

## Lernsituation „Planung, Inbetriebnahme und Betrieb einer Solarthermie-Anlage“

In diesem Lernmodul werden für die energieeffiziente Wärmeversorgung eines neuen Wohnhauses die Installation und Inbetriebnahme einer thermische Solaranlage geplant sowie gängige und exemplarische Fehlerbilder von Solarthermieanlagen erarbeitet.

Zur Lösung der in den Modulen beschriebenen Problemstellungen sind Kompetenzen aus verschiedenen Berufsbildern erforderlich. Deswegen werden die jeweils klassischen Kompetenzen eines Gewerks durch Kompetenzen anderer Gewerke ergänzt. **In order to successfully complete the learning module, skills from different professions are required. For this reason, the traditional skills of one trade are supplemented by skills from other trades.**

Zur Erreichung der avisierten Kompetenzen und zur Erarbeitung der fachlichen Inhalte unterteilt sich das Lernmodul in ein Hauptmodul und zwei optionale Submodule. Zu jedem Modul gibt es einen Auftrags, welcher in mehrere Teilaufgaben unterteilt, welche übergreifend über mehrere Stunden durch die Lernenden erarbeitet werden.

Die Lernmodule sind wie folgt gegliedert:

## Hauptmodul:

### „Planung und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“

Inhalt:

- Mechanische und elektrische Bauteile und Funktionen der Solarthermieanlage
- Erstellung eines Funktionsschematas der mechanischen und elektrischen Bauteile der Solarthermie-Anlage

Zeit: ca. 6 Stunden

Niveau: EQF 4

Im Hauptmodul werden die folgenden unterrichtlichen Ziele verfolgt:

- Kennenlernen der Schnittstellen zwischen den Gewerken.
- Verstehen der wichtigsten mechanischen und elektrischen Elemente einer thermischen Solaranlage sowie ihrer Funktionen.
- Erlernen der fachgerechten Darstellung einer Solarthermieanlage (elektrisch und mechanisch) sowie der Analyse von Herstellerunterlagen.
- Auswahl der Anschlusskabel (Anzahl der Adern, ggf. Leitungstypen)



<u>Submodul 1:</u>	<u>Submodul 2:</u>
<b>Finale Inbetriebnahme der Solarthermie-Anlage</b>	<b>Problem- und Konfliktlösung an der Solarthermie-Anlage</b>

Inhalt:

- Überprüfung der elektrischen Sicherheitseinrichtungen (RCD, MCB)
- Funktionsprüfung der Solarthermieanlage mittels Aktorentest und Funktionsprüfung

Zeit: ca. 4 Stunden

EQF 4

[Link einfügen zum Submodul](#)

Inhalt:

- Problemstellung 1: festsitzende Solar-Pumpe durch Korrosion
- Problemstellung 2: fehlende Systemaufheizung
- Problemstellung 3: Fehler in der Spannungsversorgung

Zeit: ca. 14 Stunden

EQF 4

[Link einfügen zum Submodul](#)

Teaching Sequence	Description and Material	How to use?
<b>Main-Module</b>	Short description and Link to pdf`s/digital tools/etc.	Methodical and didactic explanations (approx. 10 sentences as a first orientation)  + link to further documentation if applicable (pdf`s)
<b>Introductory scenario</b>	<p><b>Introduction of the main learning situation (e.g.)</b></p> <p><i>Sie wurden beauftragt, die Warmwasserversorgung eines Wohngebäudes an einem abgelegenen Standort mit einer solarthermischen Anlage sicherzustellen. Für die Installation werden ein Anlagenmechaniker und ein Elektriker zum Projektstandort geschickt.</i></p> <p><i>Auf dem Gebäude ist bereits eine Photovoltaikanlage installiert, die zuverlässig die Stromversorgung gewährleistet.</i></p> <p><i>Das Trinkwasser wird über einen Hausbrunnen bezogen, der mit Quellwasser gespeist wird.</i></p> <p><i>Ihre Aufgabe besteht darin, die Installation der Solarthermieanlage zu planen eine Anlage zu planen und nach der Installation in Betrieb zu nehmen.</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diese Lernsituation richtet sich an Elektriker oder an gemischte Klassen aus Elektrikern und Installateuren.</li> <li>✓ Die Schüler werden in interdisziplinären Gruppen eingeteilt, in denen sie zusammenarbeiten. Falls Installateure und Elektriker in derselben Klasse sind, haben sie die Möglichkeit, voneinander zu lernen.</li> <li>✓ Sollte es nicht möglich sein die beiden Gewerke zu mischen, können diese auch getrennt, unter der zur Verfügungstellung der Informationsmaterialien des anderen Gewerkes, unterrichtet werden.</li> <li>✓ Mechanisches Vorwissen:             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grundkenntnisse mechanische Zusammenhänge hydraulischer Bauteile (Rohre, Pumpe,...)</li> </ul> </li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>- Grundkenntnisse Wärmeübertragung (Strahlung, Leitung)</li><li>- Grundkenntnisse Hydraulik (Transport Wärmeträger durch Pumpe)</li><li>✓ Elektrische Grundkenntnisse:<ul style="list-style-type: none"><li>- Grundkenntnisse elektrische Sicherheitseinrichtungen (MCB, RCD)</li><li>- Grundkenntnisse Anschluss elektrischer Komponenten (Fühler, Pumpen, Steuergerät...)</li></ul></li></ul> <p><b>Link: „1.3 Hauptmodul - Auftrag Solarthermie“</b></p> <p><b><u>Ablauf:</u></b></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1) Die Lehrkraft stellt die Situation vor und stellt die Gruppen zusammen.</li><li>2) Die Lernenden überlegen in Ihren Gruppen wie der Auftrag bearbeitet wird und entwickeln eine erste Idee zum Umfang des Auftrags.</li><li>3) Sammlung der Ideen im Plenum und Vereinbarung einer gemeinsamen</li></ol>
--	--	--

		Vorgehensweise sowie der Qualität und Umfang des zu erstellenden Produkts (Funktionsschemata).
Tasks	<p><b><u>Ablauf:</u></b></p> <p>1) Information zur Funktion und Aufbau einer Solarthermie-Anlage. Dauer: 0,75h</p> <p>2) Sichtung der Betriebsunterlagen zur Solarthermieanlage und Fachbuchunterlagen. Auswahl und Zusammenstellung der erforderlichen Informationen durch die Lernenden. Dauer: 0,75h</p> <p>3) Erstellung eines Übersichtsschemata, in welchem die grundlegenden mechanischen und elektrischen Komponenten fachgerecht dargestellt sind. Dauer: 0,5h</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ziel ist eine selbstständige Erstellung eines Funktionsschemata mit den elektrischen und mechanischen Komponenten innerhalb der einzelnen Gruppen.</li> <li>✓ Die Lernenden informieren sich mit den zur Verfügung gestellten Informationsmaterialien und der Fachliteratur der unterschiedlichen Gewerke.</li> <li>✓ Die Lehrkraft steht während der selbstständigen Erarbeitungsphase für Rückfragen und Hilfestellungen zur Verfügung. Mögliche Fragen werden innerhalb der Gruppen thematisiert, die Lernenden unterstützen sich, vor allem bei fachspezifischen Fragen, gegenseitig.</li> <li>✓ Das Funktionsschemata ist eine Veranschaulichung der Komponenten der Solarthermie-Anlage sowie</li> </ul>

	<p>4) Berechnung der elektrischen Anschlussleistung und Auswahl passender Sicherungseinrichtungen (RCD, Leitungsschutzschalter)</p> <p>Dauer: 0,5h</p>	<p>dessen elektrischen und mechanischen (funktionellen) Anschlüssen. Bei der Erstellung sind die gängigen Sinnbilder der technischen Kommunikation zu verwenden.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ In den einzelnen Gruppen werden individuelle Produkte erarbeitet. In diesen sollten die grundlegenden Komponenten der Solarthermie-Anlage wie Kollektor, Solarpumpen, Kollektorfühler, Wärmespeicher und elektrische Einrichtungen vorhanden sein.</li> <li>✓ Bei der Darstellung genügt eine Skizze, soweit im Unterricht keine weiteren Ziele im Bezug auf die fachgerechte Darstellung / Erstellung von Funktionsschemata verfolgt werden. In starken Lerngruppen können die Lernenden das Schemata des jeweils anderen Gewerkes skizzieren. Die Lernenden geben sich in dieser Phase Hinweise und</li> </ul>
--	--	--

		<p>Tipps für die fachgerechte und sinnvolle Darstellung des Funktionsschemas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Als Informationsmaterial sind gängige Fachbuch- und Herstellerunterlagen der jeweiligen Region und Nation zu verwenden. Somit können die regionalen Unterschiede der verschiedenen Bauweisen der Solarthermie-Anlage (mit/ohne Frostschutz; mit/ohne Heizungsunterstützung) berücksichtigt werden.</li> <li>✓ Eine mögliche Lösung ist unter dem folgenden Link zu finden:</li> <li>✓ <b>Links:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 1.1 Hauptmodul - Auftrag Solarthermie</li> <li>- 1.2 Hauptmodul - Auftrag Solarthermie Erwartungshorizont</li> </ul> </li> </ul>
Presentation and Assessment	5) Die Gruppen stellen sich Ihre Produkte gegenseitig vor, ergänzen und/oder korrigieren diese nach Bedarf und	Zu 5)

	<p>verständigen sich auf eine gemeinsames bzw. korrigiertes Anlagenschema. Mögliche Fragestellungen oder Unklarheiten werden dabei aufgedeckt und dokumentiert.</p> <p>Dauer: 0,75h</p> <p>6) Einzelne Gruppen stellen Ihre Produkte nach Bedarf im Plenum zur Diskussion.</p> <p>Dauer: 0,5h</p> <p>7) Sammlung möglicher Fragen, Unstimmigkeiten und/oder ergänzende Themenstellungen aus der Phase 5) in einem Themenspeicher.</p> <p>Dauer: 0,25h</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Wenn die Gruppen zum Abgleich der Produkte geteilt, dazu wechselt die Hälfte der Gruppe in eine andere Gruppe und stellt dort den neuen Gruppenmitgliedern die eigenen Produkte vor.</li> <li>✓ Zur Bewertung wird den neu gebildeten Gruppen eine Checkliste mit Bewertungskriterien ausgeteilt, mit welcher die Produkte der anderen Gruppen bewertet werden. Die ermöglicht es den Lernenden die Produkte zu prüfen und kriteriengeleitet eine Rückmeldung zur Qualität und Vollständigkeit der Produkte zu geben.</li> <li>✓ Somit besteht die Möglichkeit für die Lernenden den eigenen Lernzuwachs zu überprüfen sowie die Produkte der neuen Gruppenmitglieder (nach dem Wechsel) zu korrigieren. Dies hilft schwächeren Lernenden im kleinen „geschützten“ Kreis vorzustellen und mit anderen Produkte abzugleichen. Damit wird einzelnen die Sicherheit</li> </ul>
--	---	--

		<p>gegeben, die Produkte in der nachfolgenden Phase vor dem gesamten Plenum vorzustellen.</p> <p>✓ Links: - 1.3 Hauptmodul - Checkliste Kriterien Produktbewertung</p>
Reflection/evaluation	<p>8) Die Lernenden sammeln im Schüler-Lehrer-Gespräch die möglichen Problemstellungen aus den vorherigen Phasen der Lernsituation. Dabei werden auch die Schnittstellen und Leistungsgrenzen mit Blick auf die vorbenannten Ziele der Lernsituation zwischen den Gewerken thematisiert.</p> <p>Dauer: 0,5h</p> <p>9) Zur Reflektion des eigenen Kenntnisstands erstellen die Lernenden eine Funktionsbeschreibung unter Verwendung der wichtigsten Komponenten der Solarthermieanlage.</p> <p>Dauer: 1,5h</p>	<p>Zu 9)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Die Lernenden erstellen in Einzelarbeit und im Rückblick auf die vorherigen Inhalte eine Funktionsbeschreibung zur Solarthermieanlage.</li> <li>✓ Diese Phase ermöglicht es den Lernenden den eigenen Lernzuwachs zu überprüfen und letzte Wissenslücken zu schließen.</li> <li>✓ Dabei können die Lernenden leise mit den anderen Lernenden abstimmen oder sich an die Lehrkraft wenden.</li> </ul>

## Lernsituation

### „Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“



Quelle: fobizz KI-generiert

## Hauptmodul: Planung der Solarthermieanlage

### Ausgangsszenario

Sie wurden beauftragt, die Warmwasserversorgung eines Wohngebäudes an einem abgelegenen Standort mit einer solarthermischen Anlage sicherzustellen. Für die Installation werden ein Anlagenmechaniker und ein Elektriker zum Projektstandort geschickt.

Auf dem Gebäude ist bereits eine Photovoltaikanlage installiert, die zuverlässig die Stromversorgung gewährleistet. Das Trinkwasser wird über einen Hausbrunnen bezogen, der mit Quellwasser gespeist wird.

Ihre Aufgabe besteht darin, die Installation der Solarthermieanlage zu planen eine Anlage zu planen und nach der Installation in Betrieb zu nehmen.

### **Auftrag 1.1)**

Informieren Sie sich über die Komponenten und deren Aufbau und Funktion der Solarthermieanlage. Nutzen Sie dafür die Produktunterlagen der (gängigen) Hersteller.

### **Auftrag 1.2)**

Erstellen Sie zur Vorbereitung der Planung der Installation der Solarthermie-Anlage eine fachgerechte Schemata, in welchem die folgenden Punkte dargestellt werden sollen:

- die wichtigsten Komponenten der Solarthermie-Anlage.
- Kennzeichnung der elektrischen Anschlussdaten, wie Leistung, Spannung und Stromstärke sowie der Anzahl der erforderlichen elektrischen Leiter

### **Auftrag 1.3)**

Wählen Sie für die elektrische Absicherung geeignete Komponenten für die Stromhauptverteilung des Ferienhauses aus.

## Lernsituation

### „Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“



Quelle: fobizz KI-generiert

## Hauptmodul: Planung der Solarthermieanlage

### Ausgangsszenario

Sie wurden beauftragt, die Warmwasserversorgung eines Wohngebäudes an einem abgelegenen Standort mit einer solarthermischen Anlage sicherzustellen. Für die Installation werden ein Anlagenmechaniker und ein Elektriker zum Projektstandort geschickt.

Auf dem Gebäude ist bereits eine Photovoltaikanlage installiert, die zuverlässig die Stromversorgung gewährleistet. Das Trinkwasser wird über einen Hausbrunnen bezogen, der mit Quellwasser gespeist wird.

Ihre Aufgabe besteht darin, die Installation der Solarthermieanlage zu planen und nach der Installation in Betrieb zu nehmen.

### Auftrag 1.1)

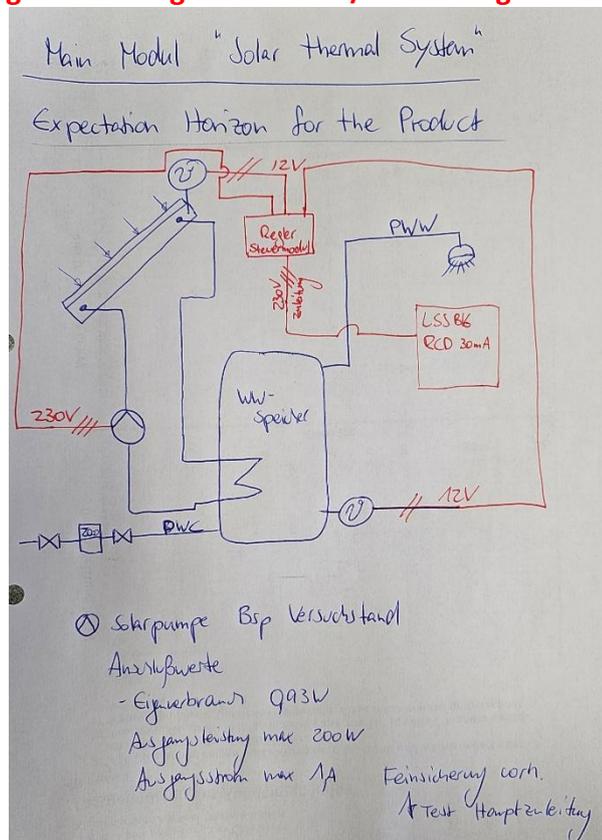
Informieren Sie sich über die Komponenten und deren Aufbau und Funktion der Solarthermieanlage. Nutzen Sie dafür die Produktunterlagen der (gängigen) Hersteller.

### Auftrag 1.2)

Erstellen Sie zur Vorbereitung der Planung der Installation der Solarthermie-Anlage eine fachgerechtes Schemata, in welchem die folgenden Punkte dargestellt werden sollen:

- die wichtigsten Komponenten der Solarthermie-Anlage.
- Kennzeichnung der elektrischen Anschlussdaten, wie Leistung, Spannung und Stromstärke sowie der Anzahl der erforderlichen elektrischen Leiter

### Mögliche Lösung der Schüler / Erwartungshorizont:



### Auftrag 1.3)

Wählen Sie für die elektrische Absicherung geeignete Komponenten für die Stromhauptverteilung des Ferienhauses aus.

**Mögliche Lösung:** Leitungsschutzschalter B10A oder B16A je nach Querschnitt der Anschlussleitung; RCD mit 30mA

## Lernsituation

### „Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“



Quelle: fobizz KI-generiert

## Hauptmodul: Planung der Solarthermieanlage

### Kriterien zur Bewertung der Produkte

Kriterium	Erfüllt	nicht erfüllt
Dargestellte Komponenten der Solarthermieanlage:		
- Solarpumpe in der Zulaufleitung zum Kollektor		
- Kollektor mit Vor- und Rücklaufleitung		
- Warmwasserspeicher mit Solarwärmetauscher		
- Temperaturfühler am Kollektor (Kollektorfühler)		
- Temperaturfühler im Warmwasserspeicher unten		
- Solarsteuermodul / Regler		
Elektrische Anschlussleitungen vom Solarsteuermodul...		
- ...zur Solarpumpe, 3-adrig, 230V		
- ...zum Solarsteuermodul, 3-adrig 230V		
- ...zum Kollektorfühler, 2-adrig, 12V		
- ...zum Speicherfühler, 2-adrig, 12V		
Sonstige Kriterien		
- Alle Komponenten sind übersichtlich dargestellt		
- Saubere Skizze		
- ...		

## **Submodul 1: Abschließende Integrationstests und Inbetriebnahme --> Die Rolle des Elektrikers/Anlagenmechanikers und die Koordination der Arbeitsabläufe**

In diesem Lernmodul werden für die energieeffiziente Wärmeversorgung eines neuen Wohnhauses die Installation und Inbetriebnahme einer thermische Solaranlage geplant sowie gängige und exemplarische Fehlerbilder von Solarthermieanlagen erarbeitet.

Zur Lösung der in den Modulen beschriebenen Problemstellungen sind Kompetenzen aus verschiedenen Berufsbildern erforderlich. Deswegen werden die jeweils klassischen Kompetenzen eines Gewerks durch Kompetenzen anderer Gewerke ergänzt.

Zur Erreichung der avisierten Kompetenzen und zur Erarbeitung der fachlichen Inhalte unterteilt sich das Lernmodul in ein Hauptmodul und zwei optionale Submodule. Zu jedem Modul gibt es einen Auftrags, welcher in mehrere Teilaufgaben unterteilt, welche übergreifend über mehrere Stunden durch die Lernenden erarbeitet werden.

Die Lernmodule sind wie folgt gegliedert:

## Hauptmodul:

### „Planung und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“

Inhalt:

- Mechanische und elektrische Bauteile und Funktionen der Solarthermieanlage
- Erstellung eines Funktionsschematas der mechanischen und elektrischen Bauteile der Solarthermie-Anlage

Zeit: ca. 6 Stunden

Niveau: EQF 4

Im Hauptmodul werden die folgenden unterrichtlichen Ziele verfolgt:

- Kennenlernen der Schnittstellen zwischen den Gewerken.
- Verstehen der wichtigsten mechanischen und elektrischen Elemente einer thermischen Solaranlage sowie ihrer Funktionen.
- Erlernen der fachgerechten Darstellung einer Solarthermieanlage (elektrisch und mechanisch) sowie der Analyse von Herstellerunterlagen.
- Auswahl der Anschlusskabel (Anzahl der Adern, ggf. Leitungstypen)



#### Submodul 1:

**Finale Inbetriebnahme der Solarthermie-Anlage**

#### Submodul 2:

**Problem- und Konfliktlösung an der Solarthermie-Anlage**

<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung der elektrischen Sicherheitseinrichtungen (RCD, MCB)</li> <li>- Funktionsprüfung der Solarthermieanlage mittels Aktorentest und Funktionsprüfung</li> </ul> <p>Zeit: ca. 4 Stunden</p> <p>EQF 4</p>	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemstellung 1: festsitzende Solar-Pumpe durch Korrosion</li> <li>- Problemstellung 2: fehlende Systemaufheizung</li> <li>- Problemstellung 3: Fehler in der Spannungsversorgung</li> </ul> <p>Zeit: ca. 14 Stunden</p> <p>EQF 4</p>
---	---

### Submodul 2

Unterrichtssequenz	Beschreibung und Material	Didaktisch-methodische Hinweise zur Nutzung
<b>Einstiegsszenario</b>	<p><b>Introduction of the learning situation (e.g.)</b></p> <p><i>In der Zwischenzeit wurde die Solaranlage fertig installiert, jetzt steht nur noch die finale Inbetriebnahme und Elektroprüfung aus.</i></p> <p><i>Erstellen Sie dazu eine Checkliste der zu erledigenden Arbeiten und erforderlichen Werkzeuge. Nutzen Sie zur Information die</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diese Lernsituation richtet sich an Elektriker oder an gemischte Klassen aus Elektrikern und Installateuren.</li> <li>✓ Die Schüler werden in interdisziplinären Gruppen eingeteilt, in denen sie zusammenarbeiten. Falls Installateure und Elektriker in derselben Klasse</li> </ul>

	<p>zur Verfügung stehenden technischen Unterlagen der Solarthermieanlage sowie Ihre Fachunterlagen.</p> <p>Dauer: 0,5h</p>	<p>sind, haben sie die Möglichkeit, voneinander zu lernen.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Sollte es nicht möglich sein die beiden Gewerke zu mischen, können diese auch getrennt, unter der zur Verfügungstellung der Informationsmaterialien des anderen Gewerkes, unterrichtet werden.</li> <li>✓ Vorwissen: Die Lerninhalte des Hauptmoduls „„Planung und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage““</li> </ul> <p><b>Link:</b> „2.1 Submodul - Auftrag Inbetriebnahme“</p> <p><b>Ablauf:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1) Die Lehrkraft stellt die Situation vor und stellt die Gruppen zusammen.</li> <li>2) Die Lernenden überlegen in Ihren Gruppen wie der Auftrag bearbeitet wird und entwickeln eine erste Idee zum Umfang des Auftrag</li> </ol>
--	--	--

		<p>3) Sammlung der Ideen im Plenum und Vereinbarung einer gemeinsamen Vorgehensweise sowie der Qualität und Umfang des zu erstellenden Produkts (Checkliste).</p>
<p><b>Aufgaben</b></p>	<p><b>Ablauf:</b></p> <p>10) Sichtung der Betriebsunterlagen zur Solarthermieanlage und Fachbuchunterlagen. Auswahl und Zusammenstellung der erforderlichen Informationen durch die Lernenden. Dauer: 1,0h</p> <p>11) Erstellung einer Tabelle (Checkliste) bzw. Eintragung der Informationen aus Schritt 1) sowie Festlegung der Reihenfolge der Arbeitsschritte. Dauer: 0,5h</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ziel dieser Unterrichtsphase ist eine selbstständige Erstellung der Checkliste innerhalb der einzelnen Gruppen.</li> <li>✓ Die Lernenden informieren sich mit den zur Verfügung gestellten Informationsmaterialien und der Fachliteratur der unterschiedlichen Gewerke.</li> <li>✓ Die Lehrkraft steht während der selbstständigen Erarbeitungsphase für Rückfragen und Hilfestellungen zur Verfügung. Mögliche Fragen werden innerhalb der Gruppen thematisiert, die Lernenden unterstützen sich, vor allem bei fachspezifischen Fragen, gegenseitig.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Die zu erstellende Checkliste ist eine Übersicht über die erforderlichen Schritte zur elektrischen Inbetriebnahme der Solarthermie-Anlage. Aus der Liste sollen ebenfalls die Grenzen der Leistungsgrenzen der Gewerke, aber auch die möglichen Schnittstellen zwischen ihnen erarbeitet werden.</li><li>✓ In den einzelnen Gruppen werden individuelle Produkte erarbeitet. Diese sollten die wichtigsten Arbeitsschritte, Werkzeuge und Zuweisung des Arbeitsschrittes des jeweiligen Gewerkes aufzeigen.</li><li>✓ Die Lernenden aus den beiden Gewerken arbeiten bei der Erstellung der Checkliste zusammen und legen gemeinsam eine sinnvolle Reihenfolge der Tätigkeiten fest.</li></ul>
--	--	--

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Als Informationsmaterial sind gängige Fachbuch- und Herstellerunterlagen, sowie gesetzlichen Vorschriften und Normen der jeweiligen Region und Nation zu verwenden. Somit können die regionalen Unterschiede der verschiedenen Bauweisen der Solarthermie-Anlage (mit/ohne Frostschutz; mit/ohne Heizungsunterstützung) mit Blick auf die elektrische Inbetriebnahme der Anlage berücksichtigt werden.</li> <li>✓ Eine mögliche Lösung ist unter dem folgenden Link zu finden:</li> <li>✓ <b>Links:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>2.1 Submodul - Auftrag Inbetriebnahme Erwartungshorizont</b></li> </ul> </li> </ul>
Präsentation	12) Eine Gruppen stellt ihr Produkte im Plenum vor, dazu wird diese an die Tafel projiziert. Die anderen Gruppen geben	

	<p>ein stärkenorientiertes Feedback und leiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge ab.</p> <p>Dauer: 0,5h</p> <p>13) Die Lernenden kehren in die Gruppen zurück und ergänzen und korrigieren die Checklisten nach Bedarf</p> <p>Dauer: 0,5h</p>	
Bewertung	<p>14) Die Produkte werden eingesammelt und durch die Lehrkraft bewertet.</p>	<p>zu 5)</p> <p>Bei der Bewertung ist die sinnvolle Reihenfolge der Arbeitsschritte sowie die Zuweisung der Aufgaben zu den beiden Gewerken das wichtigste Kriterium.</p>
Reflexion	<p>15) Die Lernenden erstellen im Schüler-Lehrer-Gespräch eine gemeinsame Checkliste im Plenum.</p> <p>Dabei werden mögliche Unterschiede, Vor- und Nachteile der unterschiedlichen Vorgehensweisen diskutiert und abgewogen.</p> <p>Dauer: 1,0h</p> <p>16) Klärung von Restfragen</p>	

	<p>17) Vereinbarung der wichtigsten Schritte zur finale Inbetriebnahme einer Solarthermieanlage mit Klärung der Verantwortlichkeiten (Wer darf was machen?)</p> <p>Dauer: 0,5h</p>	
--	--	--

## Lernsituation

### „Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“



Quelle: fobizz KI-generiert

## Submodul 1: finale Inbetriebnahme der Solarthermie-Anlage

### Ausgangsszenario

Mittlerweile ist die Solaranlage vollständig installiert und es stehen nur noch die finale Inbetriebnahme und elektrische Inspektion an.

Erstellen Sie eine Checkliste der zu erledigenden Aufgaben und der notwendigen Werkzeuge. Nutzen Sie die vorhandene technische Dokumentation der Solarthermieanlage und Ihre fachspezifischen Materialien als Referenz.

**Auftrag 2.1)**

Informieren Sie sich über die erforderlichen Messungen zur elektrischen Prüfung der Solarthermie-Anlage. Beschränken Sie sich dabei auf die messtechnische Prüfung des Leitungsschutz- und Fehlerstromschutzeschalters.

**Auftrag 2.2)**

Erstellen Sie eine Checkliste, die für die Inbetriebnahme einer Solarthermieanlage verwendet werden kann. Aus der Checkliste muss eindeutig hervorgehen, in welcher Reihenfolge die einzelnen Arbeitsschritte durchzuführen sind. Außerdem muss angegeben werden, wer zur Durchführung der Messung berechtigt ist und welche Qualifikationen die Person mitbringen muss.

## Lernsituation

### „Planung, Installation und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“



Quelle: fobizz KI-generiert

## Submodul 1: finale Inbetriebnahme der Solarthermie-Anlage

### Ausgangsszenario

Mittlerweile ist die Solaranlage vollständig installiert und es stehen nur noch die finale Inbetriebnahme und elektrische Inspektion an.

Erstellen Sie eine Checkliste der zu erledigenden Aufgaben und der notwendigen Werkzeuge. Nutzen Sie die vorhandene technische Dokumentation der Solarthermieanlage und Ihre fachspezifischen Materialien als Referenz.

### Auftrag 2.1)

Informieren Sie sich über die erforderlichen Messungen zur elektrischen Prüfung der Solarthermie-Anlage. Beschränken Sie sich dabei auf die messtechnische Prüfung des Leitungsschutz- und Fehlerstromschutzeschalters.

### Auftrag 2.2)

Erstellen Sie eine Checkliste, die für die Inbetriebnahme einer Solarthermieanlage verwendet werden kann. Aus der Checkliste muss eindeutig hervorgehen, in welcher Reihenfolge die einzelnen Arbeitsschritte durchzuführen sind. Außerdem muss angegeben werden, wer zur Durchführung der Messung berechtigt ist und welche Qualifikationen die Person mitbringen muss.

### Erwartungshorizont:

Nr.	Beschreibung der Tätigkeit	Wer?	Sonstiges
1	Implementation of the 5 safety rules for electrical work.	AM / E	Duspol
2	<u>Inspection of the solar pump:</u> - Checking the electrical connection - Checking if the cable cross-section matches the electrical power of the pump - Disconnecting the pump from the control unit	E	
3	<u>Inspection of the control unit:</u> - ...	E	
4	<u>Inspection of the collector sensor:</u> - ...	E	
5	Switching on the main system	AM / E	
6	Checking for possible error messages	AM	
7	Performing the actuator test by activating the listed components	AM	
8	Checking the system function by assessing various operating states (depending on feasibility and weather conditions)	AM	

### Legend:

AM = System Mechanic

E = Electrician

## Submodul 2: Problemlösung an einer Solarthermie-Anlage

In diesem Lernmodul werden für die energieeffiziente Wärmeversorgung eines neuen Wohnhauses die Installation und Inbetriebnahme einer thermische Solaranlage geplant sowie gängige und exemplarische Fehlerbilder von Solarthermieanlagen erarbeitet.

Zur Lösung der in den Modulen beschriebenen Problemstellungen sind Kompetenzen aus verschiedenen Berufsbildern erforderlich. Deswegen werden die jeweils klassischen Kompetenzen eines Gewerks durch Kompetenzen anderer Gewerke ergänzt.

Zur Erreichung der avisierten Kompetenzen und zur Erarbeitung der fachlichen Inhalte unterteilt sich das Lernmodul in ein Hauptmodul und zwei optionale Submodule. Zu jedem Modul gibt es einen Auftrags, welcher in mehrere Teilaufgaben unterteilt, welche übergreifend über mehrere Stunden durch die Lernenden erarbeitet werden.

Die Lernmodule sind wie folgt gegliedert:

### Hauptmodul:

## „Planung und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“

Inhalt:

- Mechanische und elektrische Bauteile und Funktionen der Solarthermieanlage
- Erstellung eines Funktionsschematas der mechanischen und elektrischen Bauteile der Solarthermie-Anlage

Zeit: ca. 6 Stunden

Niveau: EQF 4

Im Hauptmodul werden die folgenden unterrichtlichen Ziele verfolgt:

- Kennenlernen der Schnittstellen zwischen den Gewerken.
- Verstehen der wichtigsten mechanischen und elektrischen Elemente einer thermischen Solaranlage sowie ihrer Funktionen.
- Erlernen der fachgerechten Darstellung einer Solarthermieanlage (elektrisch und mechanisch) sowie der Analyse von Herstellerunterlagen.
- Auswahl der Anschlusskabel (Anzahl der Adern, ggf. Leitungstypen)

<u>Submodul 1:</u> Finale Inbetriebnahme der Solarthermie-Anlage	<u>Submodul 2:</u> Problem- und Konfliktlösung an der Solarthermie-Anlage
<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Überprüfung der elektrischen Sicherheitseinrichtungen (RCD, MCB)</li> <li>- Funktionsprüfung der Solarthermieanlage mittels Aktorentest und Funktionsprüfung</li> </ul> <p>Zeit: ca. 2 Stunden EQF 4</p>	<p>Inhalt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Problemstellung 1: festsitzende Solar-Pumpe durch Korrosion</li> <li>- Problemstellung 2: fehlende Systemaufheizung</li> <li>- Problemstellung 3: Fehler in der Spannungsversorgung</li> </ul> <p>Zeit: ca. 14 Stunden EQF 4</p>

## Submodul 2

Unterrichtssequenz	Beschreibung und Material	Didaktisch-methodische Hinweise zur Nutzung
<p><b>Einstiegsszenario</b></p>	<p><i>Mittlerweile ist die Solaranlage vollständig installiert, auf Funktion geprüft und in Betrieb versetzt worden. Nach einem Jahr führen Sie die Wartung der Solarthermie-Anlage durch. Dabei stellen Sie fest, dass die Solarpumpe auf Störung (Meldung siehe unten!) ist. Beim Ausbau der Pumpe bemerken Sie, dass die Pumpe fest sitzt und sich die Solarflüssigkeit stark verändert hat. Der pH-Wert der Solarflüssigkeit ist auf pH=4 abgesunken.</i></p> <p><i>Auf Nachfrage beschreibt der Kunde den Betrieb der Anlage seit der Inbetriebnahme:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Der erste Sommer war sehr warm mit sehr vielen Sonnenstunden. An vielen Sommertagen war mehr Solarwärme verfügbar als der Kunde nutzen konnte. Die Anlage schaltete daher oft ab, obwohl die Sonne geschienen hat.</i></li> <li>- <i>Im Winter danach gab es nur sehr wenige Sonnenstunden, so dass die Anlage über die Wintermonate nicht in Betrieb war.</i></li> </ul> <p><i>Ihr Auftrag ist es, dem Kunden schriftlich zu beschreiben, wie es zu dem schlechten Anlagenzustand kommen konnte. Dazu</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diese Lernsituation richtet sich an Elektriker oder an gemischte Klassen aus Elektrikern und Installateuren.</li> <li>✓ Die Schüler werden in interdisziplinären Gruppen eingeteilt, in denen sie zusammenarbeiten. Falls Installateure und Elektriker in derselben Klasse sind, haben sie die Möglichkeit, voneinander zu lernen.</li> <li>✓ Sollte es nicht möglich sein die beiden Gewerke zu mischen, können diese auch getrennt, unter der zur Verfügungstellung der Informationsmaterialien des anderen Gewerkes, unterrichtet werden.</li> <li>✓ Vorwissen: Die Lerninhalte des Hauptmoduls „Planung und Inbetriebnahme einer Solarthermie-Anlage“</li> </ul> <p><b>Link:</b> „3.1 Submodul - Auftrag Troubleshooting“</p> <p><b>Ablauf:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4) Die Lehrkraft stellt die Situation vor und stellt die Gruppen zusammen.</li> </ol>

	<p><i>geben Sie dem Kunden eine Liste mit Tipps, wie er diese Probleme zukünftig vermindern werden können.</i></p> <p>Dauer: 0,5h</p>	<p>5) Die Lernenden überlegen in Ihren Gruppen wie der Auftrag bearbeitet wird und entwickeln eine erste Idee zum Umfang des Auftrag</p> <p>6) Sammlung der Ideen im Plenum und Vereinbarung einer gemeinsamen Vorgehensweise sowie der Qualität und Umfang des zu erstellenden Produkts (Tipps für den Kunden zur Verbesserung des Anlagenbetriebs).</p>
<b>Aufgaben</b>	<p><b>Ablauf:</b></p> <p>18) Sichtung der Informationsmaterialien zur Solarthermieanlage und Fachbuchunterlagen. Auswahl und Zusammenstellung der erforderlichen Informationen durch die Lernenden.</p> <p>Dauer: 1,0h</p> <p>19) Erstellung einer Beschreibung der Auswirkungen der Sonneneinstrahlung auf den Zustand der Solarpumpe</p> <p>20) Erarbeitung von möglichen Handlungsempfehlungen für den Kunden für die langfristige verbesserte Nutzung der solaren Wärmeenergie und Vermeidung von Stagnation.</p> <p>Dauer: 1,0h</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ziel dieser Unterrichtsphase ist eine selbstständige Bearbeitung des Auftrag innerhalb der einzelnen Gruppen.</li> <li>✓ Die Lernenden informieren sich mit den zur Verfügung gestellten Informationsmaterialien und der Fachliteratur.</li> <li>✓ Die Lehrkraft steht während der selbstständigen Erarbeitungsphase für Rückfragen und Hilfestellungen zur Verfügung. Mögliche Fragen werden innerhalb der Gruppen thematisiert, die Lernenden unterstützen sich, vor allem bei fachspezifischen Fragen, gegenseitig.</li> <li>✓ Die zu erstellende Beschreibung der Ursachen für die Korrosion und Veränderung des Wärmeträgers</li> </ul>

		<p>kann in Form einer Auflistung oder in einem Fließtextes unter Verwendung von Fachbegriffen erstellt werden.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>✓ Aus der individuellen Beschreibung der Gruppen sollen neben den Ursachen für die Stagnation auch geeignete Maßnahmen des Kunden zur dessen Vermeidung enthalten.</li><li>✓ Zur Information sind gängige Fachbuchunterlagen der Anlagenmechaniker sowie die zur Verfügung gestellten Informationsmaterialien zu verwenden. Diese Lernsituation kann in Regionen mit mittlerer bis hoher Sonneneinstrahlung genutzt werden, in denen in den Wintermonaten Außentemperaturen <math>&lt; 0^{\circ}\text{C}</math> herrschen, so dass in der Solarthermie-Anlage Frostschutzmittel als Wärmeträger eingesetzt werden müssen.</li><li>✓ Für die Berücksichtigung weiterer regionaler Unterschiede müssten nach Bedarf zusätzliche Informationsmaterialien durch die betreffende Lehrkräfte ergänzt werden.</li><li>✓ Die Unterlagen zu diesem Lernmodul sind unter dem folgenden Link zu finden: <b>Links:</b></li></ul>
--	--	---

		<p>„3.1 Submodul - Auftrag Troubleshooting“          „3.1 Submodul - Auftrag Troubleshooting Erwartungshorizont“          „3.1 Submodul – Info Glykol“</p>
Präsentation	<p>21) Eine Gruppen stellt ihr Produkte im Plenum vor, dazu wird dieses an die Tafel projiziert. Die anderen Gruppen geben ein stärkenorientiertes Feedback und leiten gemeinsam Verbesserungsvorschläge ab.          Dauer: 0,5h          22) Die Lernenden kehren in die Gruppen zurück und ergänzen und korrigieren ihre Produkte nach Bedarf          Dauer: 0,5h</p>	
Bewertung	<p>23) Die Produkte werden eingesammelt und durch die Lehrkraft bewertet.          Alternativ können die in der Inhalte der gesamten Lernsituation im Rahmen einer schriftlichen Prüfung abgefragt werden.</p>	<p>zu 6)          Bei der Bewertung ist auf die Verwendung der Fachbegriffe sowie auf die Anzahl sinnvoller Vorschläge zu berücksichtigen.</p>
Reflexion	<p>24) Die Lernenden diskutieren im Schüler-Lehrer-Gespräch die Einsatzgrenzen der Solarthermie reflektiert.          25) Klärung von Restfragen.          Dauer: 0,5h</p>	<p>Zu 7)          ✓ Dazu können mögliche Problemstellungen bei der Dimensionierung der Solarthermie-Anlage thematisiert werden. So könnte besprochen werden, dass zum einen der Kunde einen möglichst hohen solaren Ertrag generieren</p>

		<p>möchte, zum anderen die Anlage aber nicht zu groß dimensioniert werden sollte, um eine zu häufige Stagnation zu vermeiden.</p> <p>✓ Des Weiteren können in dieser Phase folgende Aspekte mit Blick auf die Nachhaltigkeit eingebunden werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Ressourcenschonung durch eine lange Nutzung des Wärmeträgers.</li> <li>- Einhaltung der Umweltvorschriften zur Handhabung und Entsorgung von Glykol.</li> <li>- Verbesserte Nutzung der solaren Gewinne durch ein angepasstes Nutzungsverhalten.</li> </ul>
--	--	---



Quelle: fobizz KI-generiert

## Submodul 2: Problem- und Konfliktlösung an der Solarthermie-Anlage → Die Solarpumpe fördert keine Solarflüssigkeit mehr

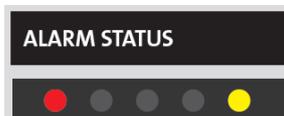
### Ausgangsszenario

Mittlerweile ist die Solaranlage vollständig installiert, auf Funktion geprüft und in Betrieb versetzt worden. Nach einem Jahr führen Sie die Wartung der Solarthermie-Anlage durch.

Dabei stellen Sie fest, dass die Solarpumpe auf Störung (Meldung siehe unten!) ist. Beim Ausbau der Pumpe bemerken Sie, dass die Pumpe fest sitzt und sich die Solarflüssigkeit stark verändert hat. Der pH-Wert der Solarflüssigkeit ist auf pH=4 abgesunken.



Quelle: Viessmann (2008) Planungshandbuch Solarthermie,  
<https://community.viessmann.de/viessmann/attachments/viessmann/customers-solar/139/1/Planungshandbuch%20Solarthermie.pdf>; Zugriff 25.02.2025



Quelle: Grundfos (2020) Instructions UPM3(K) Auto

### Auf Nachfrage beschreibt der Kunde den Betrieb der Anlage seit der Inbetriebnahme:

- Der erste Sommer war sehr warm mit sehr vielen Sonnenstunden. An vielen Sommertagen war mehr Solarwärme verfügbar als der Kunde nutzen konnte. Die Anlage schaltete daher oft ab, obwohl die Sonne geschienen hat.

- Im Winter danach gab es nur sehr wenige Sonnenstunden, so dass die Anlage über die Wintermonate nicht in Betrieb war.

**Ihr Auftrag ist es**, dem Kunden schriftlich zu beschreiben, wie es zu dem schlechten Anlagenzustand kommen konnte. Dazu geben Sie dem Kunden eine Liste mit Tipps, wie er diese Probleme zukünftig vermindern werden können.

### Erwartungshorizont / mögliche Lösung:

#### **Beschreibung der Ursache:**

Gemäß der Beschreibung des Kunden war das Wetter im Sommer des ersten Betriebsjahres, mit sehr vielen Sonnenstunden, sehr gut. In dieser Zeit konnte die solare Wärme oft nicht vollständig genutzt werden, wodurch die Solarthermie-Anlage oft in Stagnation ging. Dadurch verdampfte der Wärmeträger Solarkollektor, wodurch sich das Wasser-Glykol-Gemisch in Farbe, Struktur und pH-Wert (sauer mit  $\text{pH} < 7$ ) negativ veränderte. Durch die saure Flüssigkeit kam es zur Korrosion im System, wodurch die Pumpe „fest gerostet“ ist.

#### **Mögliche Lösungsvorschläge:**

Um die Stagnation in den Sommermonaten zu vermeiden oder zumindest zu vermindern würde ich dem Kunden empfehlen sein Nutzungsverhalten anzupassen. So wäre es sinnvoll das Warmwasser zu verbrauchen, wenn die Sonne scheint und die solaren Wärmegegewinne hoch sind.

So könnte der Kunde bei oder nach starker Sonnenstrahlung in der Mittagszeit oder in den Abendstunden duschen/baden, anstatt morgens, wenn der Speicher ausgekühlt ist. Zusätzlich wäre es möglich die Waschmaschine und den Geschirrspüler an das Warmwasser anzuschließen und diese Geräte ebenfalls, ggf. mit der Zeitschaltfunktion, während einer starken Sonnenstrahlung zu benutzen. Damit wird das der Wärmespeicher ausgekühlt und einer möglichen Stagnation entgegen gewirkt.

Ebenfalls wäre es möglich die Kollektoren für längere Zeiträume ohne Wärmebedarf, z.B. wenn der Kunde im Urlaub ist, zu verschatten.



Quelle: fobizz KI-generiert

## Submodul 2: Problem- und Konfliktlösung an der Solarthermie-Anlage → Die Solarpumpe fördert keine Solarflüssigkeit mehr

### Ausgangsszenario

Mittlerweile ist die Solaranlage vollständig installiert, auf Funktion geprüft und in Betrieb versetzt worden. Nach einem Jahr führen Sie die Wartung der Solarthermie-Anlage durch.

Dabei stellen Sie fest, dass die Solarpumpe auf Störung (Meldung siehe unten!) ist. Beim Ausbau der Pumpe bemerken Sie, dass die Pumpe fest sitzt und sich die Solarflüssigkeit stark verändert hat. Der pH-Wert der Solarflüssigkeit ist auf pH=4 abgesunken.



Quelle: Viessmann (2008) Planungshandbuch Solarthermie,  
<https://community.viessmann.de/viessmann/attachments/viessmann/customers-solar/139/1/Planungshandbuch%20Solarthermie.pdf>; Zugriff 25.02.2025



Quelle: Grundfos (2020) Instructions UPM3(K) Auto

### Auf Nachfrage beschreibt der Kunde den Betrieb der Anlage seit der Inbetriebnahme:

- Der erste Sommer war sehr warm mit sehr vielen Sonnenstunden. An vielen Sommertagen war mehr Solarwärme verfügbar als der Kunde nutzen konnte. Die Anlage schaltete daher oft ab, obwohl die Sonne geschienen hat.
- Im Winter danach gab es nur sehr wenige Sonnenstunden, so dass die Anlage über die Wintermonate nicht in Betrieb war.

**Ihr Auftrage ist es**, dem Kunden schriftlich zu beschreiben, wie es zu dem schlechten Anlagenzustand kommen konnte. Dazu geben Sie dem Kunden eine Liste mit Tipps, wie er diese Probleme zukünftig vermindern werden können.



Quelle: fobizz KI-generiert

## Submodul 2: Problem- und Konfliktlösung an der Solarthermie-Anlage → Die Solarpumpe fördert keine Solarflüssigkeit mehr

### Information – Wasser Glykol-Gemisch

Der Wärmeträger im Solarkreislauf transportiert Wärme vom Kollektor zum Warmwasserspeicher. In den Rohren des Solarkollektors (Absorber) erwärmt er sich und gibt die Wärme über den Wärmetauscher an das Trinkwarmwasser im Speicher ab. Ist der Speicher voll geladen, kann keine weitere Sonnenenergie aufgenommen werden. In diesem Fall schaltet die Solarpumpe ab, und der Wärmeträger im Kollektor steht still. Da die Sonne den Kollektor weiter aufheizt, verdampft der Wärmeträger. Während dieser Stagnation entstehen in der Solaranlage die höchsten Temperaturen und Drücke.

Damit der Wärmeträger im Winter nicht einfriert und Schäden an den Rohren verursacht, wird ein Wasser-Glykol-Gemisch als Frostschutzmittel verwendet. Dieses Gemisch altert mit der Zeit. Eine basische Pufferung hält den pH-Wert stabil ( $> 7,0$ ), um Korrosion im Solarkreis zu verhindern. Unter normalen Bedingungen hält der Wärmeträger bis zu zehn Jahre, sollte aber regelmäßig auf den pH-Wert geprüft werden.

Hohe Temperaturen (ab  $170\text{ °C}$ ) können Glykol zersetzen („cracken“), wodurch Säuren entstehen und Korrosion gefördert wird. Sauerstoff in der Anlage beschleunigt diesen Prozess und kann Ablagerungen im Solarkreis verursachen. Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass undichte Anlagen mit Sauerstoffzufuhr problematischer sind als hohe Temperaturen durch Stagnation.

Bei Anlagen mit langen Stillstandszeiten, z. B. bei solaren Heizungsunterstützungen, wird eine jährliche Überprüfung empfohlen. Wartungsverträge sollten diese Punkte klar festhalten.