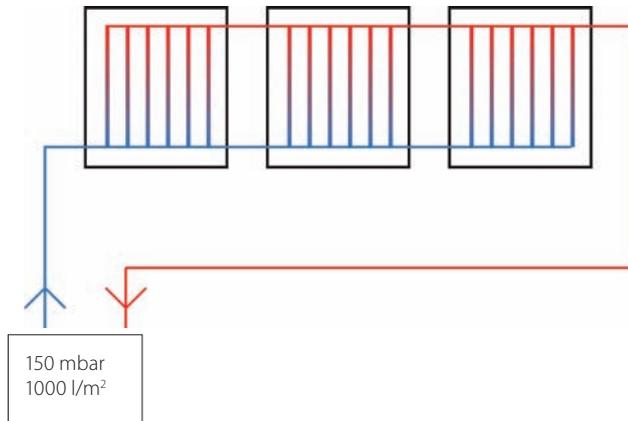
Die Regelung wird voreingestellt, montiert und verdrahtet ausgeliefert, so dass eine einfache Anpassung an das reale System gewährleistet ist.

Der Einsatz von Volumenstromsensoren in den Solex-Modulen ermöglicht eine leistungsbezogene Regelung, sichert eine effektive Anlagenüberwachung und bietet zudem eine integrierte Wärmemengenzählung.

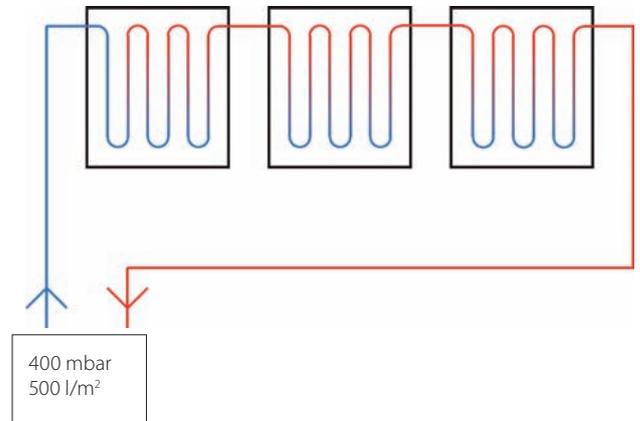
Die Solex-Module sind mit Sicherheits-, Absperr- und Spülarmaturen ausgestattet, so dass das Solarsystem sicher und schnell in Betrieb genommen werden kann.



High-Flow-Anlage mit Harfenkollektoren



Low-Flow-Anlage mit Mäanderkollektoren



Auslegung eines Solex-Moduls

Unterschiedliche KollektorbaufORMen benötigen für einen störungsfreien und effektiven Betrieb bei gleicher Kollektorfeldgröße sehr unterschiedliche Volumenströme. Die hydraulische Verschaltung des Kollektorfeldes kann neben der KollektorbaufORM ebenfalls einen Einfluss auf den optimalen Durchfluss des Solarkreises haben. Die entsprechenden Werte sind mit dem Hersteller der Kollektoren abzustimmen, oder aus den technischen Unterlagen der Kollektoren zu entnehmen.

Die Solarsysteme werden grob in sog. High-Flow und Low-Flow-Systeme eingeteilt. High-Flow-Systeme werden mit einem größeren Volumenstrom und einer kleineren Temperaturpreizung zwischen Kollektoreintritt und –austritt betrieben. Der Druckverlust dieser Systeme ist i.d.R. kleiner als bei Low-Flow-Systemen. Low-Flow-Systeme arbeiten dementsprechend mit geringerem Volumenstrom und einer größeren Temperaturpreizung. Die Solex-Übertragungsstationen können sowohl in High-Flow-Solarthermieanlagen als auch in Low-Flow-Anlagen eingesetzt werden.

Die unten angegebenen Werte für den spezifischen Volumenstrom beziehen sich auf den Nennvolumenstrom. Je nach Regelungsziel und den Randbedingungen wird der tatsächliche Volumenstrom im Teillastbereich durch die Regelung angepasst und kann erheblich kleiner sein als der errechnete Nennvolumenstrom.

In **High-Flow-Anlagen** liegt der Volumenstrom bei 25-40 Liter je Quadratmeter Kollektorfläche und Stunde bzw. 0,42-0,67 Liter je Quadratmeter Kollektorfläche und Minute.

In **Low-Flow-Anlagen** liegt der Volumenstrom bei 10-20 Liter je Quadratmeter Kollektorfläche und Stunde bzw. 0,17-0,33 Liter je Quadratmeter Kollektorfläche und Minute.

Der **Gesamtvolumenstrom** in einer Solarthermieanlage hängt ab von:

- Betriebsweise (High-Flow/Low-Flow) der Anlage
- Kollektorfläche
- Leistung des Wärmetauschers (sekundär)

Die **Auslegung der Umwälzpumpe** hängt ab von:

- Volumenstrom
- Druckverluste von Wärmetauscher, Kollektor, Verrohrung

Bei der Auswahltabelle der richtigen Solex ist von einer Mindestrestförderhöhe von ~ 5 mWS (~50 kPa) ausgegangen worden. Wenn das reale Kollektorfeld (inkl. Rohrleitungen) einen größeren Druckverlust hat, muss eine detaillierte Auslegung vorgenommen werden.

Auswahltabelle Solare Übertragungsstationen – Solex

Kollektorfläche in m²	15	20	25	30	40	50	60	70	80	90	100
Spezifischer Volumenstrom in l/h											
15	Mini	Mini	Mini	Midi	Midi	Midi	Maxi	Maxi	Maxi	Maxi	Maxi
20	Mini	Mini	Mini	Midi	Midi	Midi	Maxi	Maxi	Maxi	Maxi	Maxi
25	Mini	Mini	Mini	Midi	Midi	Maxi	Maxi	Maxi	Maxi	***	***
30	Mini	Mini	Mini	Midi	Midi	Maxi	Maxi	***	***	.-	.-
35	Mini	Mini	Midi	Midi	Maxi	Maxi	***	***	.-	.-	.-
40	Mini	Midi	Midi	Midi	Maxi	Maxi	***	.-	.-	.-	.-

*** genauere Auslegung erforderlich



Produktfamilie SolexMini Basic / Premium



SolexMini Basic



SolexMini Premium

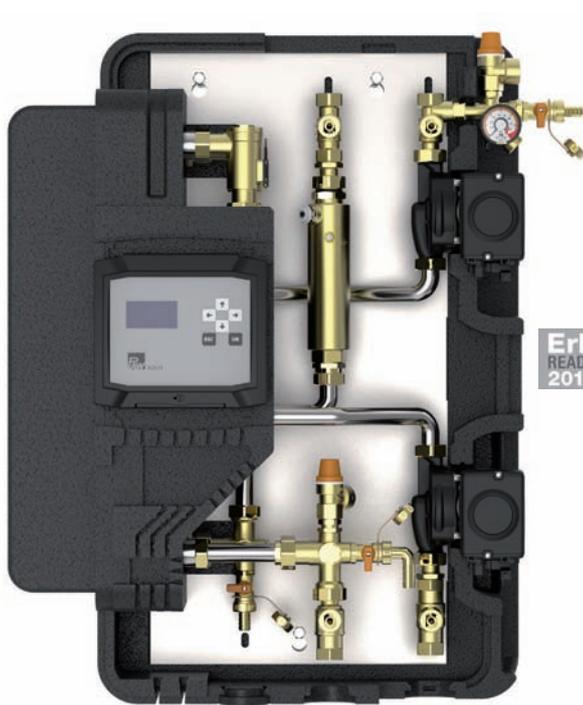


Technische Daten	SolexMini Basic bis 25 m ² Kollektorfläche	SolexMini Premium bis 25 m ² Kollektorfläche
Werkstoffe		
Armaturen	Messing	
Dichtungen	Klingersil/EPDM	
Isolierung	EPP	
Schwerkraftbremsen	Messing	
Wärmetauscher	Platten + Stutzen: 1.4401 (AISI 316) Lot 99,99% Kupfer	
Technische Daten		
Max. Druck	primär: 6 bar / sekundär: 3 bar	
Max. Betriebstemperatur	primär: 120 °C / sekundär: 95 °C	
Maße		
Anschlüsse	¾" IG	
Breite	430 mm	
Höhe	680 mm	
Tiefe	250 mm	
Ausstattung		
Wärmetauscher	24 Platten (IC8T)	
Schwerkraftbremsen	primär / sekundär: 200 mmWS	
Sicherheitsventil	primär / sekundär: 6 bar	
Manometer	0-6 bar, hochtemperaturfest	
Volumenstrommessung	FlowCheck, Messbereich: 1-20 l/min	FlowRotor mit Hall-Sensor, Messbereich: 0,5-15 l/min
Sensoren	1 PT1000 (eingebaut) 2 PT1000 (beigelegt)	3 PT1000 (eingebaut) 3 PT1000 (beigelegt)
Regler	SC3.6	SC4.16
Dimensionierung*		
Spezifischer Volumenstrom	Max. Volumenstrom 750 l/h	
15 l/m ² h	25 m ² Kollektorfläche	
20 l/m ² h	25 m ² Kollektorfläche	
25 l/m ² h	25 m ² Kollektorfläche	
30 l/m ² h	25 m ² Kollektorfläche	
35 l/m ² h	21 m ² Kollektorfläche	
40 l/m ² h	19 m ² Kollektorfläche	

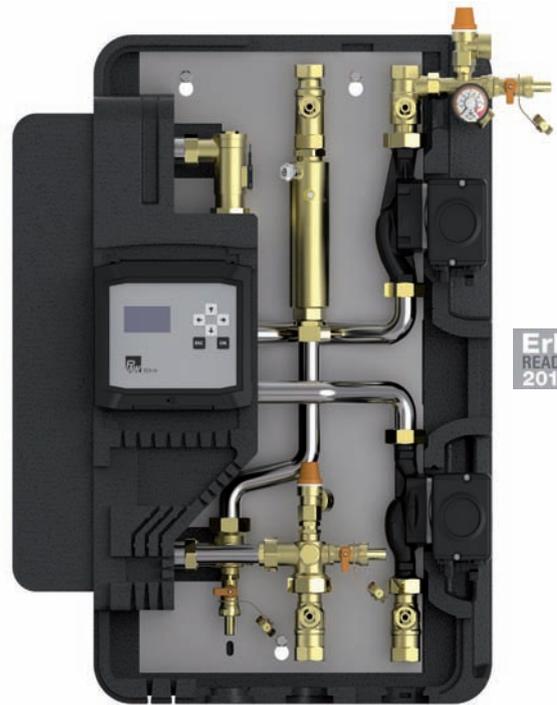
*bei ca. 5 mWS Restförderhöhe



Produktfamilie SolexMidi / SolexMaxi



SolexMidi



SolexMaxi



Technische Daten	SolexMidi bis 50 m ² Kollektorfläche	SolexMaxi bis 100 m ² Kollektorfläche
Werkstoffe		
Armaturen	Messing	
Dichtungen	Klingersil/EPDM	
Isolierung	EPP	
Schwerkraftbremsen	Messing	
Wärmetauscher	Platten + Stützen: 1.4401 (AISI 316) Lot 99,99% Kupfer	
Technische Daten		
Max. Druck	primär: 6 bar / sekundär: 3 bar	
Max. Betriebstemperatur	primär: 120 °C / sekundär: 95 °C	
Maße		
Anschlüsse	¾" IG	1" IG
Breite	646 mm	648 mm
Höhe	795 mm	828 mm
Tiefe	298 mm	298 mm
Ausstattung		
Wärmetauscher	30 Platten (IC 25)	60 Platten (IC 25)
Schwerkraftbremsen	primär: 2 x 200 mmWS / sekundär: 200 mmWS	
Sicherheitsventil	primär / sekundär: 6 bar	
Manometer	0-6 bar, Hochtemperaturfest	
Volumenstrommessung	FlowRotor mit Hall-Sensor, Messbereich: 2-50 l/min	
Sensoren	3 PT1000 (eingebaut) 3 PT1000 (beigelegt)	
Regler	SC4.16	
Dimensionierung*		
Spezifischer Volumenstrom	Max. Volumenstrom 1200 l/h	Max. Volumenstrom 2000 l/h
15 l/m ² h	50 m ² Kollektorfläche	100 m ² Kollektorfläche
20 l/m ² h	50 m ² Kollektorfläche	100 m ² Kollektorfläche
25 l/m ² h	48 m ² Kollektorfläche	80 m ² Kollektorfläche
30 l/m ² h	40 m ² Kollektorfläche	67 m ² Kollektorfläche
35 l/m ² h	34 m ² Kollektorfläche	57 m ² Kollektorfläche
40 l/m ² h	30 m ² Kollektorfläche	50 m ² Kollektorfläche

*bei ca. 5 mWS Restförderhöhe



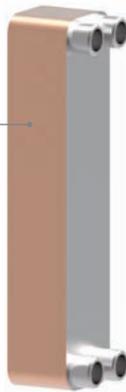
SolexMini Basic Features - Übersicht

Airstop

zur permanenten Entgasung
des Wärmeträgermediums

Großzügig dimensionierter, hocheffizienter Plattenwärmetauscher:

- mit großer thermischer
Länge für eine geringe
Rücklauftemperatur
- aus AISI 316



Heizungssicherheitsventil 3 bar



Sicherheitsventil

TÜV-geprüft, 6 bar



Solar-Befüllhahn

Solar Manometer

0 - 6 bar

Anschluss für MAG

3/4" AG



Solar-Entleerhahn

FlowCheck

zum Abgleich der Volumenströme
• Messbereich 1 - 20 l/min

Solarregler SC3.6

- mit temperaturgeführter
Speicherbeladung
und optionaler
Wärmemengenbilanzierung



Ganzmetall-Thermometer

solarseitig 0-160 °C
heizungsseitig 0-120 °C

Aufstellbare Messing- Schwerkraftbremse

Thermokugelhahn, 3/4":

- im Heizungs- und Solarkreis
- Messinggehäuse
- Spindel unter Druck austauschbar
- Temperatur-Messung durch
die Spindel im Medium



Standardpumpe:

- mit Seriennummer
- bewährte Asynchrontechnik
- 1-eisiger Lauf

Ausführliche bebilderte Bedienungsanleitungen

in folgenden Sprachen
verfügbar:





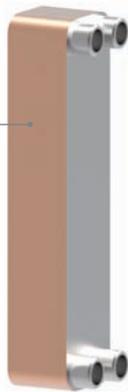
SolexMini Premium Features - Übersicht

Airstop

zur permanenten Entgasung
des Wärmeträgermediums

Großzügig dimensionierter, hocheffizienter Plattenwärmetauscher:

- mit großer thermischer
Länge für eine geringe
Rücklauftemperatur
- aus AISI 316



Heizungssicherheitsventil 3 bar



Sicherheitsventil

TÜV-geprüft, 6 bar



Solar-Befüllhahn

Anschluss für MAG

3/4" AG

Solar Manometer

0 - 6 bar

RL-Temperatursensor

PT1000



Solar-Entleerhahn

FlowRotor mit Hall-Sensor und Funktionskontrolle:

- zur exakten Durchflussmessung
im Solarkreis
- Messbereich 0,5 - 15 l/min



Hocheffizienzpumpe:

- mit Seriennummer
- ErP und EuP READY
- bis zu 50% Energieeinsparung
- bessere Regelbarkeit
- 1-eisiger Lauf

Solarregler SC4.16

- mit temperaturgeführter Speicherbeladung
und Wärmemengenbilanzierung
- einfache PC-Anbindung via USB und LAN
- Anbindung an Gebäudeleittechnik (GLT)



Ganzmetall-Thermometer

solarseitig 0-160 °C
heizungsseitig 0-120 °C



Aufstellbare Messing- Schwerkraftbremse

Thermokugelhahn, 3/4":

- im Heizungs- und Solarkreis
- Messinggehäuse
- Spindel unter Druck austauschbar
- Temperatur-Messung durch
die Spindel im Medium

Ausführliche bedruckte Bedienungsanleitungen

in folgenden Sprachen
verfügbar:

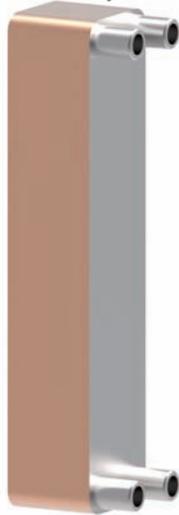




SolexMidi Features - Übersicht

Großzügig dimensionierter, hocheffizienter Plattenwärmetauscher:

- mit großer thermischer Länge für eine geringe Rücklauftemperatur
- aus AISI 316



FlowRotor:

- zur genauen Durchflussmessung
- Messbereich: 2-50 l/min



Sicherheitsventil

- TÜV-geprüft, 6 bar



Solar-Befüllhahn

Anschluss für MAG

- 3/4" IG

Solar Manometer

- 0 - 6 bar

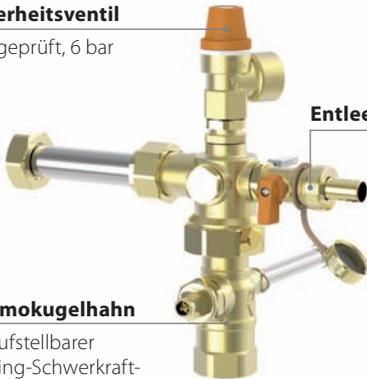


Airstop

- zur permanenten Entgasung des Wärmeträgermediums

Sicherheitsventil

- TÜV-geprüft, 6 bar



Entleerhahn

Thermokugelhahn

- mit aufstellbarer Messing-Schwerkraftbremse



Solarregler SC4.16

- mit temperaturgeführter Speicherbeladung und Wärmemengenbilanzierung
- einfache PC-Anbindung via USB und LAN
- Anbindung an Gebäudeleittechnik (GLT)



Entleerhahn

VL-Temperatur-sensor PT1000

- extrem schnelle Temperaturerfassung

Aufstellbare Messing-Schwerkraftbremse

Thermokugelhahn, 1":

- im Heizungs- und Solarkreis
- Messinggehäuse
- Spindel unter Druck austauschbar
- Temperatur-Messung durch die Spindel im Medium



Hocheffizienzpumpe:

- mit Seriennummer
- ErP und EuP READY
- bis zu 50% Energieeinsparung
- bessere Regelbarkeit
- leiser Lauf



Ausführliche bebilderte Bedienungsanleitungen

- in folgenden Sprachen verfügbar:

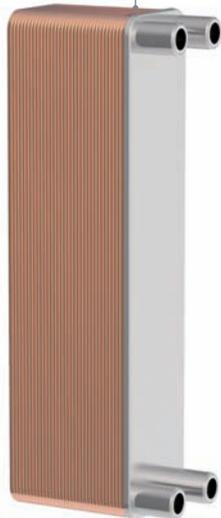




SolexMaxi Features - Übersicht

Großzügig dimensionierter, hocheffizienter Plattenwärmetauscher:

- mit großer thermischer Länge für eine geringe Rücklauftemperatur
- aus AISI 316



FlowRotor:

zur genauen Durchflussmessung
• Messbereich: 2-50 l/min



Sicherheitsventil

TÜV-geprüft, 6 bar



Solar-Befüllhahn

Solar Manometer

0 - 6 bar

Anschluss für MAG

3/4" IG

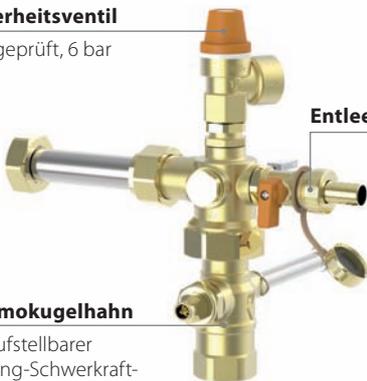


Airstop

zur permanenten Entgasung des Wärmeträgermediums

Sicherheitsventil

TÜV-geprüft, 6 bar



Entleerhahn

Thermokugelhahn

mit aufstellbarer Messing-Schwerkraftbremse



Entleerhahn

VL-Temperatur-sensor PT1000

extrem schnelle Temperaturerfassung

Aufstellbare Messing-Schwerkraftbremse

Thermokugelhahn, 1":

- im Heizungs- und Solarkreis
- Messinggehäuse
- Spindel unter Druck austauschbar
- Temperatur-Messung durch die Spindel im Medium



Hocheffizienzpumpe:

- mit Seriennummer
- ErP und EuP READY
- bis zu 50% Energieeinsparung
- bessere Regelbarkeit
- eiser Lauf



Solarregler SC4.16

- mit temperaturgeführter Speicherbeladung und Wärmemengenbilanzierung
- einfache PC-Anbindung via USB und LAN
- Anbindung an Gebäudeleittechnik (GLT)

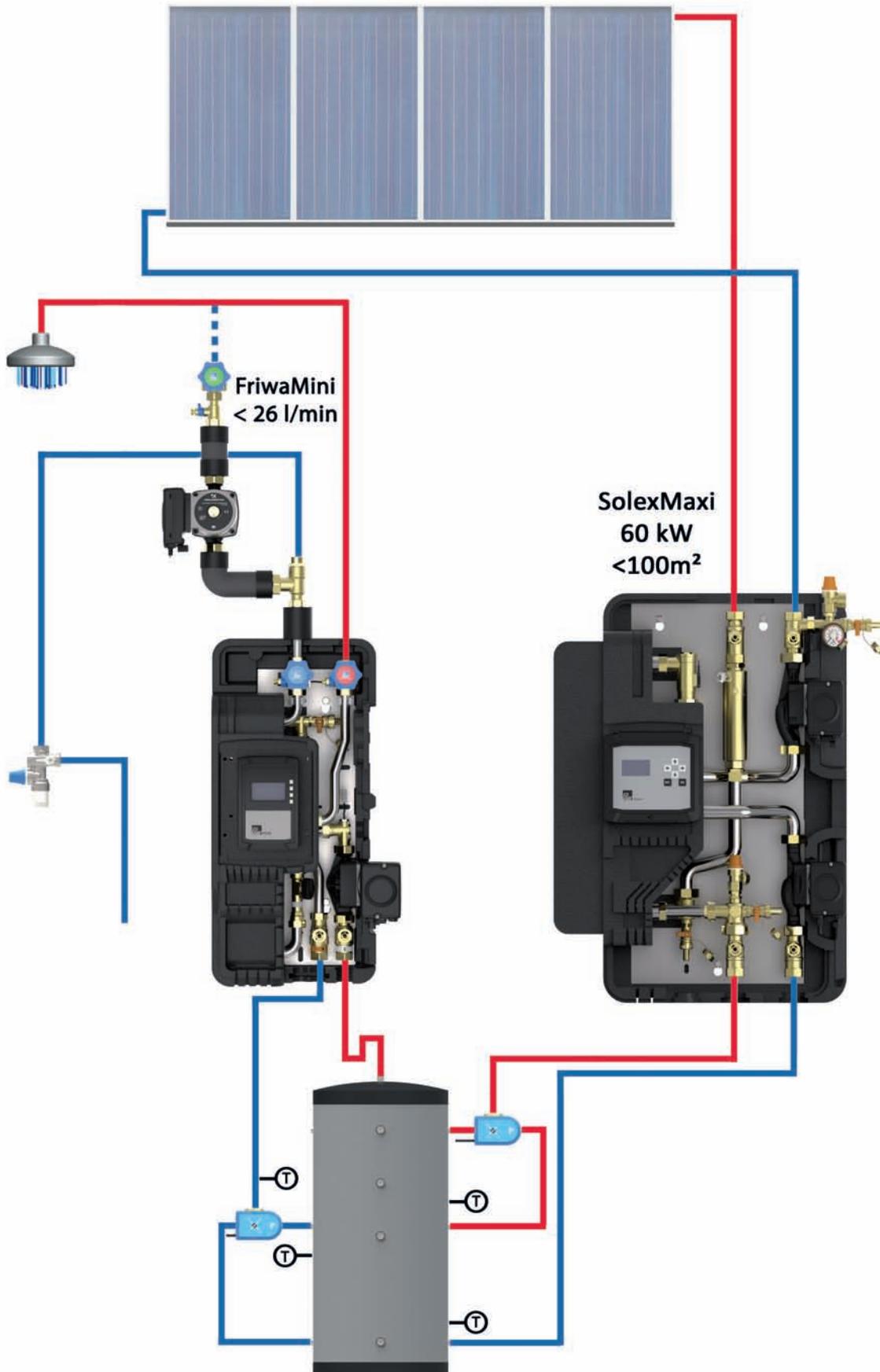


Ausführliche bebilderte Bedienungsanleitungen in folgenden Sprachen verfügbar:



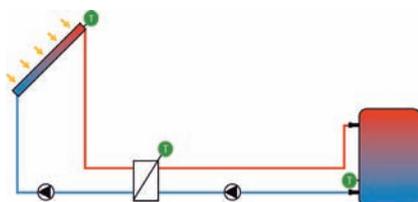


Produktfamilie Solex Montagebeispiel





Produktfamilie Solex Solarregler SC3.6



Externer Wärmetauscher,
Pumpenlogik

Regler SC3.6 für Solare Übertragungsstationen

Der kompakte Solarregler SC3.6 ist komplett montiert und konfiguriert, so dass Sie nur noch Kollektorfeld- und Speicherfühler installieren und anschließen müssen.

Das grafisch animierte LCD-Display sorgt für einen schnellen und einfachen Überblick über die Solaranlage und ihren Betriebszustand. Piktogramme erleichtern die Programmierung des Reglers.

Der Regler verfügt über vorprogrammierte Anlagensysteme und ist für Solaranlagen mit einem Pufferspeicher geeignet.

Durch den dritten Relaisausgang und einen potentialfreien Schaltausgang für Schutzkleinspannung können zusätzlich Regel- und Alarmfunktionen individuell verwendet werden.

Durch die Sensoren ist neben der Temperaturerfassung auch die Wärmemengenbilanzierung auf Grundlage einer Durchflussberechnung möglich. Bei höheren Ansprüchen kann diese natürlich auch mit Hilfe eines Impulsgebers oder eines PAW-FlowRotors erfolgen.

Eine detaillierte Anlagenüberwachung und Datenspeicherung über das Internet sind optional auf Anfrage erhältlich.

ÜBERSICHT REGLERFUNKTIONEN

Regler SC3.6

Anzeige	grafisch animiertes LCD-Display
Bedienung	4 Drucktaster
Relaisausgänge	2 x 230 V, Halbleiterrelais 1 x potenzialfreier Schaltausgang 2 x PWM-Signal zur Drehzahlregelung
Fühlereingänge	5 x PT1000
Volumenstromsensor (Impuls), FlowRotor	ja
Wärmemenge (Impulsgeber, Berechnung)	ja
Nachheizung	ja
Alarmausgang	ja
Zirkulation (temperatur- / zeitgesteuert)	ja
Urlaub (Speicherrückkühlung)	ja
Feststoffkessel	ja
Stagnationsreduzierung	ja
Aktives Kühlen	ja
Speicherschnellbeladung	ja
Thermostat	ja
Intervall- / Röhrenkollektor	ja



Produktfamilie Solex Solarregler SC4.16



Regler SC4.16 für solare Übertragungsstationen mit externen Wärmetauschern

Der PAW-Regler SC4.16 ist für solare Übertragungsstationen entwickelt und beherrscht das patentierte Verfahren des exergieoptimierten Speichermanagements. Er kann somit über einen externen Wärmetauscher bis zu drei Speicher beladen.

Eine Vielzahl von integrierten Sensoren ermöglicht ein effektives Systemmonitoring. Der eventgesteuerte Datenlogger sowie eine USB-Schnittstelle sind im Regler integriert. Zur Datenübertragung kann ein LAN-Modul nachgerüstet werden.

Die kostenlose PC-Software zur Programmierung und Visualisierung des Reglers runden das Paket ab.

Übersicht Ein- und Ausgänge SC4.16

4 Ausgänge (230 V)	3 x Halbleiter, Drehzahlregelung für konventionelle Pumpen 1 x Relais (Schließer)
4 Ausgänge (10 V)	4 x 0-10 V / PWM (1,9 kHz), Drehzahlregelung für Hocheffizienzpumpen (Arbeitsweise für jeden Ausgang frei wählbar)
8 Eingänge (PT1000)	8 x PT1000, Temperaturmessung über Widerstandsmessfühler
8 Analogeingänge (4 Kombisensoren: Temperatur/Volumenstrom Temperatur/Druck)	Temperatur- / Druck- oder Volumenstromsensoren Kanal A: 0 - 5 V Kanal B: 0 - 5 V oder Impuls
Kommunikationsschnittstellen:	
• RS485 • USB Optional: LAN	

Hardware

Grafikdisplay und übersichtliches Tastenfeld

- zur intuitiven Bedienung

Großer Anschlussraum

- Durch das besondere Platinenkonzept können alle Ein- und Ausgänge bequem angeschlossen werden.

Steckbare Klemmen

- Die Anschlüsse sind als steckbare Klemmen ausgeführt, so dass im Servicefall eine Platine in kürzester Zeit getauscht werden kann. Die zum Teil recht umfangreiche Verdrahtung muss dazu nur schnell abgezogen und wieder aufgesteckt werden.

USB-Schnittstelle

- Einfaches Konfigurieren der Anlagenparameter
- Einspielen von Software-Updates
- Anlagenvisualisierung via PC-Software

RS485-Schnittstelle

- Als Schnittstelle zu weiteren Reglern
- PAW Modbus-Server zur Integration in der Gebäudeleittechnik.

Zubehör	Art.Nr.
LAN-Modul zur Fernsteuerung und Anlagenüberwachung inkl. FTP-Downloadzugang für PC und Firmware (Win XP / WIN 7)	auf Anfrage
Modbus-Server Zur Anbindung des SC4.16 an die Gebäudetechnik. Inkl. 5 m-Busleitung und Steckernetzteil	



Produktfamilie Solex Solarregler SC4.16

Das exergieoptimierte Speichermanagement

Konventionelle Regler stellen die Drehzahl der Pumpen abhängig von einer Temperaturdifferenz ΔT ein. Dabei wird vorausgesetzt, dass eine bestimmte Drehzahlanpassung immer eine definierte Volumenstromänderung hervorruft. Die individuelle Hydraulik der Anlage wird bei diesem Regelschema nicht berücksichtigt.

Um zu bestimmen, welcher Speicher beladen wird, muss bei konventionellen Reglern die Temperaturerhöhung am Kollektor gemessen werden. Im Normalfall schaltet der Regler hierzu die Pumpen ab und beobachtet den Temperaturanstieg im Kollektor über einen bestimmten Zeitraum. Erst nach der Analyse dieses Anstiegs wird ein Speicher angewählt oder es beginnt eine erneute Wartezeit.

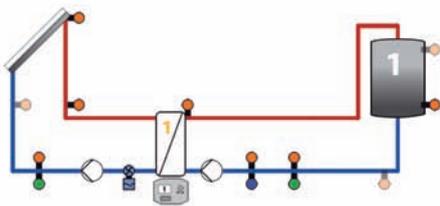
Die neue Regelstrategie für exergieoptimiertes Speichermanagement, wie sie im Regler SC4.16 umgesetzt ist, ermöglicht hingegen die kontinuierliche Messung und Berechnung der zu erwartenden thermischen Leistung. Somit kann direkt und verlustfrei zum jeweils optimalen Speicher umgeschaltet werden. Die technische Umsetzung dieser neuen Strategie ist erst dadurch möglich geworden, dass heute genauere Sensoren und fein regelbare Hocheffizienzpumpen zu wettbewerbsfähigen Preisen erhältlich sind.

Auch der Trend zu immer komplexeren Anlagen mit größeren Kollektorflächen machte neue Lösungen jenseits der Temperaturdifferenzregelung erforderlich.

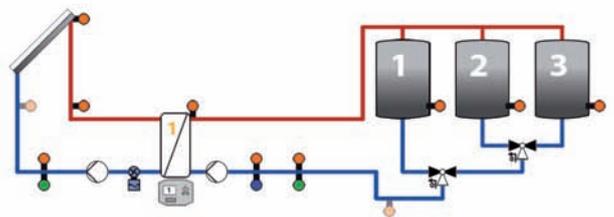
Die neue Regelstrategie basiert auf der Messung des Massenstroms \dot{m} und der Temperaturen im Primär- und Sekundärkreis der Anlage. Abhängig vom so ermittelten Wärmestrom am Wärmetauscher werden die Drehzahlen der Primär- und der Sekundärpumpe asynchron geregelt. Dadurch wird die solar gewonnene Energie auf ein nutzbares Potenzial angehoben.

Diese Exergie muss nun durch das Speichermanagement sinnvoll auf ein oder mehrere Speicher mit unterschiedlichen Temperaturniveaus verteilt werden. Exergetisch optimiertes Speichermanagement bedeutet, dass nur temperaturerhaltend oder temperaturerhöhend beladen wird. Die Beladungsstrategie kann für jeden Speicher einzeln konfiguriert werden. Hierbei kann der Nutzer die Minimaltemperatur oder die Temperaturdifferenz einstellen, ab der ein Speicher beladen wird.

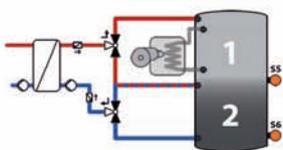
Regelungskonzepte Solarregler SC4.16



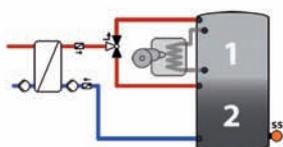
Topladung ohne Rücklauf-Umschaltung



Topladung mit Rücklauf-Umschaltung
3 Speicher / 3-Wege



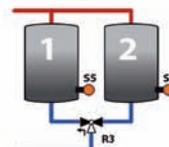
Topladung mit Rücklaufumschaltung



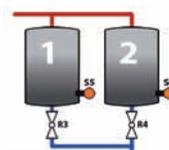
Topladung mit konstantem Rücklauf



Schichtladung mit 2-Speicher-Strategie



Topladung mit Rücklaufumschaltung
2 Speicher / 3-Wege



Topladung mit Rücklaufumschaltung
2 Speicher / 2-Wege