TECHNISCHE DOKUMENTATION

SOLINK

400 MH/MV & 490 LH

Die Energiequelle für Wärmepumpen

Anwendung • Einsatz

SOLINK stellt für Sole-Wärmepumpen einen neuen Typ der Energiequelle dar. Er kann in allen Gebäudearten zum Heizen und Kühlen zum Einsatz kommen. Bei entsprechender Auslegung wird der jährliche Strombedarf der Wärmepumpe gedeckt.

- SOLINK kann auf Flach- oder Schrägdächern, an der Fassade oder frei aufgeständert zum Einsatz kommen
- Bestehende Wärmepumpenheizungen können mit SOLINK erneuert werden
- Zu klein dimensionierten Erdsonden können z. B. nach einem Wärmepumpenaustausch regeneriert werden
- Gesetzliche Auflagen bzgl. dem Mindestanteil an erneuerbarer Energie lassen sich in Verbindung mit Sole-Wärmepumpen erfüllen

Besondere Vorteile

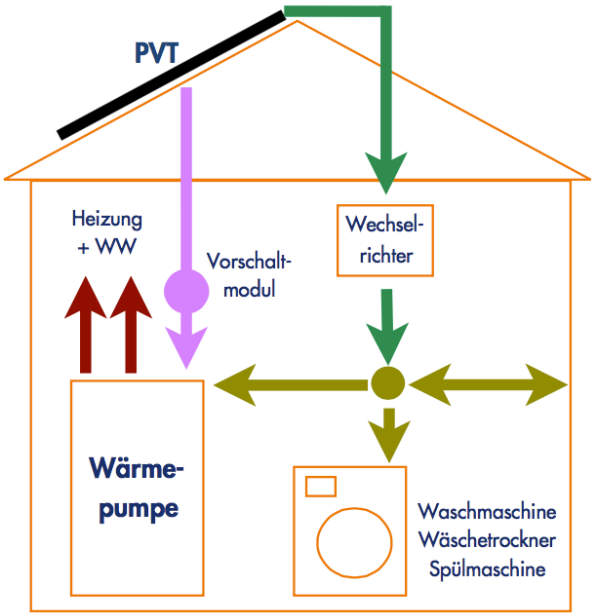
- Echte Alternative zu Erdsonden und Erdreich-Wärmetauschern
- Lautloser Betrieb
- Bessere Wirtschaftlichkeit im System als Luft-Wärmepumpe mit PV-Anlage
- Gleiche oder geringere Investitionskosten im System als Erdsonden-Wärmepumpe mit PV-Anlage
- Hocheffizientes klimafreundliches System
- Wärme-, Kälte und Stromproduktion mit einer Dachmontage möglich
- 6 - 10% höherer PV-Ertrag bei Heizbetrieb durch PV-Modul-Kühlung

Inhalt

1 Anschluss an Wärmepumpe 3
1.1 Geeignete Wärmepumpen 3
1.2 Begrenzung der Sole-Temperatur 3
1.3 Enteisung und Schneeabrutschen 3
1.4 SOLUS II - Kombispeicher 4
1.5 Wärmetauscher und Puffervolumen für Schneeabrutschen/Enteisen 4
1.6 Hybridbetrieb mit Kessel 4
1.7 Kopplung mit Erdsonde, Erdreichwärmetauscher oder kalter Nahwärme 5
1.8 CONTROL 602 SOLINK 5
1.9 Gebäudekühlung (in Vorbereitung) 5
1.10 Anschluss Heizkreis-Seite 6
1.11 Hydraulikschemata 6
2 Dimensionierung 15
2.1 Wärmepumpenleistung 15
2.2 Kollektorfläche 15
2.3 Kollektorfelder 16
2.4 Dach, Abstände der Kollektorreihen, Schnee 16
2.5 Simulation 18
2.6 Hydraulikauslegung 19
2.7 Ausdehnungsgefäß 20
2.8 Auslegung PV-Feld 20
3 Gebäudeintergration, Leitung, Montagezubehör 20
3.1 Anschlusszubehör 20
3.2 Leitungssystem 20
4 Kollektor- und Montagemaße 23
4.1 Kollektormaße 23
4.2 Montagesystem 24
4.3 Feld- und Anschlussmaße 25
5 Technische Daten 28
5.1 Korrosionsschutz 28
6 Zulassung, Förderung 28
6.1 Solar Keymark 28
6.2 Hagelbeständigkeit, Hagelklasse 29
6.3 Förderung (Deutschland) 29
6.4 Patent 29

1 Anschluss an Wärmepumpe

SOLINK-Module werden anstelle von Erdreichwärmetauschern an einer Sole-Wärmepumpe angeschlossen.



1.1 Geeignete Wärmepumpen

SOLINK-Module sind für den Betrieb mit ausgewählten Standard-Sole-Wärmepumpen vorgesehen.

Für eine hohe Effizienz, d. h. minimierten Betrieb einer Zusatz-Elektroheizung, sollte die minimal zulässige Sole-Eintrittstemperatur möglichst tief sein: entsprechend der tiefsten Lufttemperaturen der Region, wo die Anlage betrieben werden soll. Bei minimalen Außentemperaturen von -10 °C ... -12 °C:

Min. Soleeintrittstemperatur ≤ -15 °C

Bei Hybridanlagen – z. B. Kombination einer SOLINK-Wärmepumpe mit einem Gaskessel für Bestandsgebäude – kann eine normale Sole-Wärmepumpe mit üblichen Einsatzgrenzen (Sole-Eintritt -5 °C ... -10 °C) verwendet werden.

1.2 Begrenzung der Sole-Temperatur

Die Vorlauftemperatur des Kollektorfelds (Verdampfer-Eintrittstemperatur) muss entsprechend der Grenztemperatur der Wärmepumpe nach oben begrenzt werden. Dies erfolgt über ein Mischventil.

Consolar bietet aktive Mischventile (DN 25 bis DN 65), sowie Pumpengruppen für Enteisung und Rückkühlung (DN 25 und DN 40) an. Die Ansteuerung des Mischventils erfolgt i. d. R. über den CONTROL 602 SOLINK (siehe 1.8). Für Kleinanlagen bis 7 kW (B-15/W35) ohne Enteisungsfunktion (siehe 1.11.2) wird ein passives Thermostatventil mit Anschluss DN 32 angeboten.

1.3 Enteisung und Schneeabrutschen

Die SOLINK-Module sind so konzipiert, dass auch bei tiefen Betriebstemperaturen die Vereisung auf der Vorderseite und somit PV-Ertragseinbußen minimiert sind. Die Vereisung des Wärmetauschers auf der Rückseite ist i. d. R. unkritisch. Für einen effizienten Betrieb wird dennoch insbesondere für monovalente Anlagen oder bei Flachdach-Aufständerung eine hydraulische und regelungstechnische Integration empfohlen, bei der das Modul bei Bedarf enteist werden kann. Dort kann mit der Funktion von hinten angewehter und evtl. anfrierender Schneeregen oder Schnee angetaut werden. Über die gleiche Funktion wird auch das Abrutschen von evtl. vorhandenem Schnee auf der Oberseite ausgelöst. Damit wird der Stromertrag gegenüber Standard-PV-Modulen im Winter weiter erhöht.

Die im SOLINK-Regler (siehe 1.8) implementierte Enteisungsfunktion löst automatisch in Abhängigkeit der Betriebs- und Außentemperaturen aus, i. d. R. maximal einmal am Tag. Falls zu dieser Zeit Schnee auf den Kollektoren liegt, wird hierdurch gleichzeitig Schneeantauen und Abrutschen ausgelöst. Die Schneeabrutschfunktion kann zusätzlich bei Bedarf von Hand gestartet werden. Falls die Erfassung des PV-Ertrags mit dem SOLINK-Regler gewählt wurde (Zubehör), erfolgt sie automatisch bei fehlendem PV-Ertrag.

Zur Enteisung bzw. zum Schneeantauen wird vom Heizungspufferbereich des Speichers über einen internen

oder externen Wärmetauscher erwärmte Sole durch die Kollektoren gepumpt, siehe 1.5 und 1.11.

1.4 SOLUS II - Kombispeicher

Ein Kombispeicher bringt folgende Vorteile gegenüber einem getrennten Warmwasser- und Pufferspeicher:

- reduzierter Platzbedarf
- reduzierte Wärmeverluste
- Wärmespeicherung bei Energiemanagement und Nutzung auch für Warmwasser
- schnelleres Nachheizen des Warmwasser-Bereitschaftsteils durch Nutzung des vorgewärmten Wassers von Heizungspufferbereich
- Speichervorwärmung für Warmwasser durch SOLINK-Kollektoren im Sommer

Speziell für den Einsatz in SOLINK-Wärmepumpensystemen wurden SOLUS II PVT und SOLUS II WP entwickelt.

Neben dem integrierten Frischwasser-Erwärmer mit schichtender Entladung und der speziell für Wärmepumpenbetrieb entwickelten Beruhigungs- und Verteilkammer sind die PVT-Speicher mit einem Glattrohr-Wärmetauscher ausgestattet, der den Wärmeentzug aus dem unteren Speicherbereich ermöglicht. Damit wird die Enteisungs- und Schneeabrutschfunktion realisiert. Weiterhin kann der Speicher hierüber im Sommer von den SOLINK-Kollektoren direkt, ohne Wärmepumpenbetrieb, vorgewärmt werden.

Den SOLUS II PVT gibt es in den Größen 800 und 1000 l.

Max. Heizleistung (B0/W35) für beide Größen:
Inverter/Mehrstufige Wärmepumpe:10 – 15 kW
Einstufige Wärmepumpe: 7 kW
bzw. max. Durchfluss ≤ 30 l/min

Bei dem neu entwickelten SOLUS II WP sind die beiden Zonen für Warmwasser und Heizung durch eine Platte dicht voneinander getrennt. Der Vorlauf der Wärmepumpe ist an eine Leitstruktur angeschlossen. Über diese sind die beiden Bereiche miteinander verbunden und in beide Zonen kann eingespeist werden. Der Rücklauf zur Wärmepumpe erfolgt durch ein Umschaltventil jeweils von der einen oder anderen Pufferzone. Die Leitstruktur ist so dimensioniert, dass bei Durchströmung in Richtung einer Zone keine Fehlströmung oder Verwirbelung in der anderen Zone entsteht.

Den SOLUS II WP gibt es in den Größen 800 und 1000 l.

Max. Leistung (B0/W35) für beide Größen: 20 kW

Bei mehrstufigen oder leistungsgeregelten Wärmepumpen ist die maximal auftretende Leistung bei höheren Soletemperaturen relevant. Wenn die Wärmepumpe beispielsweise für (B-15/W35) mit 17 kW ausgelegt ist und bei höheren Außen- und Soletemperaturen in Teillast läuft, die 20 kW nicht überschreitet, ist eine Leistung (B0/W35) = 26 kW zulässig.

SOLUS II WP+ ist als Variante mit einem vergrößerten Glattrohrwärmetauscher für die Schneeabrutsch-, Enteisungs- bzw. Rückkühlfunktion erhältlich.

1.5 Wärmetauscher und Puffervolumen für Schneeabrutschen/Enteisen

Die im SOLUS II 850L PVT und 1050L PVT eingebaute Glattrohr-Wärmetauscher und die entsprechenden Puffervolumina sind ausreichend für bis zu 25 m² SOLINK-Kollektorfläche, der im SOLUS II WP optional eingebaute für bis zu 47 m².

Wird ein Pufferspeicher mit externem Platten-Wärmetauscher eingesetzt, gelten folgende Werte:

- Puffervolumen, das für das Schneeabrutschen abgekühlt wird: mind. 13 l pro m² Kollektorfläche
- Wärmetauscher: kxA ≥ 35...45 W/K pro m² Kollektorfläche.
- Oder bei internem Glattrohrwärmetauscher: mind. Wärmetauscherfläche = Koll.fläche/11

Die Antauleistung beträgt ca. 330 – 400 W/m². Der Wärmetauscher sollte für eine Abkühlung von Speicherwasser und Solekreis ≤ 15 K ausgelegt werden.

Voraussetzung für erfolgreiches Schneeabrutschen ist das Einhalten der Mindest-Neigungswinkel, siehe 2.4.2.

1.6 Hybridbetrieb mit Kessel

SOLINK-Wärmepumpen können insbesondere bei Bestandsgebäuden in Kombination mit einem Gas- oder Biomassekessel betrieben werden. Dadurch ist ein wirtschaftlicher und effizienter Betrieb auch ohne Niedertemperatur-Heizsystem möglich: Spitzen mit hohen VL-Temperaturen und hoher Leistung werden durch den Gaskessel abgedeckt.

Typische Dimensionierung für eine Wärmebereitstellung zu 80 % durch SOLINK-Wärmepumpe und 20 % durch den Kessel.

- Kesselleistung = 100 % der max. Heizleistung
- WP-Leistung = 50 % der max. Heizleistung bei Bivalenzpunkt
- Bivalenzpunkt = -5 °C
- Heizgrenze Kessel = +10 °C

- Kollektorfläche = 4 m^2 pro kW WP-Leistung am Bivalenzpunkt

Die Dimensionierung kann im konkreten Fall über eine Systemsimulation überprüft und optimiert werden, siehe 2.5.

1.7 Kopplung mit Erdsonde, Erdreichwärmetauscher oder kalter Nahwärme

SOLINK-Kollektoren können mit einer Erdreich-Wärmequelle gekoppelt werden. Dadurch wird zum einen der Wärmeentzug aus der Erdreichquelle reduziert, zum anderen wird die Auskühlung im Sommer wieder regeneriert.

Insbesondere bei der Erneuerung alter Wärmepumpenheizungen, bei denen die Wärmequelle durch die verbesserte Wärmepumpeneffizienz zu klein geworden ist, ist das eine interessante Option.

Eine weitere interessante Anwendung der Kopplung mit einer Niedertemperatur-Wärmequelle sind Systeme mit kalter Nahwärme.

1.8 CONTROL 602 SOLINK

Die für Sole-Temperaturbegrenzung, Enteisen und Schneeabrutschen benötigte Regellogik wird durch den CONTROL 602 SOLINK (Art-Nr. RE602) bereitgestellt. In Verbindung mit diesem Regler kann die Wärmepumpe mit ihrem Standard-Regler betrieben werden.

Die bei entsprechender Hydraulik wählbaren Funktionen des SOLINK-Reglers sind:

- Ansteuerung eines Mischventils zur Begrenzung der Kollektorvorlauftemperatur
- Enteisen und Auslösen von Schneeabrutschen durch Zuführen von Wärme aus Pufferspeicher
- Direkte Vorerwärmung des Kombi- oder Pufferspeichers
- Kopplung mit Erdsonde (Niedertemperaturquelle)
- Funktionsüberwachung
- Optional für den technischen Support: Monitoring aller wichtigen Temperaturen und Erträge auf der Wärmepumpenquellenseite

Mögliche Hydrauliken für diese Funktionen sind in Kap. 1.11 dargestellt.

1.9 Gebäudekühlung (in Vorbereitung)

SOLINK-Wärmepumpensysteme können zur aktiven Kühlung von Gebäuden eingesetzt werden. Die Kühlung wird dabei entweder über Luft oder über vorhandene Heizflächen (i. d. R. Fußbodenheizung) vorgenommen. Luftkühlung kann über einen in der Lüftungsanlage integrierten Kühl-Wärmetauscher realisiert werden. Bei Gebäuden ohne aktive Lüftung erfolgt sie durch einen Konvektionskühler.

Die Kühlung kann über zwei unterschiedliche Verfahren realisiert werden:

1. Wärmepumpe mit Kältekreisumkehr
2. Kühlabwärmenutzung und zeitversetzte Rückkühlung

Bei der **Kältekreisumkehr** wird der Kondensator der Wärmepumpe zum Verdampfer und kühlt den Heizkreis – z. B. die Fußbodenheizung – ab. Der Verdampfer wird zum Kondensator: die Abwärme wird an den Solekreis übertragen und dort über die Kollektoren an die Umgebung abgeführt. Wärmepumpen mit integrierter Kältekreisumkehr können zum Kühlen mit SOLINK verwendet werden.

Das Konzept der **Kühlabwärmenutzung** besteht darin, die Kühlabwärme zunächst zur Warmwasserbereitung zu nutzen und den Überschuss zwischenzuspeichern. Zeitlich versetzt, auch während der Nacht, wird dann die Wärme bei tieferen Kollektor- und Außentemperaturen wieder abgegeben. Bei diesem Konzept kann ein Teil des Strombedarfs für Kühlen und Warmwasser gleichzeitig genutzt werden, sodass der Mehrstromverbrauch durch Kühlen reduziert wird.

Dieses Kühlkonzept ist aktuell nur mit Projektreglern der Firma Waterkotte zu realisieren.

Für größeren Kühlbedarf – wenn die Wärmepumpe zeitweise durchgehend kühlen muss – ergeben sich für das Konzept mit Kältekreisumkehr aufgrund der geringeren Anzahl an Wärmeübertragern leichte Effizienzvorteile. Bei moderatem Kühlbedarf (Größenordnung Warmwasser-Wärmebedarf) ist das Konzept mit Kühlabwärmenutzung besser und generell ist die Eigenstromnutzung höher. Mit beiden Konzepten können im Sommer für die Warmwasserbereitung und Kühlung mittlere Arbeitszahlen unter Berücksichtigung der PV-Eigenstromnutzung in der Größenordnung JAZ_{PVT} = 20 (Beispiel Würzburg) und 10 (Beispiel Mailand) erreicht werden. Beim Konzept zur Kühlabwärmenutzung besteht zudem die Möglichkeit der passiven Kühlung an klaren Nächten.

1.9.1 Kältekreisumkehr

Im Kühlbetrieb können am eigentlichen Kühl-Kondensator zweitweise höhere Temperaturen entstehen (Soleeintritt bis zu ca. 60 °C) als bei Anlagen mit Luftkühler und insbesondere mit Erdreichkopplung. Beim

Umschalten von Kühlen auf Warmwasser-Nachheizung muss vermieden werden, dass die Verdampfertemperatur über der Kondensatortemperatur liegt, ansonsten kann es zu Störungen kommen. Hierzu wird in den Mischkreis des aktiv betriebenen Solemischventils ein kleiner Sole-Pufferspeicher eingebaut. Das Volumen muss mindestens 10-mal dem Volumen der Soleleitungen zwischen Mischventil und Wärmepumpe sowie dem internen Solevolumen der Wärmepumpe entsprechen.

Ein Mindestvolumen von knapp 20 l wird empfohlen.

Geeignete Sole-Pufferspeicher sind Sole-Vorschaltgefäße, die es von wenigen Litern bis mehrere 100 Liter gibt. In der Regel können Vorschaltgefäße unisoliert bleiben.

An der Wärmepumpe wird eine Vorlaufzeit für die Solepumpe eingestellt, so dass vor dem Start des Kompressors der Soleinhalt abgekühlt wird. Das Mischventil sorgt anschließend dafür, dass die max. Eintrittstemperatur nicht überschritten wird.

1.9.2 Kühlabwärmenutzung

Anlagen mit Kühlabwärmenutzung benötigen einen Wärmetauscher zwischen Pufferspeicher und Solekreis. Dieser Wärmetauscher kann im Winter auch zum Schneeabrutschen verwendet werden. Allerdings muss die Dimensionierung für Rückkühlung erfolgen, was zu größeren Übertragungsleistungen führt.

Für die Auslegung relevant ist die maximale Kühlleistung, die das Gebäude benötigt. Wichtig für einen effizienten Betrieb ist, dass durch entsprechende Einstellungen an der Wärmepumpe sichergestellt werden muss, dass die Wärmepumpe nur mit dieser Leistung (ggf. in Teillast) läuft.

Dimensionierung Rückkühl-Wärmetauscher

- ⇨ **0,13 kW/K pro kW-WP-Heizleistung (B0/W35)**
- ⇨ oder 0,1 kW/K pro kW bei (B15/W45)

Bei großem Kühlbedarf (v. a. Südeuropa):

- ⇨ **0,25 kW/K pro kW-WP-Heizleistung (B0/W35)**
- ⇨ oder 0,20 kW/K pro kW bei (B15/W45)

Der im **SOLUS PVT** integrierte Wärmetauscher ist ausreichend für eine **Kühlleistung von 5,5...6 kW**, der im **SOLUS WP+** optionale Wärmetauscher für **10...11 kW**.

Der bei Kühlabwärmenutzung vorgesehene Kältespeicher sorgt zum einen dafür, dass die Wärmepumpe nicht taktet, zum anderen ermöglicht er bei entsprechendem Energiemanagement eine deutlich bessere Nutzung des selbst produzierten PV-Stroms.

Dimensionierung Kältespeicher

Speichervolumen:

- ⇨ **Ca. 30 l/kW Heizleistung (B0/W35)**
- ⇨ Für bessere Nutzung von PV-Strom größer
- ⇨ Bei modulierender Wärmepumpe etwas kleiner möglich

Wärmetauscherfläche:

- ⇨ **Glattrohr-WT:** Fläche ≥ Heizleistung (B0/W35)/2,5 kW/m^2
- ⇨ **Externer WT**: 500 W/(m^2 K)

Consolar bietet einen emaillierten Kältespeicher in 500 l mit integriertem Wärmetauscher an. Er ist geeignet für Anlagen mit Heizleistung bis 11 kW (B0/W35).

Kälte-Pufferspeicher mit integriertem Wärmetauscher sind als Standardprodukt auf dem Markt nicht verbreitet. Alternativ kann für größere Volumina ein Kälte-Pufferspeicher mit externem Wärmetauscher und entsprechender Frostsicherung eingesetzt werden.

1.10 Anschluss Heizkreis-Seite

Die in dieser Technischen Dokumentation und der dazu gehörigen Montageanleitung gemachten Angaben beziehen sich ausschließlich auf die Einbindung der SOLINK-Kollektoren, d. h., den Solekreis. Bitte beachten Sie alle Hinweise und Angaben zur mit SOLINK eingesetzten Wärmepumpe, insbesondere in Bezug auf den Kondensator- bzw. Heizkreis.

An dieser Stelle nur zwei Hinweise zur Heizkreis-Seite:

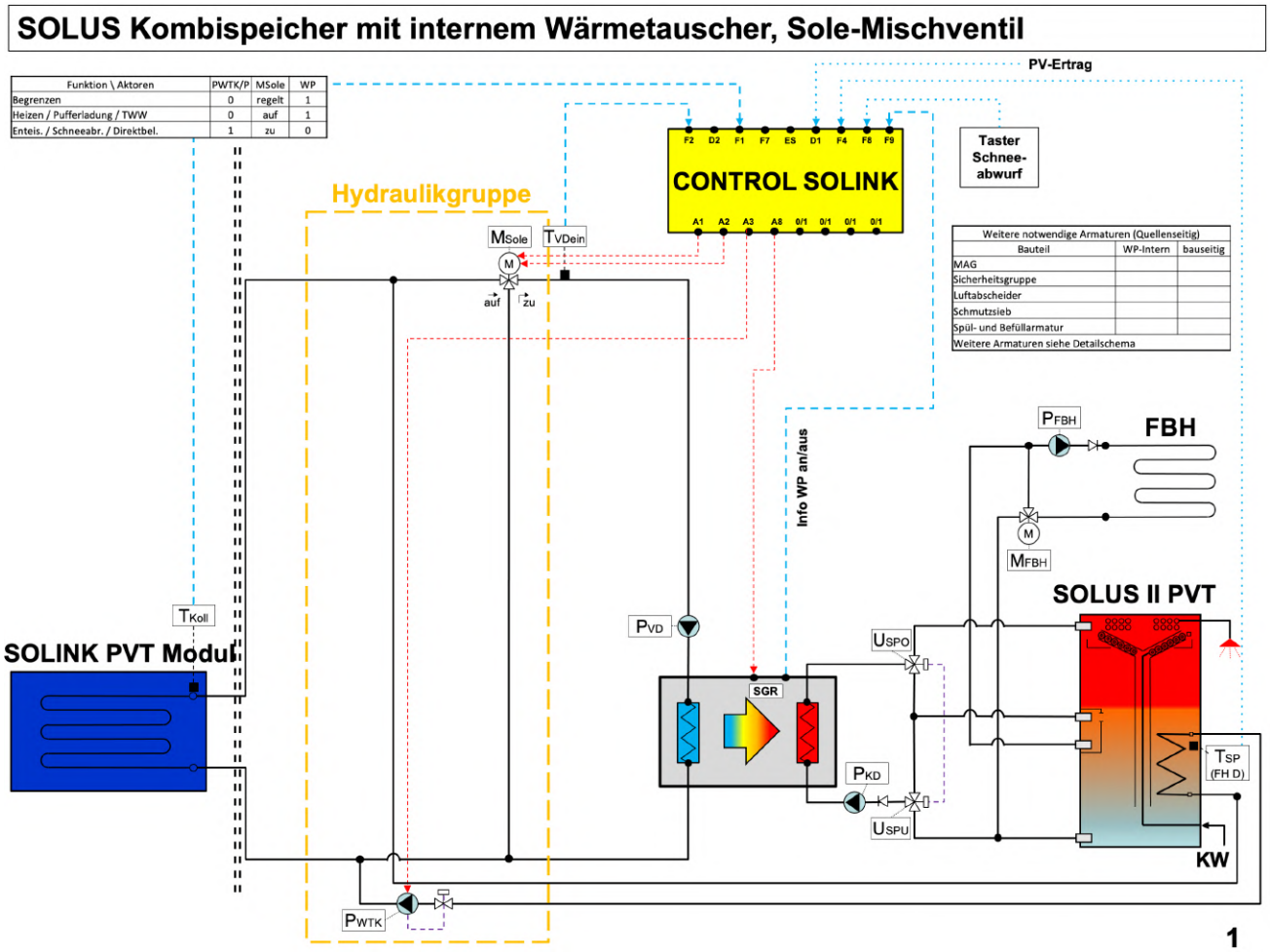
1. T-Stück für Heizkreisrücklauf nahe am Speicheranschluss setzen und vor/hinter der Kondensatorpumpe ein federbelastetes Rückschlagventil einbauen (Öffnungsdruck 100 ... 200 mbar): Vermeidung von Fehlzirkulation im Heizbetrieb durch die Wärmepumpe, wenn diese nicht läuft.
2. Wasserqualität, Magnetit-Filter: Insbesondere in Altanlagen ist ein Magnetit/Schlammabscheider vorzusehen, um den entstehenden Rostschlamm (Magnetit) abzuscheiden.

1.11 Hydraulikschemata

Die im Folgenden gezeigten Hydraulikschemata zeigen die prinzipielle Verschaltung auf. Sie sind bis auf Abschnitt 1.11.5 nicht vollständig, z. B. Sicherheits- oder Absperrarmaturen und Ausdehnungsgefäße sind nicht eingezeichnet.

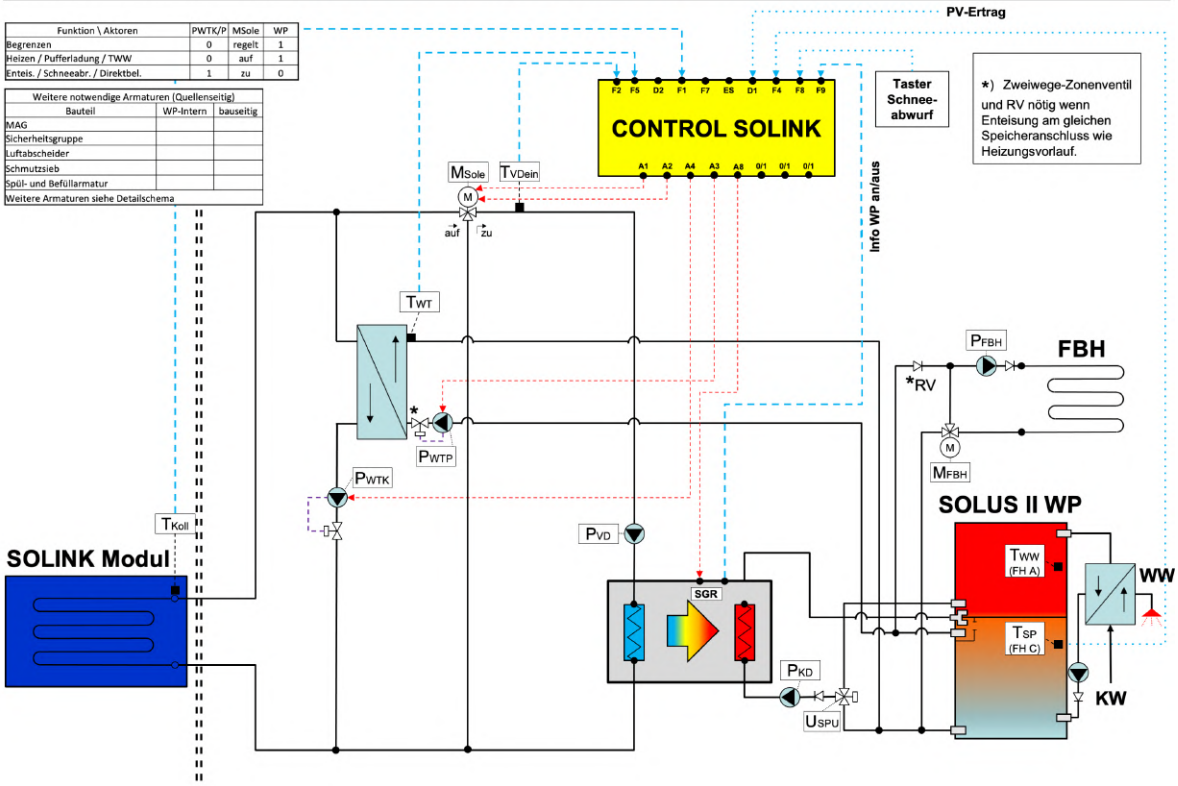
In den Schemata eingezeichnet ist der Regler CONTROL 602 SOLINK mit seinen Ein- und Ausgängen. Blau gestrichelt sind Fühlereingänge, die für die jeweilige Variante benötigt werden. Blau gepunktet sind optionale Eingänge.

1.11.1 Begrenzung Sole-Temperatur über aktiv angesteuertes Mischventil, Schneeabrutschfunktion und Enteisung



Begrenzung Sole-Temperatur über aktives, vom CONTROL 602 SOLINK angesteuertes Mischventil, Schneeabrutschen/Enteisen über internen Speicher-Wärmetauscher, Taster zum manuellen Auslösen der Schneeabrutschfunktion.

SOLUS II WP mit externem Wärmetauscher, Sole-Mischventil



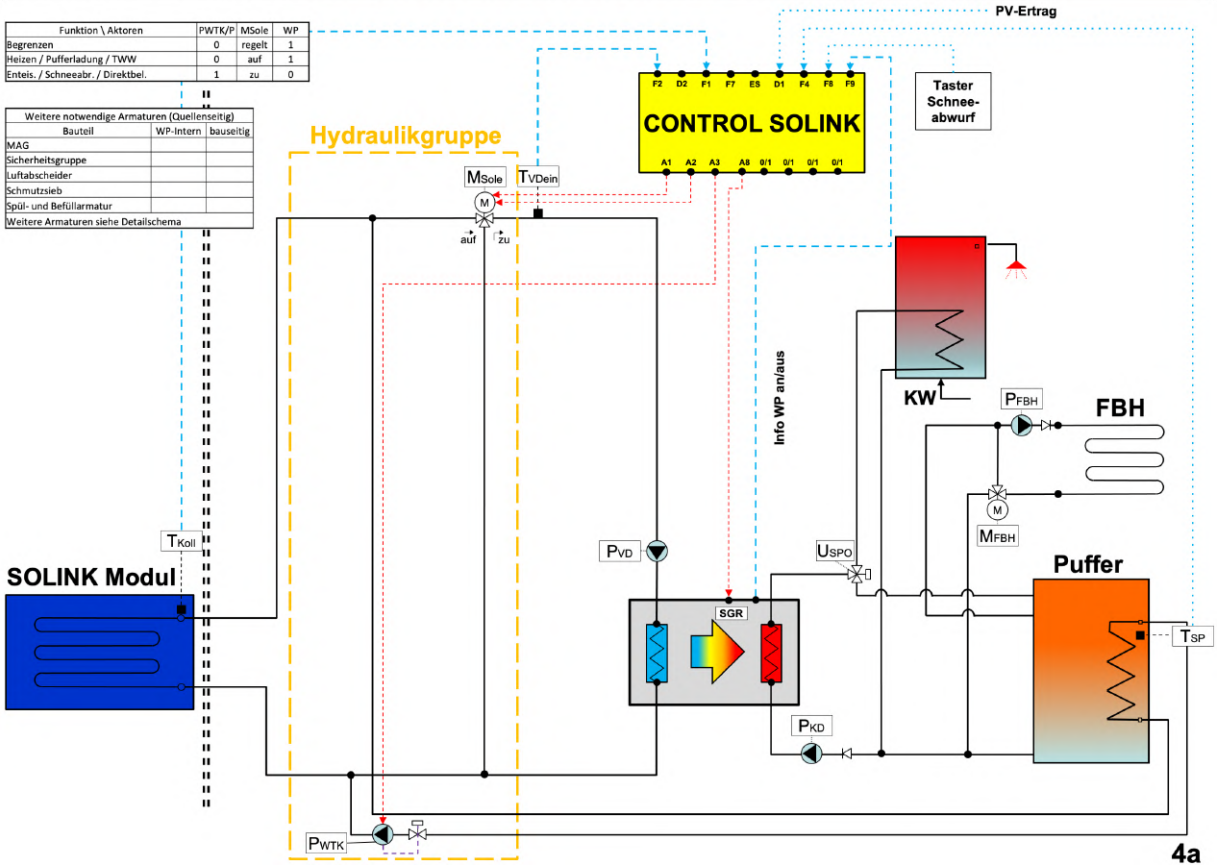
Funktion \ Aktoren	PWTK/P	MSole	WP
Begrenzen	0	regelt	1
Heizen / Pufferladung / TWW	0	auf	1
Enteis. / Schneeabr. / Direktbel.	1	zu	0

Weitere notwendige Armaturen (Quellenseitig)		
Bauteil	WP-Intern	bauseitig
MAG		
Sicherheitsgruppe		
Luftabscheider		
Schmutzsieb		
Spül- und Befüllarmatur		
Weitere Armaturen siehe Detailschema		

3b

Wie voriges Schema, aber mit Kombi-Pufferspeicher – z. B. SOLUS II WP – und externer Frischwasser-Station sowie externem Wärmetauscher für Schneeabrutschen/Enteisen.

Warmwasser- und Pufferspeicher mit internem WT, Sole-Mischventil



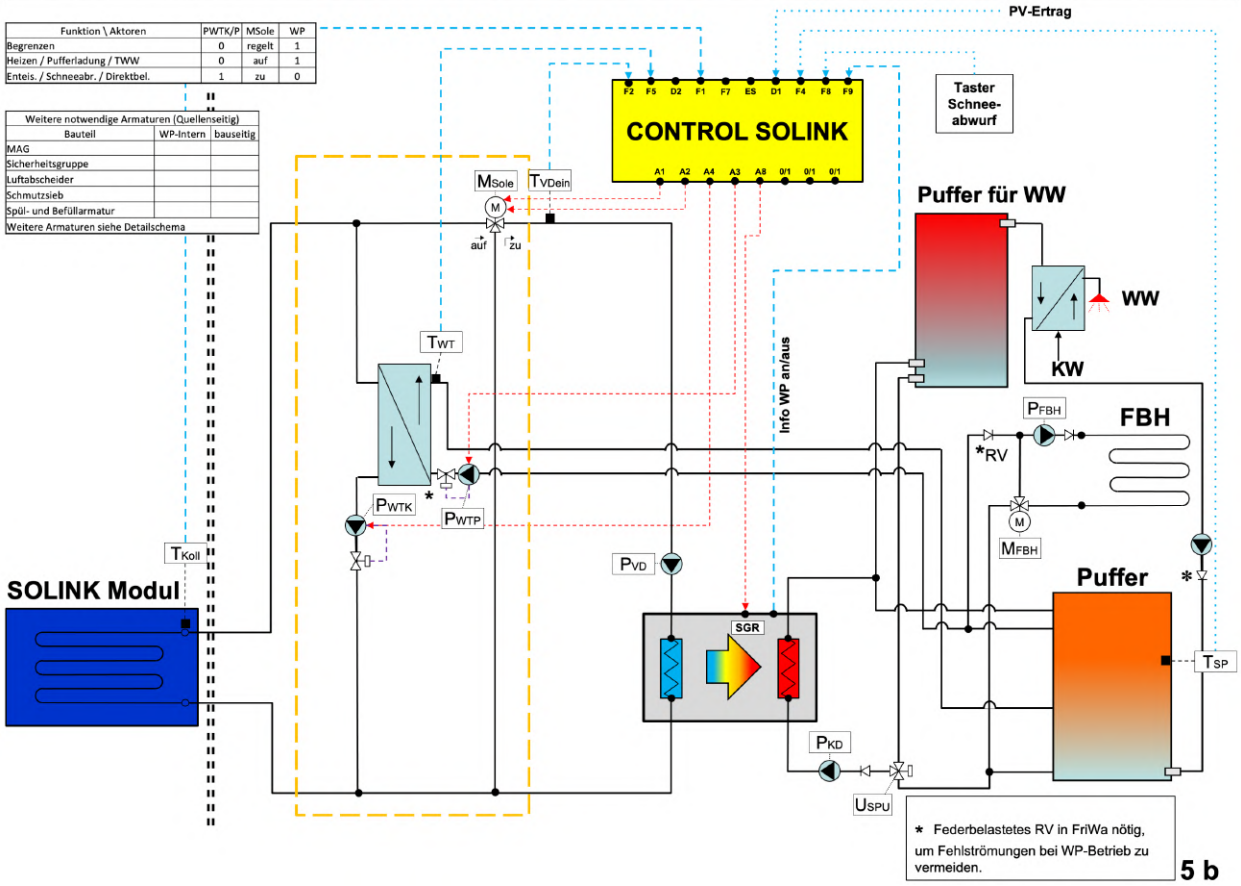
Funktion \ Aktoren	PWTK/P	MSole	WP
Begrenzen	0	regelt	1
Heizen / Pufferladung / TWW	0	auf	1
Enteis. / Schneeabr. / Direktbel.	1	zu	0

Weitere notwendige Armaturen (Quellenseitig)		
Bauteil	WP-Intern	bauseitig
MAG		
Sicherheitsgruppe		
Luftabscheider		
Schmutzsieb		
Spül- und Befüllarmatur		
Weitere Armaturen siehe Detailschema		

4a

Separater Warmwasser- und Pufferspeicher mit internem Wärmetauscher (Fremdprodukte). Der Wärmetauscher im WW-Speicher muss ausreichend groß für die Leistung der Wärmepumpe bei max. Soletemperatur ausgelegt sein.

Zwei Pufferspeicher: WW und Hzg. mit RL FriWa zu Hzg.-Puffer für Energiemanagem.



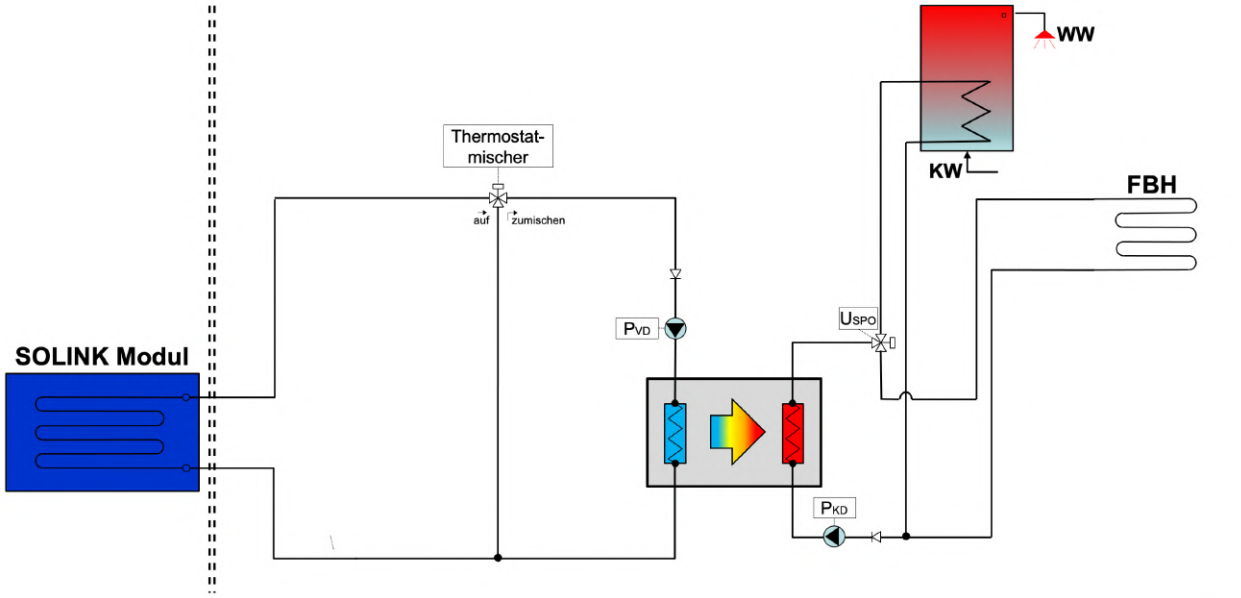
Funktion \ Aktoren	PWTK/P	MSole	WP
Begrenzen	0	regelt	1
Heizen / Pufferladung / TWW	0	auf	1
Enteis. / Schneeabr. / Direktbel.	1	zu	0

Weitere notwendige Armaturen (Quellenseitig)		
Bauteil	WP-Intern	bauseitig
MAG		
Sicherheitsgruppe		
Luftabscheider		
Schmutzsieb		
Spül- und Befüllarmatur		
Weitere Armaturen siehe Detailschema		

Separater Warmwasser- und Pufferspeicher wie oben, mit FriWa und externem Wärmetauscher (Fremdprodukt). Optimierte Verschaltung für Verwendung des Heizungspuffers zum Energiemanagement.

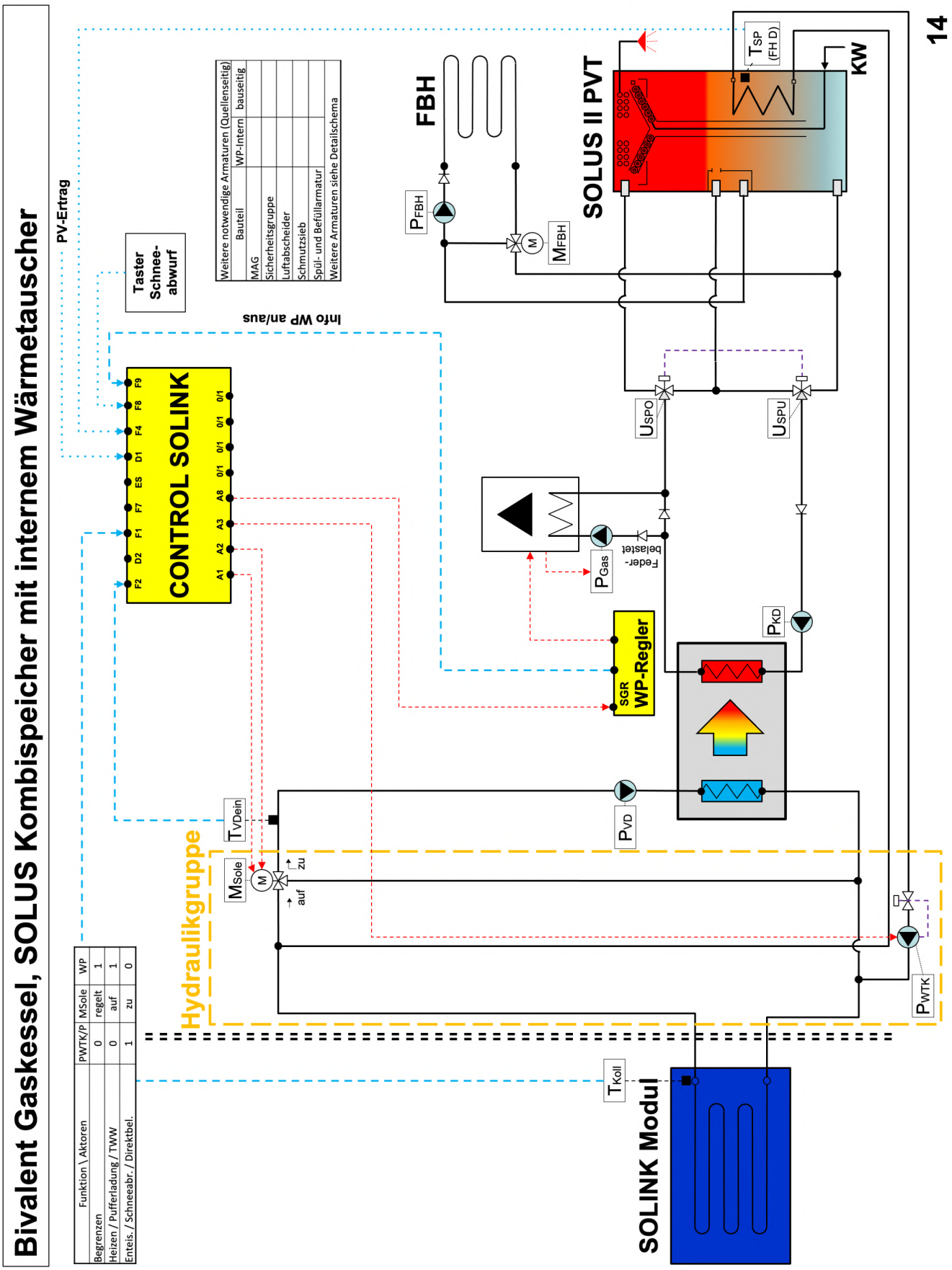
1.11.2 Begrenzung Sole-Temperatur über Thermostatmischventil, ohne Enteisung und Schneeabrutschen

Warmwasserspeicher, ohne Heizungspuffer, ohne Enteisung, Thermostatmischer



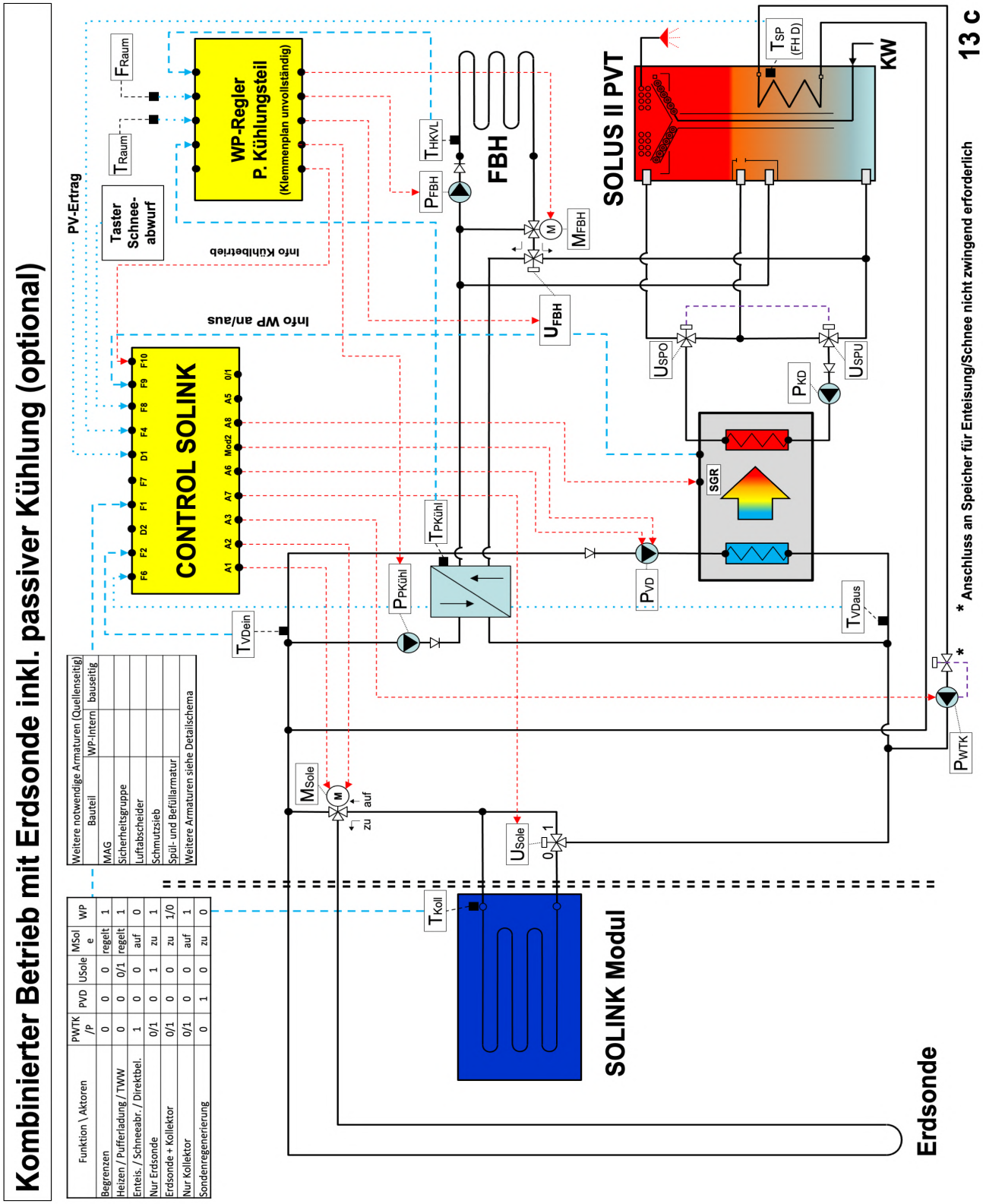
Einfachstes und kostengünstigstes Schema für Gebiete mit max. 12 Tagen Schnee pro Jahr, da das System nicht über die Schneeabrutschfunktion verfügt und bei bedeckten Kollektoren auf Grund des Wegfalls des PV-Ertrags ein erhöhter Strombezug aus dem Netz erforderlich ist. Auch hier muss der Wärmetauscher im WW-Speicher ausreichend groß für die Leistung der Wärmepumpe bei max. Soletemperatur ausgelegt sein.

1.11.3 Hybridbetrieb mit Gaskessel



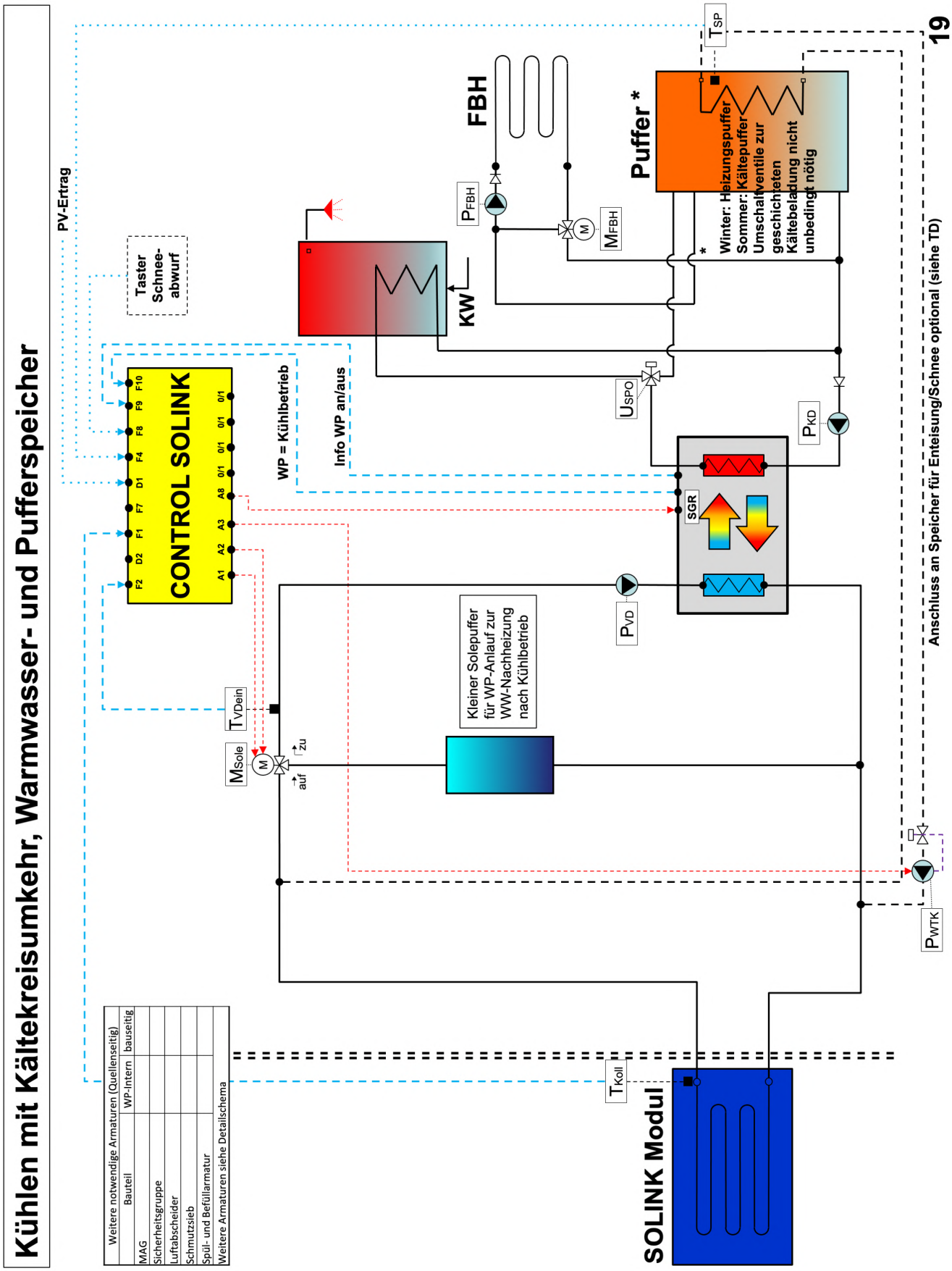
Bivalenzbetrieb mit Spitzenlastkessel: Der Kessel wird angesteuert, wenn die Wärmepumpenleistung kleiner ist als die angeforderte Heizleistung oder weitere Kriterien wie Unterschreitung einer bestimmten Soletemperatur erfüllt sind.

1.11.4 Kopplung mit Erdsonde (optional mit passiver Kühlung)



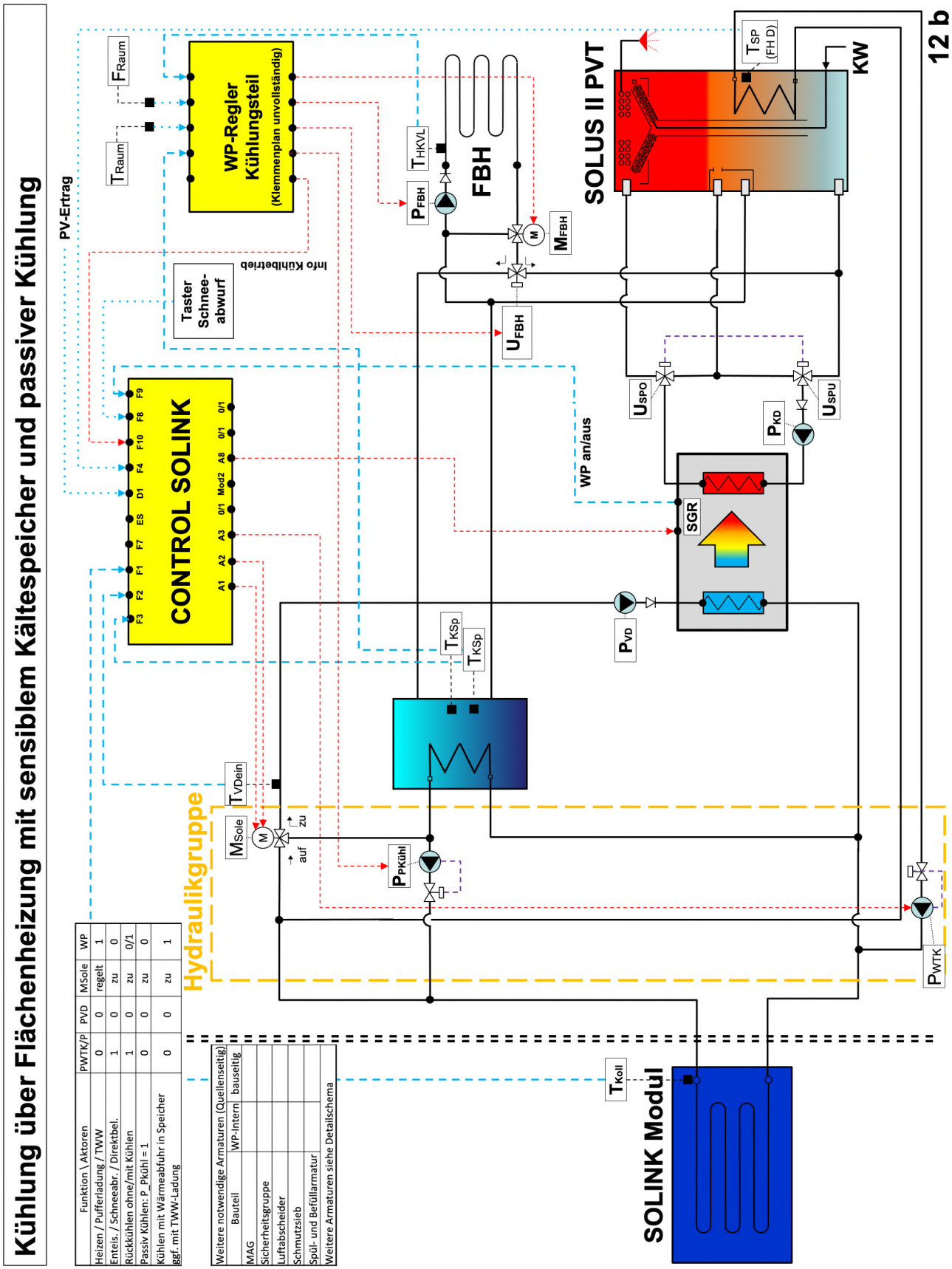
Kombinierter Betrieb mit Erdwärmesonden oder Erdreichwärmetauscher zur Regenerierung und Erhöhung der Effizienz. Die Entzugsleistung aus der Erdsonde wird reduziert durch eine Vorerwärmung in den SOLINK-Kollektoren. Sind die Kollektoren wärmer als das Erdreich, werden die Erdsonden regeneriert, sowohl, wenn die Wärmepumpe läuft als auch beim Stillstand. Die Regenerierung wird bei optionaler passiver Kühlung begrenzt. Da die Kollektoren bei Temperaturen < 0 °C i. d. R. nicht durchströmt werden, ist die Enteisungsfunktion nicht nötig. Für die Schneeabrutschfunktion kann das Kollektorfeld optional an einen Enteisungs-Wärmetauscher anschlossen werden.

1.11.5 Kühlung mit Kältekreisumkehr (aktuell im Feldtest)



Eine aufwändigere Hydraulik, bei der mittels 4 zusätzlichen Umschaltventilen die Beladungsrichtung des Pufferspeichers im Sommer umgedreht wird (schichtende Be- und Entladung) hat nur einen geringen Einfluss auf die Effizienz und den Stromverbrauch, weshalb das in dem obigen Schema nicht vorgesehen ist.

1.11.6 Kühlung mit Kühlabwärmenutzung (aktuell im Feldtest)



Funktion \ Aktoren	PWTK/P	PVD	MSole	WP
Heizen / Pufferladung / TWW	0	0	regelt	1
Enteis. / Schneeabr. / Direktbel.	1	0	zu	0
Rückkühlen ohne/mit Kühlen	1	0	zu	0/1
Passiv Kühlen: P_Pkühl = 1	0	0	zu	0
Kühlen mit Wärmeabfuhr in Speicher ggf. mit TWW-Ladung	0	0	zu	1

Weitere notwendige Armaturen (Quellenseitig)		
Bauteil	WP-intern	bauseitig
MAG		
Sicherheitsgruppe		
Luftabscheider		
Schmutzsieb		
Spül- und Befüllarmatur		
Weitere Armaturen siehe Detailschema		

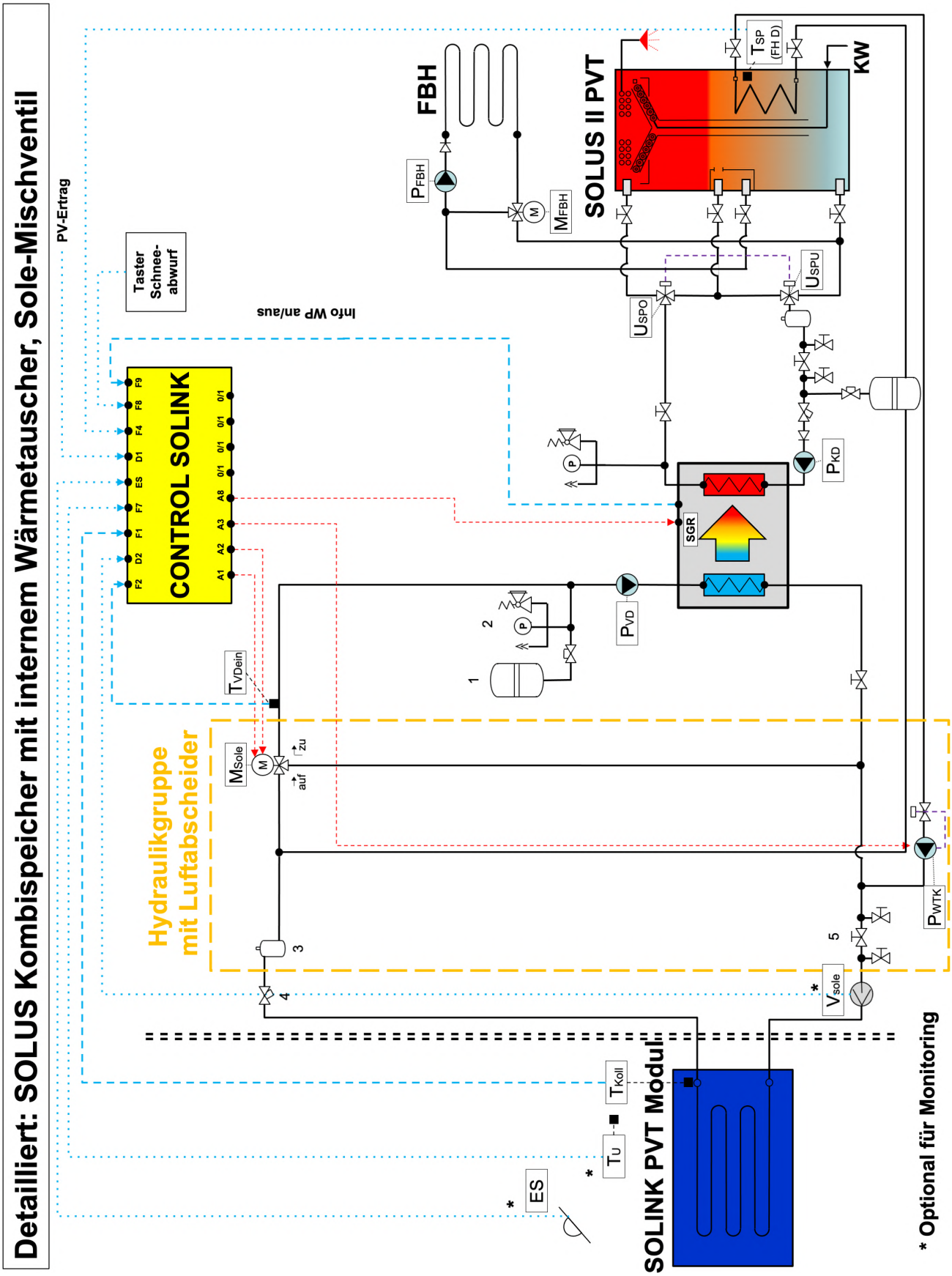
Im Kühlbetrieb schaltet das Mischventil M_{Sole} zu, so dass der Kältespeicher abgekühlt wird (hier durch CONTROL 602 SOLINK). Die Regelung des Kühlbetriebs selbst in Abhängigkeit u. a. von der Außentemperatur erfolgt durch den Wärmepumpenregler, ebenso die Rückkühlung. Im Heizbetrieb wird der im Mischventil zugemischte Solestrom durch den Kältespeicher geleitet. Dieser darf daher nicht zu warm werden, was der Regler überwacht (hier CONTROL 602 SOLINK). Über die optionale Pumpe $P_{PKühl}$ kann der Kältespeicher bei klaren Nächten auch passiv abgekühlt werden.

1.11.7 Vollständiges Schema

Im folgenden Schema sind beispielhaft alle notwendigen Armaturen dargestellt.

Sole-Seite: 1: MAG, 2: Sicherheitsgruppe, 3: Luftabscheider, 4: Filter, 5: Füll-, Spül- und Entleergruppe.

Je nach Wärmepumpen-Hersteller können einzelne Komponente zum Lieferumfang oder Zubehör-Sortiment gehören.



2 Dimensionierung

2.1 Wärmepumpenleistung

Für den monoenergetischen Betrieb wird die Leistung der Wärmepumpe ähnlich wie bei einer Luft-Wärmepumpe für die Auslegungstemperatur der entsprechenden Region ausgelegt.

Für den ungünstigsten Fall – maximale Heizleistung wenn keine Sonne scheint – wird die Auslegungstemperatur um ca. 3 K reduziert. Dies ist die Temperatur, bei der die Wärmepumpe zwischen 70[1] und 100 % der maximale Heizleistung (= Heizlast) bringen sollte.

Beispiel:

- Haus in Würzburg
- Auslegungstemperatur nach EN 12831: -12 °C
- Jahresheizwärme: 7500 kWh, WW: 2400 kWh
- Heizlast bei -12 °C: 4,8 kW
- Notwendige Heizleistung der Wärmepumpe bei -15 °C: 4,1 ... 4,8 kW

➔ WP-Leistung (B-15/W35)

= 70...85...100 % x Heizlast (-12)

Für die Ermittlung der Heizlast gibt es unterschiedliche Verfahren. Falls es durch Simulation geschieht, genügen stündliche Mittelwerte.

Die exakte Auslegung des Systems kann mit den Jahresverbräuchen für Heizung und Warmwasser auch ohne genaue Kenntnis der Heizlast mit einer Simulation überprüft werden, siehe 2.5.

Dimensionierung bei Hybridanlagen mit Gaskessel siehe 1.5.

2.2 Kollektorfläche

Für PVT-Wärmepumpensysteme ist die Jahresarbeitszahl JAZ_{PVT} definiert als das Verhältnis aus erzeugter Wärme (für Heizung und Warmwasser) zum Netzstrombezug (inkl. Stromverbrauch Quellenpumpe und ggf. Elektroheizstab). Der Teil des Stromertrags, der direkt vom System genutzt wird, verbessert daher die JAZ_{PVT}.

Um für Referenzbedingungen in Würzburg eine Jahresarbeitszahl JAZ_{PVT} von 4,5 zu erreichen, ist für ca. 10.000 kWh Jahreswärmebedarf (7500 kWh Heizwärme und 2500 kWh Warmwasser) bei einer einstufigen Wärmepumpe mit ca. 20 m² Kollektorfläche zu rechnen, bei einer Inverter-Wärmepumpe mit ca. 16 m² Kollektorfläche – jeweils unter der Voraussetzung, dass durch ein Energiemanagement die Wärmepumpe vorzugsweise bei Sonnenschein betrieben wird.

Diese Jahresarbeitszahl kann in manchen Regionen Bedingung für die Förderung sein.

Die in der folgenden Tabelle angegebenen Dimensionierungen führen gleichzeitig dazu, dass SOLINK im Jahresverlauf mindestens den Strom produziert, den das System verbraucht.

Die notwendige Kollektorfläche ist etwas größer bei Kollektoren, die parallel auf einem Ziegeldach montiert sind im Vergleich zur Freiaufständerung.

Faustformel:

Modulfläche [m²] = F x Heizleistung Wärmepumpe [kW] bei Auslegungstemperatur (i. d. R. -15 °C)

	Freiaufständerung	Paralleldach
Mehrstufige / Inverter-WP	**F = 3,3 m²/kW**	**F = 3,6 m²/kW**
Einstufige WP	**F = 4 m²/kW**	**F = 4,3 m²/kW**

Beispiel: Inverter-Wärmepumpe mit 4,6 kW (B-15/W35), Kollektormontage aufgeständert auf Flachdach.

Kollektorfläche = 4,6 kW x 3,3 m²/kW = 15,2 m²

➔ Gewählt werden z. B. mind. 8 Kollektoren 400 MH

Eine genaue Dimensionierung kann mithilfe einer Simulation vorgenommen werden, siehe 2.5.

Folgende Flächenkorrekturen sind bei verminderter Hinterlüftung vorzunehmen:

	Zusätzliche Koll.fläche
Komplette Blecheinfassung	+10 %
Nur seitliche Abdeckbleche	+5 %
Nur Lochbleche zwischen Kollektoren	+5 %
Dachneigung < 20°, > 10°	+10 %
Dachneigung < 10° nur bei Dachabstand ≥ 150 mm und guter Windexposition	+10 %

Die obigen Effekte können zum Teil durch einen erhöhten mittleren Dachabstand ausgeglichen werden:

Erhöhung von 100 mm (Standard) auf 150 mm:
➔ Reduktion der Fläche um 5 %.

[1] Bei Energiemanagement, bei dem tagsüber auf höhere Temperaturen vorgeheizt wird, führt eine WP-Leistung < 100 % Heizlast zu unwesentlich mehr Heizstabbetrieb bei insgesamt gleichem oder teilweise etwas geringerem Jahres-Netzstromverbrauch (wegen verbesserter Eigenstromnutzung kleinerer Wärmepumpen).

2.2.1 Auslegung für Kühlung

Für Anlagen mit Kühlung über Kältekreisumkehr (siehe 1.9 und Schema 1.11.5) wird die Kollektorfläche auch für die Rückkühlung ausgelegt.

Für die Berechnung wird die maximale Kühllast verwendet.

Freiaufstellung:

⇨ **4,7 m² pro kW-Kühllast**

Dachparallel:

⇨ **5,0 m² pro kW-Kühllast**

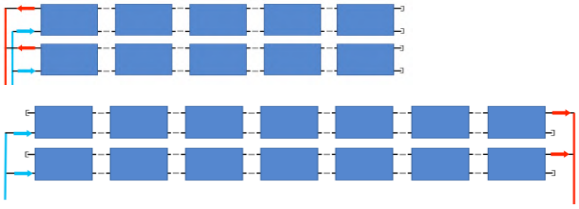
Wenn durch die Heizungsdimensionierung eine größere Fläche gebraucht wird, wird die größere Fläche genommen.

2.3 Kollektorfelder

Die SOLINK-Module können dank integrierter Sammlerrohre mit flexiblen Kollektor-Steckverbindern direkt zusammengesteckt werden.

Maximal in einer Reihe koppelbare Module:

- **Anschluss von einer Seite: 7**
- **Anschluss wechselseitig: 6 bis 7 ***



Kollektoren unterschiedlicher Größen dürfen innerhalb einer Reihe nicht kombiniert werden.

Als Grenzfall darf der max. Unterschied zwischen kleinstem und größtem Durchfluss pro Kollektor bis zu 30 % betragen. Bei wechselseitiger Verschaltung ist das auch noch bei größeren Kollektorreihen gegeben, allerdings steigt der Druckverlust stark an.

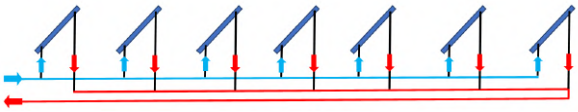
Der folgenden Tabelle können Anhaltswerte zum Druckverlust des Kollektorfeldes für unterschiedliche Feldgrößen entnommen werden (Stoffwerte von Ethylenglykol 40 Vol.-%,
-15 °C). Für Hydraulikberechnungen, siehe 2.6.

Anz. Koll.	Feld-durch-fluss	Dr.-verl. (400 MH/MV)		Druckverlust (490 LH)	
		gleich-seitig	wechsel-seitig	gleich-seitig	wechsel-seitig
1	100 l/h	18,5 kPa	19 kPa	22 kPa	22 kPa
2	200 l/h	19,1 kPa	20 kPa	23 kPa	24 kPa
3	300 l/h	20,1 kPa	22 kPa	24 kPa	26 kPa
4	400 l/h	21,4 kPa	25 kPa	25 kPa	29 kPa
5	500 l/h	23,1 kPa	28 kPa	27 kPa	33 kPa
6	600 l/h	25,0 kPa	32 kPa	29 kPa	37 kPa
7	700 l/h	27,2 kPa	36 kPa *	32 kPa	43 kPa *

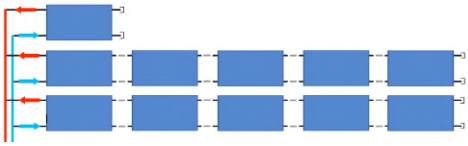
*** Achtung:** Hohen Druckverlust bei Hydraulikberechnung berücksichtigen.

Bei der Montage der Kollektoren in einer Ebene (Schrägdach) können die Zu- und Ableitungsrohre wie oben abgebildet auf beiden Seiten direkt nach unten geführt werden. So ist kein separater Entlüfter an der obersten Stelle notwendig.

Bei der Montage von Kollektorreihen auf einem Flachdach ist aufgrund der längeren Leitungsabschnitte ab > 5 Kollektorreihen ein Anschluss nach Tichelmann nötig. Dabei können die Kollektorreihen selbst entweder gleichseitig oder wechselseitig angeschlossen sein (s. o.).



Werden Felder mit unterschiedlich langen Kollektorreihen aufgebaut, die direkt nebeneinander liegen, so muss i. d. R. kein Abgleich zwischen den Feldreihen durchgeführt werden, der max. Unterschied der spezifischen Durchflüsse bleibt unter 30 %. Für konkrete Feldauslegungen kann der Strömungsverteilung bei Bedarf einfach mit dem Programm HYDRA überprüft werden, siehe 2.6.



Unterschiedlich ausgerichtete Felder, z. B. Ost-West, werden parallel angeschlossen und immer gleichzeitig durchströmt (keine Umschaltung zwischen den Feldern).

2.4 Dach, Abstände der Kollektorreihen, Schnee

2.4.1 Dacheignung

Das Dach und die Bauteile, an denen das Kollektor-Montagesystem befestigt werden, müssen für die Belastungen, die durch die Kollektoren oder Beschwerung entstehen, geeignet sein.

2.4.2 Ausrichtung

Optimal ist eine Südost- bis Südwestausrichtung mit einem Anstellwinkel von 30° - 60°.

Flachere Winkel sollten in Gebieten mit Schnee nicht gewählt werden, um die Schneeabrutschfunktion sicher zu stellen. Auch in Gebieten mit wenig Schnee wird bei Anstellwinkeln < 20° ... 30° bei Paralleldachmontage die Effizienz reduziert, weil der Luftaustausch unter den Kollektoren schwächer wird.

▶ **HINWEIS:**

In schneereichen Regionen wird von Paralleldachmontage abgeraten, es sei denn, das Dach hat eine Neigung von mind. 60°. Werden Kollektoren auf einem Schrägdach aufgeständert, so muss der Schnee unterhalb abrutschen können.

Staut sich Schnee unterhalb der Kollektoren auf, kann das zu einer kompletten Bedeckung der Kollektoren einschließlich der Ränder führen, so dass keine Belüftung mehr gegeben ist.

Schneereiche Gebiete sind insbesondere die Schneelastzonen 2a und 3 sowie 1, 1a und 2 in Höhenlagen.

In schneereichen Gebieten oder bei begrenzten oder nicht verfügbaren Dachflächen ist auch die Montage an der Fassade, insbesondere nach Süden zu empfehlen. Bei Winkeln > 75° ist DIBt-Zulassung erforderlich.

Bei Abweichung von der Südausrichtung reduzieren sich die PV-Stromproduktion und auch der direkt von der Wärmepumpe genutzte Solarstrom. Dadurch sinkt auch die Jahresarbeitszahl (JAZ_{PVT}), auch wenn der elektrische Energieverbrauch der Wärmepumpe weitgehend unabhängig von der Ausrichtung der Kollektoren ist.

Beispiel: Einfamilienhaus mit Kollektorfeld 20 m² in Würzburg, Inverter-Wärmepumpe und Energiemanagement:

Ausrichtung	El. Energieerzeug. PV	El. Energieverbr. Heizung	Dir. genutzte el. Energie Heizg.	JAZ_{PVT}
Süd, 40°	4.308 kWh	3.083 kWh	1012 kWh	5,1
Ost, 40°	3.392 kWh	3.111 kWh	781 kWh	4,6
West, 40°	3.322 kWh	3.039 kWh	677 kWh	4,5
Ost-West, 15°	3.471 kWh	3.123 kWh	754 kWh	4,5
Ost-West, 30°	3.486 kWh	3.122 kWh	754 kWh	4,5

2.4.3 Montagesystem

Montagesysteme für Flach- und Schrägdach werden zusammen mit den SOLINK-Kollektoren im Set ausgeliefert. Die Anzahl der Dreiecke bzw. Dachanker, die für den folgenden Standardfall nötig sind, sind in der Preisliste angegeben:

- Satteldach mit Aufdachmontage bzw. Aufständerung 30°
- Windzone 2, Mischprofil Binnenland II+III0
- Montage im Normalbereich (nicht Rand- und Eckbereich)
- Schneelastzone SLZ 2, 300 m über Null
- Gebäudehöhe 18 m

Aus der folgenden Tabelle kann die notwendige Anzahl an Dachankern bzw. – aus der Tragweite des Querprofils – die notwendige Anzahl an Montagedreiecken bestimmt werden. Reihenlängen sind Abschnitt 4.3 zu entnehmen. Die in der ersten Zeile angegebene Schneelast ergibt sich je nach Schneelastzone (SLZ) bei unterschiedlichen Höhen über Null.

Bodenschneelast [kN/m²] entspricht:	0,9*	2	3	4
SLZ 1: Höhe [m]	530	930	-	-
SLZ 2: Höhe [m]	300	590	770	920
SLZ 3: Höhe [m]	-	440	590	715
Anzahl Dachanker pro Laufmeter Kollektorreihe (400 MH & 490 LH):				
Anz. Anker Alu	1,56	2,85	4,00	5,15
Anz. Anker PS A2	1,02	1,88	2,65	3,42
Tragweite Schiene [m]	2,12	1,58	1,33	1,17
Anzahl Dachanker pro Laufmeter Kollektorreihe (400 MV):				
Anz. Anker Alu	2,34	4,26	5,97	7,68
Anz. Anker PS A2	1,53	2,81	3,94	5,09
Tragweite Schiene [m]	1,73	1,29	1,09	0,96

* Entspricht Standardfall

Bei von diesen Randbedingungen abweichenden Vorgaben kann eine individuelle Statikauslegung kostenpflichtig durchgeführt werden.

Bei höheren Lasten kann bei Bedarf eine dritte Querschiene vorgesehen werden.

Das **Systemgewicht** beträgt im Standardfall ohne Ballastierung und Zubehör **ca. 21 kg/m² für Schrägdachmontage** und **ca. 24 kg/m² für Flachdachmontage** (Inkl. Kollektoren, Montagegestell, Standard-Dachanker bzw. Aufständerungsdreiecke, Wärmeträgerflüssigkeit, Anschlüsse).

2.4.4 Schrägdach

Der **Mindestabstand zur Dacheindeckung sollte mind. 80 mm** betragen (an engster Stelle), je größer, desto besser die Wärmeleistung.

Drei Kollektorreihen übereinander können dicht auf dicht montiert werden, bei mehr Kollektorreihen ist ein Abstand von mind. 10 cm vorzusehen, um Luftzirkulation zu ermöglichen. Genaue Maßangaben siehe 4.3.

Blechelemente für die Oberkante und die Ränder des Kollektorfelds zur besseren optischen Integration und Verbesserung des Schneeabrutschens sind als Zubehör verfügbar.

Durch eine seitliche Blecheinfassung gemäß der folgenden Abbildung (Zubehör) wird der Luftaustausch unter den Kollektoren etwas verschlechtert, was zu einem Mehrbedarf an Kollektorfläche von ca. 5 % für die gleiche Systemeffizienz (JAZ_{PVT}) führt. Werden auch die Zwischenspalten abgedeckt, ist der Effekt ungefähr zweimal so groß, siehe 2.2.

Damit durch Schneestau oberhalb des Kollektorfeld die Luftzufuhr nicht verhindert wird, wird oberhalb des Kollektorfelds ein Schneefanggitter so montiert, dass das obere Lochblech den Spalt zwischen Kollektoren und Gitter ausfüllt (Detailmaße siehe Montageanleitung). Wird die Schneeabrutschfunktion ausgelöst, rutscht auch Schnee von dem oberen Lochblech ab und Luft kann von oben einströmen.

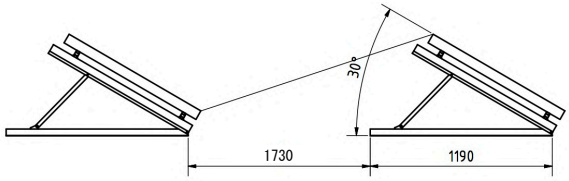
Unterhalb der Kollektoren sowie ungedämmter Leitungen soll Schnee gut abrutschen können. Das heißt, dass Schneefanggitter nur in Bereichen, in denen Schnee am Herabrutschen gehindert werden muss, z. B. zum Schutz von Personen, angebracht werden sollten. Bei den anderen Bereichen ist, falls erforderlich ein diesbezüglicher Warnhinweis anzubringen. Ein gutes Schneeabrutschen ist auf glatten Dachziegeln oder einem Blechdach gegeben oder auch, wenn die Kollektoren in der Nähe des Dachtraufs enden. Dabei ist zu beachten, dass von den Kollektoren ablaufendes Wasser in die Regenrinne abfließen kann.

Falls Schneeabrutschen planerisch nicht sichergestellt werden kann, z. B. aufgrund eines Anstellungswinkels von < 30° oder der Möglichkeit des Schneestaus, ist zu prüfen, ob Schnee bei Bedarf von Hand mit entsprechenden Hilfswerkzeugen (Schieber mit Teleskopstab) entfernt werden kann.

2.4.5 Flachdach

Der **Reihenabstand** wird wie bei PV-Anlagen üblich ausgelegt. Die Standardauslegung ist so, dass sich die Modulreihen am 21.12. mittags nicht gegenseitig verschatten. Dies führt in Deutschland bei einer 30°-Aufständerung zu einem Reihenraster (z. B. zwischen den Kollektorvorderkanten) von ca. 2,9 m. Der optimale Abstand kann mit üblichen PV-Simulationsprogrammen wie PV-Sol oder Polysun ermittelt werden. Richtwerte siehe 4.3.

Mit dem „Kopplungsset Reihenabstand Aufständerungsdreiecke" können mehrere hintereinander liegende Reihen mit einem Abstand von 1730 mm (Raster = 2920 mm) verbunden werden.

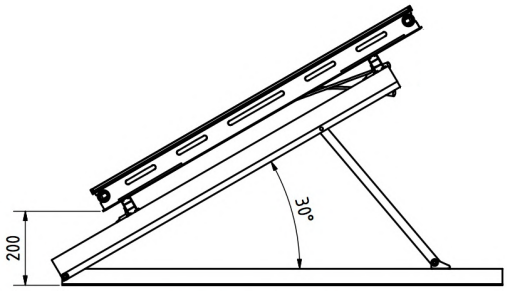


Verschattungswinkel: ca. 18°

Vorteile:

- Abstand und Ausrichtung werden einfach eingehalten
- Verteilung von punktuellen Windlasten auf eine größere Fläche (ist in Statikvorgaben nicht berücksichtigt)
- Potentialausgleich zwischen den Reihen

Aufständerung über Schnee: In Gebieten mit Schnee sind die Kollektoren so hoch aufzuständern, dass die Unterkante über der zu erwartenden Schneehöhe liegt. Die durch die Aufständerungsdreiecke vorgegebene Höhe ohne Betonsteine o. ä. beträgt ca. 200 mm bei 30°.



Beschwerung: Falls es keine ausreichend tragfähige Unterkonstruktion gibt, mit der die Dreiecke verschraubt werden können, erfolgt die Sicherung gegen Abheben durch Ballast. Zur Beschwerung können Betonplatten oder Trapezbleche, die mit Kies gefüllt werden, verwendet werden (als Zubehör erhältlich).

Beispiele für Auflastung pro m² Kollektorfläche:

1. Flachdach, Aufständerung 30°, Schneelastzone 2, 300 m über Meer, Binnenland, Gebäudehöhe 10 m, kein Rand- oder Eckenbereich:

Windzone	Windgeschw.	Betonsteine	Kies
1	22,5 m/s	83 kg	109 kg
2	25,0 m/s	104 kg	136 kg
3	27,5 m/s	129 kg	168 kg
4	30,0 m/s	157 kg	203 kg

2. Flachdach wie oben, Gebäudehöhe 18 m:

Windzone	Windgeschw.	Betonsteine	Kies
1	22,5 m/s	107 kg	139 kg
2	25,0 m/s	134 kg	173 kg
3	27,5 m/s	165 kg	213 kg
4	30,0 m/s	200 kg	256 kg

Gewichtsverteilung jeweils: 1/3 vorne, 2/3 hinten, siehe Montageanleitung.

2.5 Simulation

SOLINK-Kollektoren und -Systeme sind in dem Simulationsprogramm Polysun von Velasolaris abgebildet und die Korrektheit vom IGTE der Universität Stuttgart validiert.

Bei der Simulation ist zu beachten, dass der Haustyp, für den die Heizlast berechnet wird, einen starken Einfluss auf die berechnete Jahresarbeitszahl JAZ_{PVT} hat: Gebäude mit stärkerer passiver Solarnutzung im Winter haben bei gleichem Jahresverbrauch anteilig einen höheren Heizenergieverbrauch in der Übergangsjahreszeit und durch die stärkere direkte PV-Nutzung auch eine höhere JAZ_{PVT}.

Unterstützung bei der Simulation leistet der Consolar-Support.

2.6 Hydraulikauslegung

2.6.1 Kollektor-Wärmepumpenkreis

Empfohlenes Vorgehen: Auslegung für den Betriebspunkt mit der tiefsten Temperatur, bei monoenergetischen Systemen i. d. R. -15 °C.

1. Berechnung des Soledurchflusses für die Wärmepumpenleistung bei -15 °C und einer Abkühlung im Verdampfer von $\Delta T = 3$ K.
2. Berechnung des Druckverlustes für diesen Durchfluss und diese Temperatur für Rohre, Bögen, Armaturen, Kollektorfeld, Verdampfer und ggf. Erdsonde. Der in 2.3 angegebene Druckverlust für unterschiedliche Kollektorfelder kann für andere Durchflüsse umgerechnet werden:
   $\Delta p_2 = \Delta p_1 (V_2/V_1)^2$.
3. Eintragen des Gesamt-Druckverlusts in das Kennlinienfeld der Umwälzpumpe.
4. Bei Bedarf Anpassung der Verrohrung oder Auswahl einer anderen Pumpe, soweit diese nicht durch die Wärmepumpe vorgegeben ist.

Der beschriebene Ablauf gilt für drehzahlgeregelte oder mehrstufige Wärmepumpen. Bei einer einstufigen Wärmepumpe muss die Pumpen- und Leitungsdimensionierung zusätzlich für eine Soletemperatur von +10 °C erfolgen, dies ist aufgrund der bei höherer Soletemperatur erhöhten Leistung i. d. R. der kritischere Bereich.

Die folgende Tabelle zeigt Richtwerte für den notwendigen Rohrdurchmesser (Beispiel: PP-Rohr) in Abhängigkeit von der Wärmepumpenleistung, für Ethylenglykol-Wasser 40 Vol.-%. Die korrekte Dimensionierung hängt aber von der gesamten Anlage ab (Länge der Rohre, Anzahl der Bögen, Feldverschaltung, weitere Hydraulik).

Wärmepumpenleistung (B0/W35)	Wärmepumpenleistung (B-15/W35)	Nennweite (Maße PP-Rohr als Beispiel)
bis ca. 18 kW	bis ca. 12 kW	DN 32 – (40 x 3,7)
bis ca. 36 kW	bis ca. 24 kW	DN 50 – (63 x 5,8)
bis ca. 84 kW	bis ca. 56 kW	DN 65 – (75 x 6,8)

Der Rohrquerschnitt für die am Pufferspeicher angeschlossene Enteisungsleitung kann eine Dimension kleiner als der des Kollektor-Wärmepumpenkreises gewählt werden.

▶ **HINWEIS:**

Aufwändigere Kollektorfelder können mit dem kostenlos zur Verfügung stehenden Programm HYDRA ausgelegt werden: https://sourceforge.net/projects/solar-pipe-network-analysis/ [2].

[2] Eismann, R., 2018, "HYDRA - VBA/EXCEL Program for Pipe Network Analysis of Solar Thermal Plants," University of Applied Science Northwestern Switzerland.

2.7 Ausdehnungsgefäß

Das Ausdehnungsgefäß kann nach dem gleichen Verfahren wie Heizkreis-Ausdehnungsgefäße dimensioniert werden, da keine Verdampfung stattfindet. Dabei wird von einer maximalen Temperatur von 70 °C und einer minimalen Temperatur von -20 °C ausgegangen. Im Folgenden sind Richtwerte zur Orientierung angegeben:

Anlagenhöhe	Koll.-Fläche bis	Leitung	Sole-Inhalt	MAG
10 m	22 m²	2 x 25 m DN 32	90-150 l	18 l
	45 m²		150-180 l	24 l
15 m	56 m²	2 x 30 m DN 50	240-300 l	35 l
	94 m²		330-420 l	50 l
	135 m²	2 x 40 m DN 65	540-630 l	80 l
20 m	119 m²		540-690 l	105 l
	157 m²	2 x 40 m DN 80	870-1050 l	150 l

Annahmen: Sicherheitsventil 3 bar bis Anlagenhöhe 10 m, danach 4 bar. Vordruck 0,25 bar über statischem Druck. Auslegungs-Enddruck 0,5 bar unter Einstellung Sicherheitsventil.

Bei hohen Gebäuden ist zu beachten, dass der Anlagendruck auf der Höhe der Wärmepumpe deren zulässigen Druck nicht überschreitet.

2.8 Auslegung PV-Feld

2.8.1 Verschattungsfreiheit

Bei der Montage der Kollektoren sollte besonders darauf geachtet werden, dass die Module nicht vollständig oder teilweise beschattet werden (z. B. durch Masten, Schornsteine, Bäume und ähnliches), da Teilbeschattung den PV-Ertrag stark reduzieren kann. Ein schattenfreies Modul kann während des ganzen Jahres, sogar am kürzesten Tag des Jahres, unbehindert zwischen 9:00 und 15:00 Uhr bestrahlt werden. Beispiele siehe 4.3. Falls sich Teilbeschattung nicht völlig verhindern lässt, wird der Einsatz von „Optimizern" empfohlen.

2.8.2 Verkabelung

PV-Module erzeugen Gleichstrom in Abhängigkeit von der Einstrahlung, während Spannung immer anliegt.

Ein einzelnes Modul produziert nur eine niedrige Spannung. Wenn mehrere Module in Reihe geschaltet sind, summiert sich die Spannung. Wenn Module parallel miteinander verbunden werden, summiert sich der Strom. Wenn parallele und serielle Verbindung kombiniert werden, werden sowohl Strom als auch Spannung summiert.

Module unterschiedlicher Leistung dürfen in Reihe nicht kombiniert werden. Parallelschaltung unterschiedlicher Module ist nur bei vergleichbarer Stringspannung zu empfehlen. Ideal sind in diesem Fall separate MPP-Tracker oder Optimizer.

Berücksichtigen Sie beim Verdrahten der Module Folgendes:

- Die Module sind nur für Anwendungen mit bis zu 1500 V DC ausgelegt (Schutzklasse II). Überstromschutz darf 20 A nicht überschreiten (Verwendung von DC-Sicherungen für bis zu 1500 V wird empfohlen).
- Beachten Sie die Hinweise in der Montageanleitung wie z. B. Überstromschutzanweisungen bei einer Parallelschaltung, Kabel und Kabelverlängerung.

3 Gebäudeintegration, Leitung, Montagezubehör

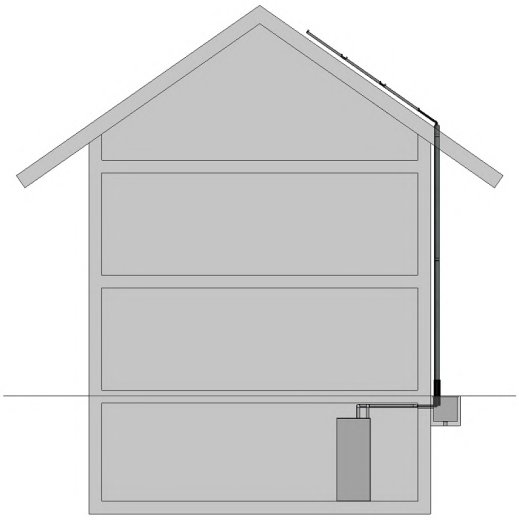
3.1 Anschlusszubehör

SOLINK-Kollektoren werden als Pakete für Kollektorreihen von 1 – 8 Stück geliefert (siehe 2.3). Die Pakete beinhalten die Kollektorverbinder sowie Endverschlüsse. Der obere Endverschluss ist mit einem Handentlüfter ausgestattet.

Als Zubehör zu den Kollektoren werden Panzerschläuche mit Steckverbindern für den Anschluss an die Vor- und Rücklaufleitung, in unterschiedlichen Längen geliefert. Hinweise hierzu siehe Preisliste.

3.2 Leitungssystem

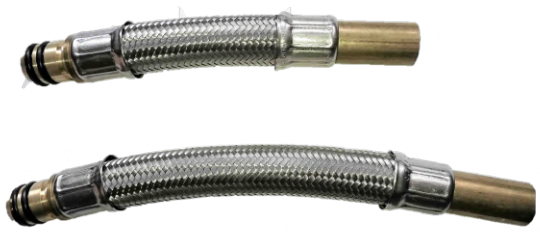
Die Verbindungsleitung von SOLINK-Modulen zur Wärmepumpe kann **außerhalb des Hauses als ungedämmte Leitung**, z. B. aus Kunststoff ausgeführt werden, die in einem Regenwasser-Fallrohr oder in einer Aussparung in der Fassade unter dem Putz (siehe 3.2.3) optisch unauffällig nach unten geführt wird. Bei Verlegung innerhalb des Hauses sind die Angaben von Abschnitt 3.2.4 zu beachten.



Bei gewählter Schneeabrutschfunktion sind bei Kleinanlagen bis ca. 30 m² Kollektorfläche einfache Leitungswege bis ca. 20 m unisoliert im Freien zulässig, bei größeren Anlagen entsprechend mehr. Bei längeren oder erdgebundenen Leitungen ist für den effizienten Schneeabrutschbetrieb eine Isolierung gegen Wärmeverlust zu empfehlen.

3.2.1 Geeignete Leitungsrohre Außenbereich

Die für SOLINK gelieferten Spezial-Panzerschläuche sind auf der einen Seite mit Steckverbindern für den Kollektor und auf der anderen Seite mit geraden Messingrohrstücken zum Verpressen mit Kupfer- oder Edelstahl-Pressfittings ausgestattet.



Pressfittings sollen die Zulassung für Einsatz in Kältetechnik sowie Außeneinsatz haben, z. B. von Viega oder >B< MaxiPro Pressfittings von IBP Bänninger.

Ab den Pressfittings können Leitungen in verschiedenen Ausführungen eingesetzt werden.

▶ **HINWEIS:**

Wo flachdichtende Übergänge verwendet werden, sind die Gewinde gegen eindringende Feuchtigkeit zusätzlich von außen mit wetterbeständiger Silikonmasse, Kork-Tape oder Dichtband abzudichten.

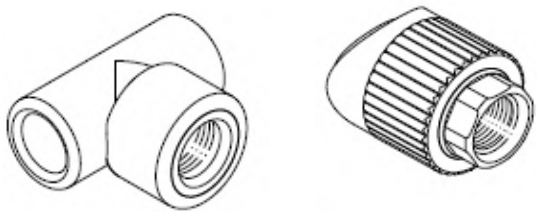
Kupfer- oder Edelstahlrohre

Die Rohre können direkt ab den Pressfittings weitergeführt werden. Kupfer ist für die Kombination mit verzinkten Dachrinnen nicht geeignet. Wellrohre sind aufgrund hohen Druckverlustes generell nicht geeignet.

Kunststoffrohre

Kunststoffrohre ermöglichen eine deutliche Kosteneinsparung. Die Rohre und Fittings müssen UV-stabilisiert sein. Es kommen zum einen PE-Rohre, zum anderen PP-R-Rohre mit integriertem Aluminium oder einem speziellen Fasergemisch und Alu-PEX-Rohre in Frage. PE-Rohre weisen eine hohe thermische Dehnung auf (13,5 cm bei 10 m und $\Delta T = 75$ K), was durch entsprechende Dehnungsschenkel bei der Leitungsverlegung berücksichtigt werden muss. PE-100-Rohre sind für SOLINK mit einem maximalen Betriebsdruck von 6 bar geeignet.

PP-R-Verbundrohre von aquatherm haben eine fünfmal kleinere thermische Dehnung und für dieses Rohr gibt es ein vielseitiges **Schweiß-Fittingprogramm** mit integrierten metallischen Innen- und Außengewinden.

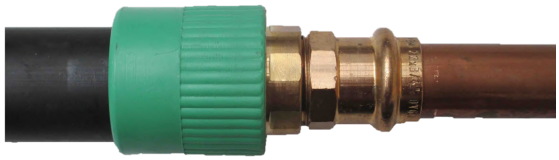


Die Rohre sind mit einer schwarzen UV-Schutzhaut lieferbar. Die Fittings dagegen sind nicht UV-beständig und müssen z. B. mit einer Schutzfarbe angestrichen werden, soweit sie der Sonnenstrahlung ausgesetzt sind.

Alternativ gibt es für aquatherm-Rohre und die Einsatzbedingungen von SOLINK zugelassene **Messing-Klemmverschraubungen** von Beulco, Bezug über den Großhandel.

Für den Anschluss der SOLINK-Panzerschläuche können Pressfittings in die Gewindefittings eingedichtet werden. Da Pressfittings i. d. R. kein flachdichtendes Außengewinde haben, empfiehlt sich das Einkleben der Fittings mit geeignetem Gewindekleber.

Alternativ können die Sammel- und Verteilleitungen neben den Kollektoren in Kupfer- oder Edelstahl ausgeführt werden, da dies Montageaufwand spart. Dann kann mit Übergangswinkel oder Übergangsmuffe auf Kunststoffrohr gewechselt werden.



3.2.2 Verrohrung auf dem Dach

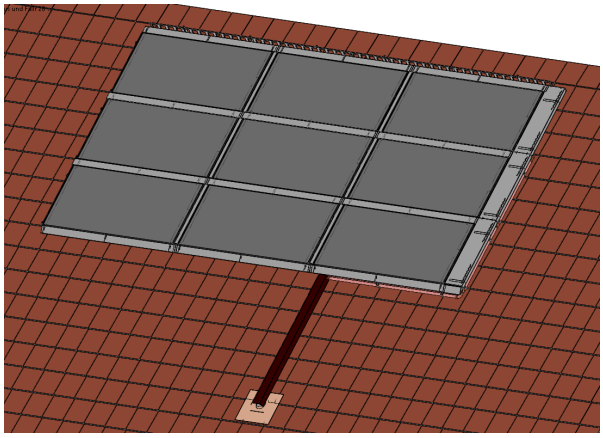
Auf einem **Flachdach** werden die Leitungen auf dem Dach verlegt. Lange ungedämmte Leitungen, die im Winter mit Schnee bedeckt sind, reduzieren die Wärmezufuhr zu den Kollektoren bei der Schneeantau- und Enteisungsfunktion. In Gebieten mit regelmäßig

Schnee, in denen diese Funktion vorgesehen ist, wird empfohlen, horizontale oder dachparallel verlegte Leitungen z. B. mit einem Blech abzudecken (siehe Bild unten).

Für den Servicefall empfiehlt es sich vor allem bei größeren Anlagen, Teilfelder separat absperren und entleeren zu können.

Für **Ziegeldächer** können die Leitungen neben sowie ober- oder unterhalb des Kollektorfelds verlegt werden. Bei Bedarf können sie mit der als Zubehör erhältlichen Blecheinfassung optisch abgedeckt werden. Weitere Hinweise siehe Montageanleitung.

Beispiel:



- Abdeckung der Leitungen neben Kollektorfeld durch Blecheinfassung (Zubehör)
- Abdeckung der Leitung bis zur Dachtraufe mit abgekantetem Blech (bauseits), z. B. Titanzinkblech artColor: kann in passender Farbe bezogen werden.
- Durchführung durch Dachüberstand, z. B. DachDicht FRGD100 Rohrmanschette DN 100-125 mm als Sonderanfertigung auf Anfrage bei Fa. Eisedicht (www.eisedicht.de).
- Übergang zwischen Leitungen auf Dach und in Fallrohr mit EPDM-Panzerschläuchen (bauseits)

  Achtung: Schlauch aus peroxidisch vernetztem EPDM wählen

Beispiel für Übergang an Dachdurchführung:

aquatherm GEGENSTÜCK flachdichtend auf Panzerschlauch Riflex Typ TW (Gewinde gegen eindringende Feuchtigkeit von außen abzudichten, siehe 3.2.1).

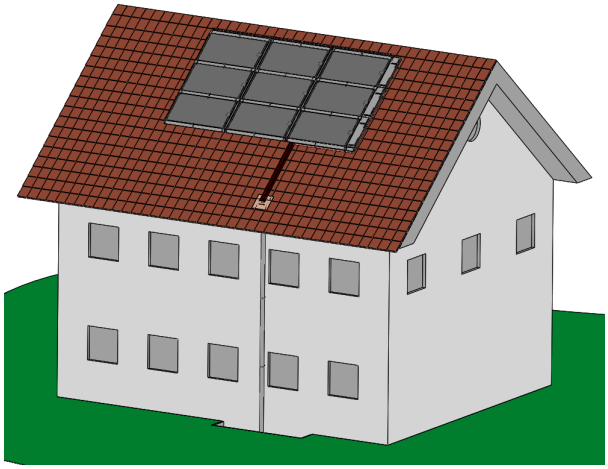
Alternativ kann der Übergang von der Dachleitung zur Fassadenleitung auch mit dem benötigten Winkel von aquatherm als Sonderteil (dort beauftragt) realisiert werden.

3.2.3 Verrohrung an der Fassade

Die Verlegung der Leitung ungedämmt außerhalb des Baukörpers bringt Vorteile bei Planung und Ausführung:

- Einsparung von Dämmung
- Keine Gefahr von Bauschäden durch Kondensat bei nicht korrekt ausgeführter Dämmung
- Einfachere Leitungsverlegung

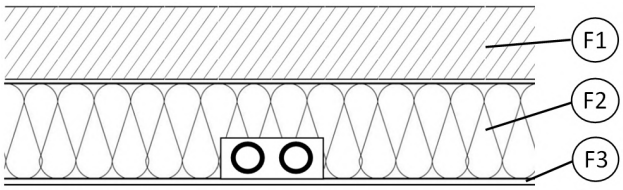
Die folgende Abbildung zeigt die Verlegung der Leitung bis zu Kellerschacht durch separates Fallrohr (bauseits).

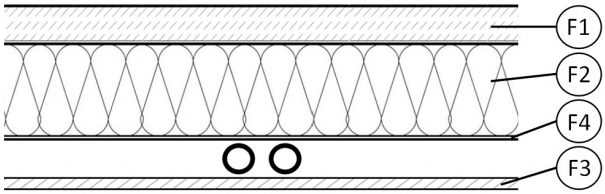


Es sollen bei der Verlegung Kältebrücken vermieden werden. Anstelle der Verlegung der Leitungen in einem Fallrohr besteht bei Neubauten oder Sanierungen eine gute Möglichkeit, die Leitungen in einer Aussparung auf der Außenseite der Fassadendämmung und hinter dem Verputz zu verlegen.

Bei dieser Art der Verlegung ist darauf zu achten, dass die Leitungen, die aufgrund von Kondensat feucht werden, nicht in Kontakt mit feuchteempfindlicher Dämmung sind, auch wenn eine Folie dazwischen liegt. Die Rohre sollten von Luft frei umströmt werden können, dafür wird ein Abstand von 30 mm von Dämmung/Wand empfohlen. Feuchtigkeit sollte nach unten ablaufen können. In zugänglichen Bereichen sollte ein Berührungsschutz vorgesehen werden.

Beispiele:





Oben: Feuchteunempfindliche Dämmung (z. B. EPS)

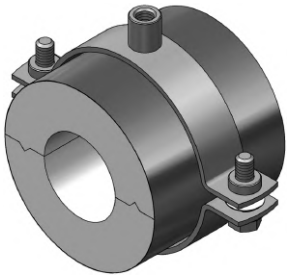
Unten: Verlegung in Hinterlüftung zw. Dämmung und Holzverschalung

F1 = Wand, F2 = Dämmung, F3 = Außenputz (links) bzw. Holzverschalung (rechts), F4 = Wasserschutzbahn

3.2.4 Verrohrung Innenbereich

Im Innenbereich ist eine geschlossenzellige Dämmung mit ausreichender Dimensionierung gegen Kondensation erforderlich: mindestens 25 mm (Lambda Wert ≤ 0,034 W/mK bei 0 °C). Vlies, Glas- oder Steinwolle sind ungeeignet und verursachen u. U. Wasserschäden durch Kondensat. Mehr Informationen siehe DIN 4140.

Um Kondensat- und Schimmelbildung zu verhindern, ist eine lückenlose, luftdichte Isolierung der Solarleitung erforderlich. Um die isolierten Rohrleitungen muss die Umgebungsluft frei zirkulieren können. Rohrschellen nicht direkt um das Rohr montieren, sondern isolierte Rohrschellen verwenden (von Consolar erhältlich, siehe Preisliste).



Flachdichtende Verschraubungen sind gegen eindringende Feuchtigkeit von außen abzudichten (Hinweise siehe 3.2.1).

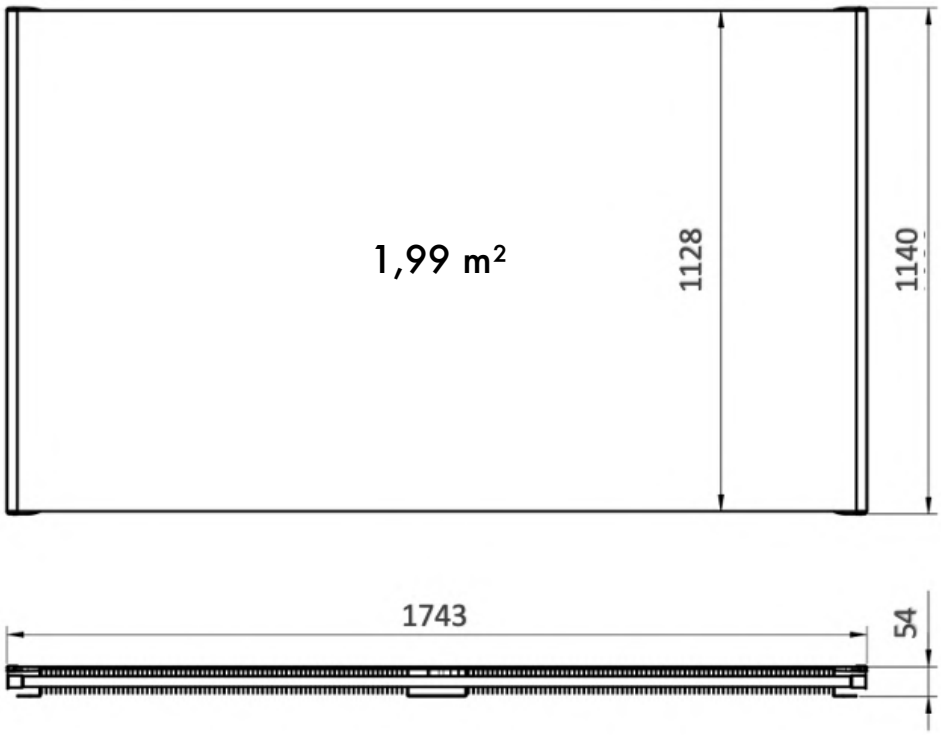
Wanddurchführungen sind gemäß Brandschutzvorgaben auszuführen. Dafür können spezielle Isolierungen z. B. Armaflex Protect stellenweise eingesetzt werden.

Voraussetzung für den Einsatz von diffusionsoffenen Kunststoffrohren ist die entsprechende Zulassung für die Wärmepumpe (i. d. R. bei Sole-Wasser-Wärmepumpen für Erdsonden gegeben).

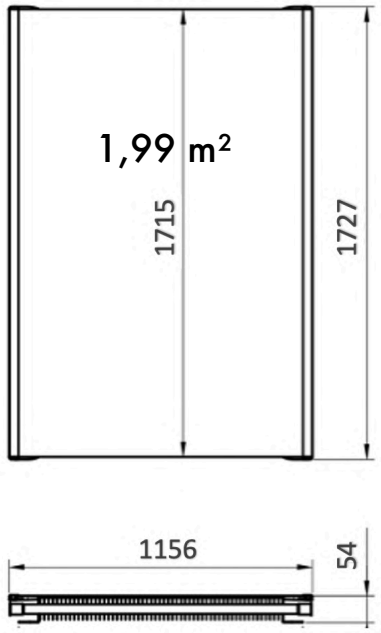
4 Kollektor- und Montagemaße

4.1 Kollektormaße

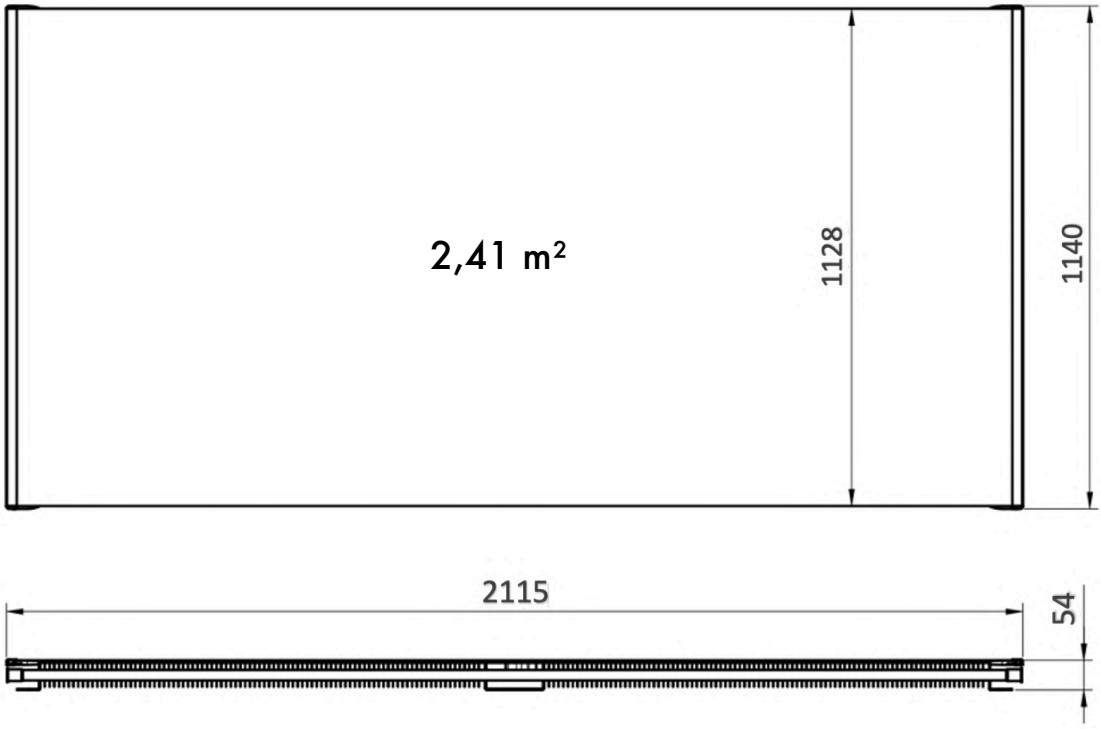
4.1.1 400 MH



4.1.2 400 MV



4.1.3 490 LH

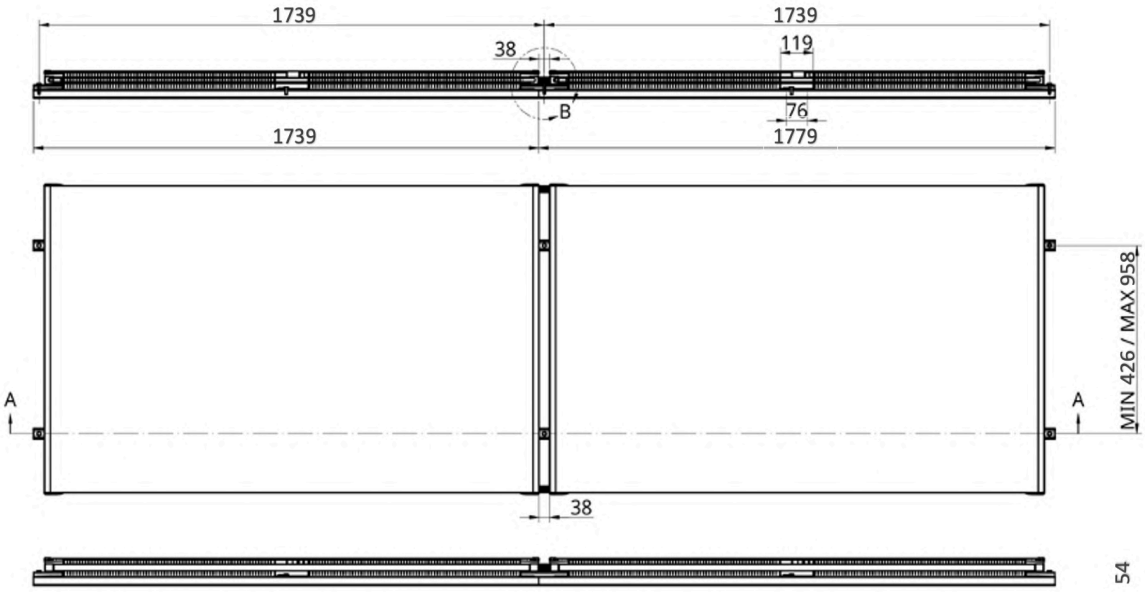


4.2 Montagesystem

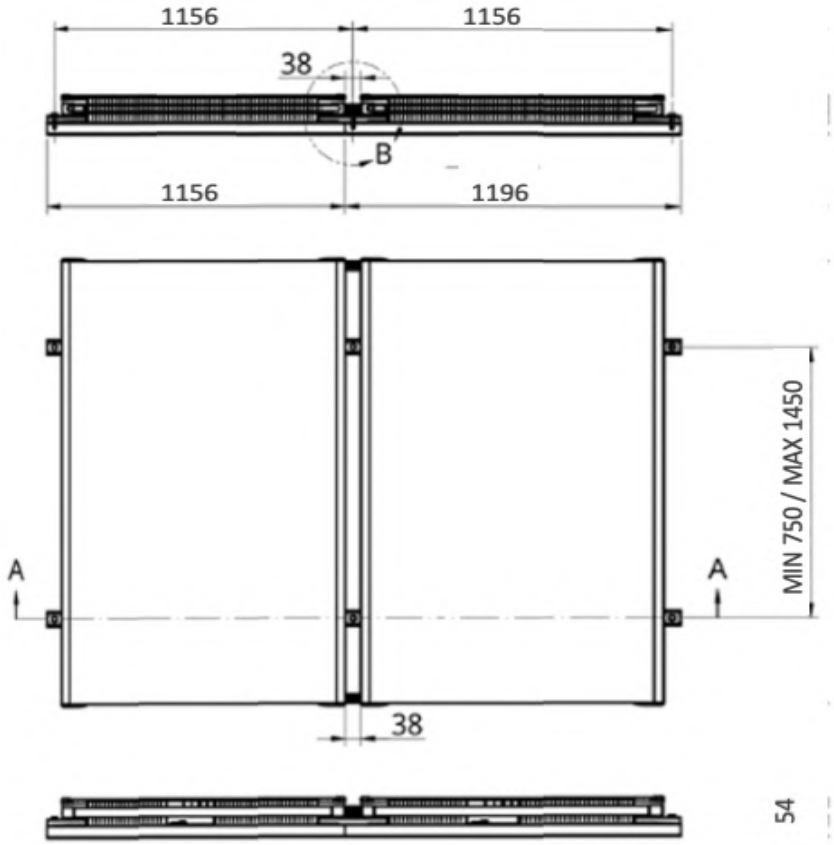
Details zum Montagesystem einschließlich Maßblatt vom Dachanker siehe Montageanleitung.

4.3 Feld- und Anschlussmaße

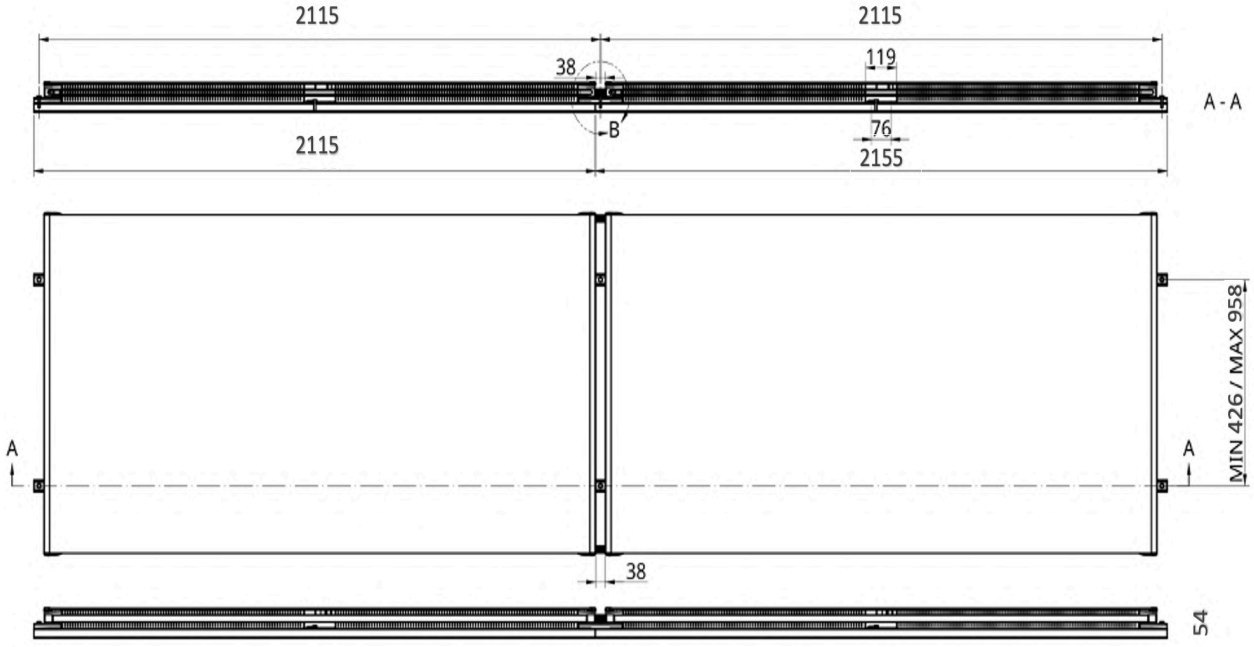
4.3.1 400 MH



4.3.2 400 MV



4.3.3 490 LH



4.3.4 Abstände zwischen Kollektoren

Empfohlene vertikale Abstände zwischen den Kollektoren, dachparallele Montage:

Kollektoranordnung		Gebiet mit Schnee	Kaum/kein Schnee
MV	MH / LH	gemessen zwischen PV-Flächen	gemessen zwischen PV-Flächen
< 3 Reihen	< 4 Reihen	12 mm (Schneeabrutschfunktion optional)	mind. 12 mm
≥ 3 Reihen à 1-4 Kollektoren	≥ 4 Reihen à 1-2 Kollektoren		
≥ 3 Reihen à > 4 Kollektoren	≥ 4 Reihen à > 2 Kollektoren	nicht empfohlen	mind. 100 mm

Reihenlängen (Beispiel inkl. wechselseitiger Anschluss auf DN 32, Mindestangabe):

	1 Koll.	2 Koll.	3 Koll.	4 Koll.	5 Koll.	6 Koll.	7 Koll.
400 MH	2.263 mm	4.044 mm	5.825 mm	7.606 mm	9.387 mm	11.168 mm	12.949 mm
400 MV	1.675 mm	2.868 mm	4.061 mm	5.254 mm	6.447 mm	7.640 mm	8.833 mm
490 LH	2.635 mm	4.788 mm	6.941 mm	9.094 mm	11.247 mm	13.400 mm	15.553 mm

Reihenraster Flachdach aufgeständert (H-Modellen, Ausrichtung Süd, keine Selbstverschattung am 21.12. mittags, Richtwerte):

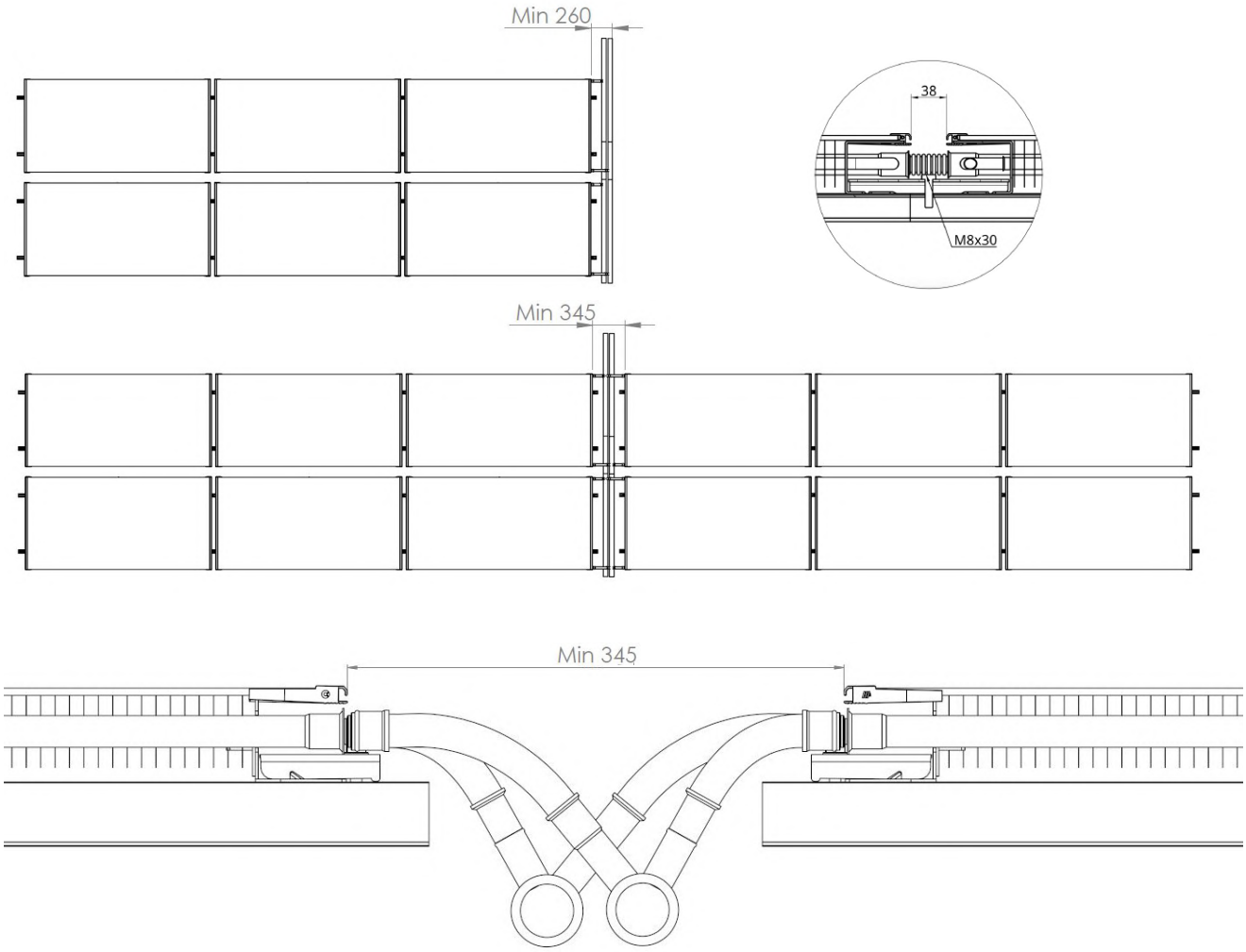
	Kollektorneigung				**Kopplungsschiene** 1730 mm (Raster: 2.920 mm)
	25°	30°	35°	40°	
Athen (38° N)	**1.919 mm**	2.035 mm	2.136 mm	2.221 mm	nicht empfohlen
Davos (47° N)	2.392 mm	**2.595 mm**	2.778 mm	2.940 mm	optional
Würzburg (50° N)	2.657 mm	2.909 mm	**3.139 mm**	3.344 mm	optional
Kiel (54° N)	3.204 mm	3.555 mm	3.880 mm	**4.175 mm**	nicht empfohlen

Reihenraster Flachdach aufgeständert (H-Modellen, Ausrichtung Ost-West, Verschattungswinkel 12°, inkl. mind. 300 mm Wartungsgang unten und 100 mm Hinterlüftungsspalte oben, Richtwerte – Platzbedarf kann je nach Montagesystem größer sein):

Kollektorneigung	10°	15°	20°	25°	30°
Reihenraster	1.330 mm	1.312 mm	1.518 mm	1.719 mm	1.907 mm

Weitere Angaben siehe Montageanleitung.

4.3.5 Abstände zwischen und neben Kollektorfeld



5 Technische Daten

Maße	Einheit	400 MH/MV	490 LH
Brutto	mm	1743/1156 x 1140/1727 x 54	2115 x 1140 x 54
Apertur	mm	1743/1156 x 1127/1715	2115 x 1128
Gewicht	kg	32	39
Aperturfläche	m^2	1,97	2,38
Bruttofläche	m^2	1,99	2,41
Materialien			
PV-Modul	-	3,2 mm gehärtetes Anti-Reflex-Glas, hochtransparent, geringer Eisengehalt	
Wärmetauscherrohre	-	Kupfer	
Wärmetauscherlamellen	-	Aluminium	
Beschicht. Wärmetauscher	-	Polyester-Pulverbeschichtung (siehe 5.1)	
Max. Über-/Unterdruckbelastung Kollektorfläche	Pa	5400 / 2400	
Zul. Temperaturbereich (Lagerung, Betrieb frostschutzabhängig)	°C	-30 bis +80	

PV-Modul	Einheit	400 MH/MV	490 LH
Hersteller	-	Bisol (EU)	
Zellen	-	108	132
Zellentechnik	-	Halbschnitt mono PERC c-Si	
Nennleistung	W_p	400	490
Kurzschlussstrom	A	13,74 [1]	13,77 [1]
Leerlaufspannung	V	37,0 [1]	45,2 [1]
Nennstrom	A	12,94	12,96
Nennspannung	V	30,9	37,8
Modulwirkungsgrad el.	%	20,5	20,6
Ausgangsleistungstoleranz	W	± 5	
Maximaler Rückstrom	A	25	
Max. Systemspannung	V	1500 (Schutzklasse II)	
Temp.koeff. d. Stroms	%/K	+0,06	
Temp.koeff. d. Spannung	%/K	-0,27	
Temp.koeff. d. Leistung	%/K	-0,35	
NOCT	°C	44 +/- 2	
Anschlussdose	-	3 Überbr.dioden, duplex	
Kabellänge	mm	1200	1400
Stecker	-	MC4-kompatibel / IP68	

Alle elektrischen Daten bei PV-Standard Testbedingungen (STC: AM 1,5, 1.000 W/m^2, 25 °C). Verbesserungen durch Modulkühlung über Luft-Wärmetauscher und Wärmepumpenbetrieb nicht berücksichtigt.

Bei der Photovoltaik-Oberfläche der SOLINK-Kollektoren kann es auf Grund des Fertigungsverfahrens je nach Einstrahlungswinkel zu Farbabweichungen zwischen verschiedenen Kollektoren kommen. Dies ist normal und stellt keinen Mangel dar.

Wärmeübertrager	Einheit	400 MH/MV	490 LH
Mäanderrohr	mm	12 x 0,3	
Sammlerrohr	mm	22 x 0,75	
Flüssigkeitsinhalt	l	3,4	4,2
Dicke Lamellen	mm	0,18	
Wärmetauscherfläche	m^2	ca. 15	ca. 18
Anschlüsse	-	Doppel-O-Ring-Steckverbindung	
Längenausgleich	-	integrierte Sammlerleitung	
Max. Druck	bar	6	
±±Druckabfall Wasser-Ethylenglykol 40 Vol.-%, -15 °C	kPa	verschaltungsabhängig, siehe 2.3	
Spez. Durchfluss	l/(m^2h)	ca. 50, vorgegeben durch Wärmepumpenleistung	
Konversionsfaktor [2]	%	54,3	
Lin. Wärmeverlustfakt. c_1 [2]	W/(m^2K)	22,21	
Windabh. Faktor c_3 [2]	J/(m^3K)	11,46	
Himmelstempabh. Fkt. c_4 [2]	-	0	
Effekt. Wärmekapazit. c_5 [2]	kJ/(m^2K)	44,87	
Windabh. Konv.-Fakt. c_6 [2]	s/m	0,098	
Stillstandstemperatur [2]	°C	(70)	
U-Wert Sole-Luft [2]	W/(m^2 K)	38,1 (bei 2 m/s Wind)	
U-Wert Sole-Luft [2]	W/(m^2 K)	45,7 (bei 3 m/s Wind)	

1) Toleranz ±3 %

2) Werte aus Solar Keymark-Prüfungen, Prüfberichte 18COL4326/21COL1622 (Vorgängermodelle). Gemessen nach ISO 9806:2013. Prüfung von aktuellem Modell in Auftrag.

3) Bei 1000 W/m^2 Einstrahlung und 30 °C Umgebungstemperatur

5.1 Korrosionsschutz

Aus hochgerechneten Salzsprühtests kann eine Schutzdauer von **über 15 Jahren** bei allen Korrosivitäts-Kategorien nach DIN EN ISO 12944 bis „Industrie-Atmosphäre und Küstenatmosphäre mit mäßiger Salzbelastung" (C4) und bei „Industrie-Atmosphäre mit hoher relativer Luftfeuchte und aggressiver Atmosphäre" (C5) von **5 - 15 Jahren** abgeleitet werden. Das tatsächliche Korrosionsverhalten kann aber je nach Situation sehr unterschiedlich sein.

Das Kupferrohr ist auch ohne Beschichtung in vielen Fällen korrosionssicher, so dass Austritt von Flüssigkeit durch Korrosion unwahrscheinlich ist.

6 Zulassung, Förderung

6.1 Solar Keymark

Ein neuer Keymark-Test ist in Auftrag (12/2022), der Leistungstest ist abgeschlossen, s. o..

Das Vorgängermodell wurde 2018 am ITW/TZS der Universität Stuttgart gemäß Solar Keymark-Zertifizierung erfolgreich geprüft (Qualität und Leistung). DIN CERTCO Registriernummer: 011-7S2894 P.

6.2 Hagelbeständigkeit, Hagelklasse

Ein neuer Keymark-Test ist in Auftrag (12/2022).

Das PV-Modul übersteht Hagelschlag mit Korngröße 25 mm bei 83 km/h. In einem anderen Test wurde das Vorgängermodell am ITW/TZS mit einem Stahlkugeltest geprüft: Der Kollektor überstand unbeschadet den Fall einer 150 g schweren Stahlkugel aus 1,4 m Höhe.

Der Kollektor mit seinem 3,2 mm dicken Glas für das PV-Modul entspricht in der Schweiz der Hagelklasse HW 3.

6.3 Förderungen (Deutschland)

Die SOLINK-Kollektoren sind sowohl bei der BAFA (BEG: Einzelmaßnahmen) als auch bei der KfW (BEG: Systematische Maßnahmen in der Sanierung und für den Neubau) als „Sonderbauform" geführt. Dabei sind in der Regel 91 % der Anschaffungskosten der SOLINK-Kollektorpakete förderfähig (bei Netzeinspeisung). Der jeweilige Fördersatz ergibt sich auf Grund des Umfangs der Sanierung bzw. der Art der auszutauschenden Heizungs-Altanlage (bei den Einzelmaßnahmen). Eine Gewähr für die Förderung kann Consolar nicht übernehmen.

Wir empfehlen bei Großanlagen die Simulation der Anlage mit Hilfe der Software „Polysun", um eine Jahresarbeitszahl – unter Berücksichtigung des vom System produzierten und direkt genutzten Strom – von mindestens 4,5 (JAZ_{PVT}) zu erreichen. Die dafür nötige Simulation kann ab Polysun 11.0 durchgeführt oder bei Consolar kostenpflichtig beauftragt werden.

6.4 Patent

Der SOLINK-Kollektor wurde von Consolar mit seinem Kooperationspartner als weltweites Patent angemeldet unter der Nr. PCT/EP2017/069742 und in Europa und China erteilt.

Consolar Solare
Energiesysteme GmbH
Technischer Support: +49 7621-42228-505

Kasseler Str. 1a
D-60486 Frankfurt

Gewerbestraße 7
D-79539 Lörrach

Fon: +49 7621-42228-500
Fax: +49 07621-42228-31

info@consolar.com
www.consolar.com

HINWEIS:
Die in der Technischen Dokumentation gemachten Angaben und Hinweise erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit und ersetzen nicht die fachgerechte Planung.
Änderungen und Irrtum vorbehalten.

Consolar Produkte und Beratung erhalten Sie bei:

Änderungen und Irrtum vorbehalten.