

28. Februar 2017

Schlussbericht

Prüfung von Methoden
zur effizienten,
flächendeckenden
Funktionskontrolle
solarthermischer Anlagen



Gefördert durch den
Ökoenergie-Fonds der IWB



energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Sektion Erneuerbare Energien, Dr.sc.ETH Wieland Hintz
3003 Bern

IWB Industrielle Werke Basel
Margarethenstrasse 40
4002 Basel

Autor:

Dipl. Ing. (FH) Bernd Sitzmann, Projektleiter Energie Zukunft Schweiz

Diese Studie wurde im Auftrag von EnergieSchweiz und IWB Oeko-IMPULS (als Projektsporing) erstellt. Für den Inhalt ist alleine der Autor verantwortlich.

Inhalt

1	ZUSAMMENFASSUNG	2
2	AUSGANGSLAGE UND ZIELE	3
3	METHODENPRÜFUNG	4
3.1	METHODE „FUNKTIONSVISUALISIERUNG MIT EINFACHEM TEMPERATURFÜHLER“	7
3.2	METHODE „STÖRMELDER MIT ZWEI TEMPERATURFÜHLERN IM SOLARKREIS“	7
3.2.1	<i>Funktionsbereich eines Störmelders mit zwei Temperaturfühlern im Solarkreis</i>	8
3.2.2	<i>Ergebnisse der Testphase an 10 Solaranlagen</i>	9
3.2.3	<i>Marktanalyse Solarregler-integrierte Monitoring-Lösungen</i>	10
3.2.4	<i>Marktanalyse Solarregler-unabhängige Monitoring-Lösungen</i>	11
3.2.5	<i>Umsetzung Funktionskontrolle in der Praxis</i>	12
3.3	METHODE „ABLESUNG UND MELDUNG DES ANLAGESTATUS DURCH BETREIBER“	12
3.4	METHODEN „TEMPERATURMESSTREIFEN“ UND „EINWEG-TEMPERATURDATALOGGER“	12
3.4.1	<i>Temperaturmesstreifen</i>	12
3.4.2	<i>Einweg-Temperaturdatalogger</i>	13
3.5	METHODE „THERMOGRAFIE“	14
3.5.1	<i>Thermografie mittels Dohlenflug</i>	15
4	UMFRAGE BEI BEHÖRDEN, HERSTELLERN/INSTALLATEUREN UND EIGENTÜMERN	18
5	SCHLUSSFOLGERUNGEN	18
6	QUELLEN	20
7	ANHANG	20

1 Zusammenfassung

Die stichprobenartige, neutrale Qualitätsprüfung von geförderten solarthermischen Anlagen (nachfolgend Solaranlagen genannt) in den Kantonen Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Solothurn durch Energie Zukunft Schweiz (EZS) in den Jahren 2009-2013 zeigte, dass fast ein Fünftel der geprüften Solaranlagen nicht funktionierte. Es wäre also Bedarf für die flächendeckende Kontrolle von Solaranlagen vorhanden.

Im Rahmen unserer Qualitätsprüfungskampagnen der vergangenen Jahre konnten aus Budget- und Zeitgründen immer nur Stichprobensamples geprüft werden. Ziel des vorliegenden Projekts war, Methoden zu identifizieren, mit denen mit sinnvoll tiefem Aufwand flächendeckend nicht funktionierende Solaranlagen ausfindig gemacht werden können.

Es wurden sieben Methoden zur Funktionskontrolle thermischer Solaranlagen auf ihre Machbarkeit hin untersucht. Dabei zeigte sich, dass diejenige Methode, bei der über einen Temperaturfühler mit Online-Anbindung die gemessenen Temperaturen mit den Einstrahlungswerten abgeglichen werden, am effektivsten für eine langfristige Überwachung mit plausiblen Diagnosen ist. Die Kosten dieser Methode liegen allerdings bei ca. CHF 250.- für die Installation und weiteren CHF 42.- pro Jahr für den Betrieb. Die entsprechende Hardware ist in der Schweiz derzeit noch nicht erhältlich.

Allerdings könnte eine (ähnliche) Offline-Variante mit Einweg-Datalogger (Auswertung nach einem Jahr) bereits heute kostengünstig und flächendeckend umgesetzt werden. Die Einweglogger haben aber nur eine begrenzte Lebensdauer von einem Jahr.

Eine weitere Lösung stellt ein kostengünstiger Störmelder mit Herstellungskosten unter CHF 50.- dar. Er wurde innerhalb dieses Projekts bereits entwickelt und an zehn Solaranlagen erfolgreich getestet.

Eine Funktionskontrolle mit Thermografie kann nicht für die breite Anwendung empfohlen werden, da sich gezeigt hat, dass Funktionsausfälle bei aufgeständerten Solaranlagen und Solaranlagen mit Vakuu-
umröhrenkollektoren sowie bei Anlagen zur Heizungsunterstützung nicht zuverlässig identifiziert werden können.

Auch wurden bestehende Solarregler und bestehende Monitoring-Lösungen, die unabhängig von der Solaranlage betrieben werden, auf die Tauglichkeit hinsichtlich einer flächendeckenden Funktionskontrolle thermischer Solaranlagen untersucht. Es zeigte sich, dass die bestehenden Lösungen zur Funktionsüberwachung der gängigen Solarregler vorwiegend eine Visualisierung der Anlagezustandsdaten anbieten. Nur Zusatzmodule und von der Solaranlage unabhängige Monitoring-Lösungen bieten eine automatische Funktionsüberwachung an. Diese sind aber teuer und damit für die breite Anwendung eher ungeeignet.

Eine Online-Umfrage wurde durchgeführt, um die Bedürfnisse des Marktes besser zu verstehen. Dabei wurden 41 Eigentümer, 6 kantonale Behörden, Swissolar und 17 Hersteller bzw. Installateure angefragt. Es konnten Meinungen von 5 Behörden, 8 Herstellern bzw. Installateuren und 21 Eigentümern eingeholt werden. 62% der antwortenden Hersteller bzw. Installateure und 100% der antwortenden Eigentümer sind an der nachträglichen Installation eines Störmelders für thermische Solaranlagen, der nicht mehr als CHF 50.- kostet, interessiert. 4 von 5 antwortenden Behörden würden die Installation in finanzieller Form oder durch aktive Kommunikation unterstützen.

2 Ausgangslage und Ziele

Die neutrale Qualitätsprüfung von geförderten, solarthermischen Anlagen in den Kantonen Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Solothurn durch Energie Zukunft Schweiz (2009-2013 installierte Anlagen) hatte gezeigt, dass fast ein Fünftel der untersuchten Solaranlagen nicht funktionierte (siehe **Tabelle 1**). Bei weiteren zwei Fünfteln wurde bei der Prüfung deutliches Verbesserungspotenzial erkannt. Die Anlagenprüfungen im Rahmen der Qualitätsprüfungskampagnen für die Kantone BS, BL und SO wurden alle durch den Autor des vorliegenden Berichts, Bernd Sitzmann, vor Ort sorgfältig und mit einer geeigneten Methodik durchgeführt.

In einer anderen Qualitätsprüfungskampagne [1.] im Auftrag des BFE mit abweichender Prüfmethodik (Anlagenprüfungen durchgeführt durch Helvetic Energy im Jahre 2016) wurden prozentual weniger Anlagen als defekt eingestuft (insgesamt 0.9%, wobei der prozentuale Anteil defekter Anlagen erstaunlicherweise in den Kantonen BS und BL viel höher war als in den übrigen Kantonen).

Aber auch in dieser Studie wurde genereller Handlungsbedarf erkannt: Die Autoren kamen zum Schluss, dass bei 29.2% von 1'151 geprüften solarthermischen Anlagen (fast ein Drittel!) **Handlungsbedarf besteht**, d.h. dass die Anlage entweder ganz defekt ist oder zwar funktioniert, aber der Installateur für die Optimierung der Anlage aufgeboden werden sollte.

Wenn – konservativ geschätzt – fünf Prozent der etwa 6'000 Solaranlagen, die in den Kantonen Basel-Stadt und Basel-Landschaft bis 2013 installiert wurden, ausser Betrieb stehen, beträgt die nicht funktionierende Kollektorfläche ca. 3'000 m² und die nicht genutzte CO₂-Einsparung 250 Tonnen pro Jahr.

Bis heute wird Endkunden kommuniziert, dass thermische Solaranlagen wartungsarm bis wartungsfrei seien. Alle von uns durchgeführten Qualitätsprüfungen zeigen allerdings, dass sehr wohl regelmässige Funktionskontrollen notwendig sind.

Tabelle 1: Klassifizierung der von EZS geprüften Solarwärmeanlagen in den Kantonen BS, BL und SO [2.], [3.], [4.], [5.], [6.], [7.].

Qualitätsprüfungen (Vor-Ort-Kontrollen) Solarwärmeanlagen mit kantonalen Methoden geprüft	Klassifizierung der geprüften Anlagen			
	gut	ausreichend	schlecht (keine Funktion)	
Kantone Basel-Stadt + Basel-Landschaft 2011	10	9	11	37%
Kantone Basel-Stadt + Basel-Landschaft 2012	25	26	11	18%
Kantone Basel-Stadt + Basel-Landschaft 2013	28	25	7	12%
Kantone Basel-Stadt + Basel-Landschaft 2014	26	22	10	17%
Kantone Basel-Stadt + Basel-Landschaft 2015	18	25	8	16%
Kanton Solothurn 2014	54	22	7	8%
Total: 344	161	129	54	16%

Das seit 01.01.2017 gültige, harmonisierte Fördermodell der Kantone (HFM 2015) weist explizit auf eine aktive Anlagenüberwachung bei Anlagen ab 20kW thermischer Kollektoren-Nennleistung hin. Die Ergebnisse unserer Qualitätsprüfungen zeigen, dass nicht funktionierende Anlagen auch bei Kollektorleistungen kleiner 20 kW keine Seltenheit sind. Die vorliegende Untersuchung betrachtet deshalb Methoden für den flächendeckenden Einsatz bei Anlagen aller Anlagegrößen.

Mit der bisher von uns für die Qualitätsprüfung von Solaranlagen angewendeten Methode (Vor-Ort-Kontrolle) konnte jeweils nur Stichproben gemacht werden. Unser Ziel ist, mit sinnvoll tiefem Aufwand flächendeckend nicht funktionierende Solaranlagen identifizieren zu können.

Wir prüfen deshalb in diesem Projekt alle innovativen Methoden zur effizienten und flächendeckenden Funktionskontrolle von Solaranlagen in der Praxis. Diese Prüfung soll die Praxistauglichkeit und die Effizienz der verschiedenen Methoden aufzeigen.

3 Methodenprüfung

Für die flächendeckende Funktionskontrolle von bereits installierten thermischen Solaranlagen bedarf es einer effizienten und kostengünstigen Methodik. Ein Eingriff in die bestehenden Solaranlagen muss vermieden werden, auch weil dadurch die Anlagenfunktion beeinträchtigt werden kann. Auch auf eine aufwändige Installation und Erfassung/Bewertung des Solarertrags muss aus Kostengründen verzichtet werden.

Aus früheren Qualitätsprüfungen von Solaranlagen wissen wir, dass die Anlagen zum Teil über mehrere Monate bis Jahre unbemerkt nicht funktionieren. Teilweise erkennen weder Servicetechniker noch Hauswart oder Besitzer den MIsstand, weil eine Solaranlage nur als Ergänzung zu einer Hauptheizung installiert wird und die Heizungsanlage trotz nicht funktionierender Solaranlage Wärme produziert. Die Erkennung einer Fehlfunktion innerhalb von durchschnittlich 2 bis 3 Wochen wäre deshalb eine erhebliche Verbesserung.

In den folgenden Kapiteln werden sieben Methoden zur Funktionskontrolle thermischer Solaranlagen untersucht und beschrieben. Die Methoden wurden bezüglich folgender Kriterien beurteilt:

- Welcher Aufwand ist für die Installation der Methode und den Betrieb des laufenden Monitorings notwendig?
- Handelt es sich um eine langfristige oder um eine zeitlich begrenzte Funktionsüberwachung?
- Wie hoch ist die Zuverlässigkeit in der Fehlererkennung und wie weit ist ein Fehlalarm ausgeschlossen?
- Gibt es bei einem Alarm des Monitoring-Systems eine Beschreibung der Fehlerursache, damit der Servicebeauftragte den Fehler gezielt beheben kann?

Tabelle 2 gibt eine Zusammenfassung der Bewertungen der untersuchten Methoden. Für die spätere Umsetzung in einer flächendeckenden Funktionsüberprüfung kann ein Online-Monitoring empfohlen werden, wie es in Kapitel 3.2.4 beschrieben ist. Dabei handelt es sich um eine einfache Temperaturmessung am Vorlauf des Solarkreises mit einer Online-Datenübertragung an eine Zentrale, um sie mithilfe aktueller Wetterdaten auf Plausibilität zu überprüfen.

Für kantonale Qualitätsprüfungskampagnen kann auch ein Einweglogger empfohlen werden. Dieser kann nach Inbetriebnahme ein Jahr lang die Temperatur des Solarkreis-Vorlaufs aufzeichnen und dann von einer unabhängigen Stelle mit Abgleich der Solarstrahlung ausgewertet werden.

Die wohl günstigste Methode wäre, eine telefonische Abfrage (oder der Eintrag in ein Onlineformular) der VL- und RL-Solarkreistemperatur und der Speichertemperatur am Morgen, am Mittag und am

Abend beim Betreiber der Solaranlage. Diese Methode bietet aber nur eine momentane Kontrolle des Betriebs an und ist fehleranfällig, kann zu Missverständnissen führen und Kommunikationsschwierigkeiten.

Ebenso wäre eine einfache Visualisierungshilfe, wie sie in Kapitel 3.1 beschrieben ist, nur für den Einfamilienhausbereich geeignet und damit begrenzt einsatzfähig. Die Visualisierungshilfe würde bei Solarstrahlung und einer Solarkreis - Vorlauftemperatur zwischen 35 und 90°C ein positives Zeichen, wie z.B. ein grünes „Lachgesicht“ zeigt.

Als eher ungeeignet hat sich die Thermografie erwiesen. Die Methode lässt sich nur bei dachparallel installierten Flachkollektoranlagen anwenden, die ca. 60% aller Anlagen ausmachen. Zudem muss zur zweifelsfreien Erkennung einer Störung eine Begehung durchgeführt werden, um eine Stagnation wegen durchgeladenen Speichers ausschließen zu können.

Temperaturmessstreifen haben sich wegen der geringen Aussagekraft als eher ungeeignet herausgestellt. Sie geben nur die maximal erreichte Temperatur an und es kann nur erkannt werden, dass eine Solaranlage funktioniert hat, aber nicht wie lange. Eine wirkliche Störung kann nicht erkannt werden.

Die in den bestehenden Solarreglern integrierte Überwachungslösung bietet zwar eine Visualisierung der Temperaturen an. Es gibt weiter noch keine Überwachungslösung im für eine flächendeckende Anwendung interessanten Preissegment, welche automatisch eine Fehlermeldung direkt an den Betreiber ausgibt. Von dieser Situation ausgehend entwickelten wir einen einfachen, günstigen Störmelder und testeten ihn erfolgreich an 10 Solaranlagen.

Tabelle 2: Zusammenfassung der analysierten Methoden

Methode Beschreibung	Siehe Kapitel	Bewertung	Aufwand in CHF			
			Installa- tion bei IBN	Material	Auswer- tung	total Auf- wand
Funktionsvisualisierung Grüne LED wenn VL zwi- schen 30-90°C; Rote LED wenn darunter oder über 90°C	3.1	+ einfache Montage + kostengünstig + langfristige Überwachung - keine Fehlerbeschreibung - Gefahr von Fehlalarmen	18.-	40.-		58.-
Störmelder Alarm, wenn Anlage länger als 2 Wochen still steht.	3.2	+ langfristige Überwachung - keine Fehlerbeschreibung	23.-	50.-		73.-
Online Monitoring Erfassung VL / RL Temp.; Abgleich mit Einstrahlung. Alarm bei Ungleichheit	3.2.4	+ einfache Montage + Störung kann gut über Messwerte definiert werden - noch keine kostengünstige Lösung auf CH-Markt erhältlich	23.-	220.-	42.- / Jahr	285.-
Zustandsabfrage von VL/RL Temp. und Spei- chertemp. Morgens, Mit- tags und Abends per Tele- fon / Online	3.3	+ sehr einfache und kostengünstige Lösung - Eigentümer sind z.T. überfordert mit der Abfrage der Temperatur- werte ihrer Solaranlage - die Abfrage via Telefon / Onlineformular birgt Fehlerquellen, wenn falsche Werte eingetragen werden - nur punktuelle Abfragen	-	-	50.- (ein- malig)	50.-
Temperaturmessstreifen (VL + RL Solarkreis)	3.4	+ gute Methode, um Messtreifen 6 Wo. nach Inbetriebnahme an Kontrollstelle zu senden. - Aussage ist mit max. Temperaturen limitiert - kein langfristiges Monitoring	18.-	4.-	12.50 (ein- malig)	34.-
Einweg-Temperaturlogger (iButton) am VL-Solarkreis	3.4	+ gute Methode für Monitoring über 12 Mt. nach Inbetriebnahme und anschliessende Auswertung - kein langfristiges Monitoring	18.-	155.-	50.- (ein- malig)	223.-
IR – Luftbildaufnahme Zur Erkennung von Stag- nation im Kollektor	3.5	+ effektive und flächendeckende Erfassung von Störungen - Geht nicht bei Vakuumröhren und aufgeständerten Anlagen und bei Stagnation wegen niedrigem Wärmebezug - ersetzt nicht eine Begehung vor Ort	-	12.- (bei 330 Anlagen)	300.- (ein- malig)	312.-

3.1 Methode „Funktionsvisualisierung mit einfachem Temperatursfühler“

Eine Low-Budget-Lösung könnte ein elektronisches Kleingerät darstellen, das mit **einem einzigen Temperatursfühler** die VL-Temperatur erfasst. Liegt die VL-Temperatur zwischen 35 und 90°C, dann leuchtet eine grüne LED. Liegt die Temperatur über oder unter diesem Bereich, leuchtet eine rote LED. Der Betreiber hat damit eine einfache Methode, welche auch Personen ohne technische Kenntnisse verstehen, um ihre Solaranlage bei sonnigem Wetter auf Plausibilität zu überprüfen.

Diese Methode ist eher für Betreiber von Kleinanlagen im Einfamilienhaus geeignet, die eine Hilfestellung in der Beurteilung der Funktionalität ihrer Solaranlage benötigen. Sie ersetzt keine fachliche Funktionsüberwachung, lässt sich aber kostengünstig umsetzen und bietet eine kontinuierliche Funktionskontrolle durch den Betreiber, der sich regelmässig für den Betrieb seiner Solaranlage interessiert. Sie ist nicht für eine flächendeckende Funktionskontrolle geeignet, weil nicht davon ausgegangen werden kann, dass jede Solaranlage durch den Betreiber selbst überwacht wird.

Grüne LED - Smiley bei **35-90°C**.

Sonne als Aufkleber

Rote LED - Smiley bei **0°-35°C und ab 90°C**.



3.2 Methode „Störmelder mit zwei Temperatursfühlern im Solarkreis“

Der Stillstand einer Solaranlage kann einfach über die Temperaturdifferenz von Vor- und Rücklaufleitung im Solarkreis erkannt werden. Der maximale Zeitraum, über den eine Solaranlage in Basel aufgrund schlechten Wetters stillsteht, liegt bei 7 Tagen (gemäss einer Simulation mit Polysun). Für die Regionen Olten und Zürich sind es laut Polysun 9 Tage. Besteht länger als dieser definierte Schlechtwetterzeitraum keine Temperaturdifferenz zwischen Vor- und Rücklauf im Solarkreis, so liegt mit grösster Wahrscheinlichkeit eine Funktionsstörung vor. Um die sichere Erkennung einer Störung zu gewährleisten, empfehlen wir, die Wartezeit auf 2 Wochen festzulegen.

Ein Störmelder ohne Internetanbindung und mit Signalausgabe über einen einfachen Tongeber wurde in diesem Projekt erfolgreich an 10 Solaranlagen entwickelt und getestet. Die Produktionskosten liegen gemäss Einschätzung eines europäischen Herstellers unterhalb CHF 50.- pro Gerät. Eine automatische Alarmsignalübermittlung an eine verantwortliche Person mittels E-Mail bedeutet einen Mehraufwand von ca. CHF 60.-, setzt aber WLAN-Empfang im Heizungsraum voraus, was nur in seltenen Fällen gegeben ist.

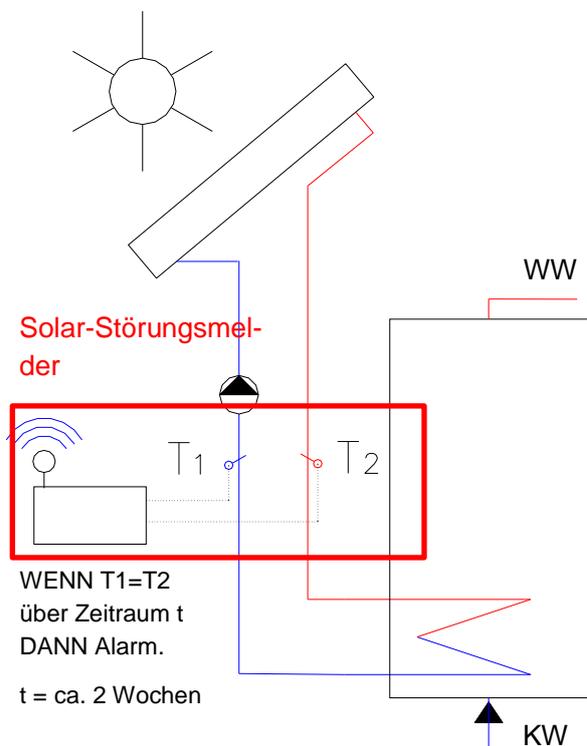


Abb. 1: Prinzip eines Solar-Störungsmelders für thermische Solaranlagen.



Abb. 2: Störungsmelder mit zwei Temperaturfühlern und Netzanschluss inkl. Tongeber, entwickelt für den Test an 10 Solaranlagen von Energie Zukunft Schweiz.

Mit einem frei programmierbaren Microcontroller des Typs ATmega328 und zwei One-Wire-Temperaturfühlern konnte der Störungsmelder erfolgreich an 10 Solaranlagen getestet werden. Um den Test zu überwachen, wurde der Störungsmelder in dieser Pilotphase mit einem SD-Kartenmodul ausgestattet, um die Temperatur und die Auslösung des Störsignals zu dokumentieren. Der Störungsmelder kann über ein Netzteil oder optional mit einer 9V-Batterie versorgt werden. Die Stromversorgung über ein Netzteil hat sich jedoch als stabiler herausgestellt, zumal müsste die Batterie nach ca. 1,5 Jahren gewechselt werden, was eine zusätzliche Fehlerquelle ist. Wird eine Störungsmeldung erzeugt, kann diese zurückgesetzt werden, indem man die Stromzufuhr für 5 Sekunden unterbricht.

3.2.1 Funktionsbereich eines Störungsmelders mit zwei Temperaturfühlern im Solarkreis

Aus den Qualitätsprüfungen der vergangenen Jahre wurden die häufigsten Störungen der Solaranlagen auf ihre mögliche Analyse- und Diagnosemethode untersucht.

Mit dem Störungsmelder mit zwei Temperaturfühlern wie in Kapitel 3.2 beschrieben, können folgende typische Störungen erkannt werden:

- Stillstand aufgrund Leckage
- Stillstand mit Luft im Solarkreis
- zu kleines Expansionsgefäß führte zu Stillstand
- Fühlerkabeldefekt (Vogelfrass, Korrosion)
- Solaranlage nicht eingeschaltet
- Speicherfühler mit Kollektorfühler vertauscht
- Speicherfühler (unten) herausgerutscht
- Schwerkraftzirkulation aufgrund eines defekten Rückflussverhinderers (bedingt erkennbar)

Bei einem Stillstand mit Stagnation im Kollektorfeld kann die Dampfphase bis in den Bereich der Solargruppe vordringen [8.], [9.]. Die dann auftretenden Temperaturen an VL und RL des Solarkreises können einen Solaranlagenbetrieb vortäuschen. Es müssen deshalb folgende Fälle unterschieden werden:

1. **Ein Anlagestillstand liegt vor und die Solarflüssigkeit wird bei der Stagnation nicht bis zur Messstelle nahe der Solargruppe gedrückt.** Dann kann eine Gleichheit von VL und RL über z.B. 14 Tage den Fehler erkennen. Dazu kann noch ein Betriebsfenster zwischen 35-90°C als Soll-Wert für den Funktionsnachweis festgelegt werden.
Alternativ kann noch überlegt werden, ob ein Integral unter der Temperaturkurve des VL pro Tag einen gewissen Wert erreichen muss, um die Funktion zu erkennen.
2. **Ein Anlagestillstand liegt vor und die Solarflüssigkeit wird regelmässig bei Einstrahlung bis an die Messstelle nahe der Solargruppe gedrückt.** Hier muss einerseits erkannt werden, ob es sich um eine Stagnation aufgrund eines beladenen Speichers handelt oder ob die Stagnation durch einen Anlageschaden verursacht wurde. Bei einer Stagnation aufgrund Speicherbeladung muss vor der Stagnation eine Speicherbeladung innerhalb der letzten 7 Tage stattgefunden haben. Im Falle einer Stagnation aufgrund einer Störung wird es nur zur Überhitzung über 95°C des VL bzw. des RL im Solarkreis kommen oder bei Schlechtwetter zur Gleichheit von VL und RL.
3. **Der schwierigste Fall liegt vor, wenn die Ausdehnung der Solarflüssigkeit eine Erwärmung der Messstelle im VL und RL verursacht, aber diese nicht über die Stagnationstemperatur von 90°C steigt.**

Wärmeverluste durch ungewünschte Schwerkraftzirkulation in den Kollektoren sind nur bedingt erkennbar. Wenn in der Nacht ein Temperaturunterschied zwischen VL und RL über eine gewisse Zeit (ca. 4 Std.) vorliegt, kann eine Nachtauskühlung vorliegen. Es kann sich aber auch um eine rohrinterne Zirkulation handeln. Letztendlich kann nur ein Versuch, bei dem der Solarkreis hydraulisch geschlossen und das Verhalten der Kollektortemperatur beobachtet wird, Aufschluss geben. Erste Versuche, die Nachtauskühlung über eine Wärmebildkamera bei sehr tiefen Temperaturen und in der Nacht zu erkennen, konnten keine Erkenntnisse erbringen, bedürften aber einer genaueren Untersuchung.

3.2.2 Ergebnisse der Testphase an 10 Solaranlagen

Es wurden 10 Anlagen im Raum Basel aus den Samples früherer Qualitätsprüfungen ausgewählt und mit einem Prototyp des Störmelders ausgestattet. Dem Eigentümer wurde ein Protokollformular abgegeben, um Signale und allfällige Neustarts des Störmelders zu dokumentieren.

Um innerhalb der recht kurzen Projektzeit das Auslösen eines Störsignals zu erreichen, wurde die erlaubte Stillstandzeit einer Solaranlage von 14 auf 5 Tage reduziert. Die Störmelder konnten so Mitte Januar eine nicht reale Störung aufgrund einer längeren Schlechtwetterperiode zur Erprobung signalisieren.

Der Störmelder wurde so programmiert, dass er auch eine Nachtauskühlung erkennt.

Bei einer der 10 Solaranlagen wurde der Speicherfühler absichtlich einen Tag lang aus dem Speicher gezogen, um eine Störung künstlich zu generieren. Die dadurch erzeugte Nachtauskühlung des Speichers über das Dach wurde erkannt und ein Signal wurde durch den Störmelder ausgegeben.

Eine weitere der 10 Solaranlagen hatte eine reale Nachtauskühlung aufgrund eines nicht geschlossenen Rückflussverhinderers. Diese wurde ebenfalls vom Störmelder erkannt. Bei der Installation eines der Störmelder wurde zusätzlich ein realer Anlagestillstand, der bereits seit drei Monaten vorlag, erkannt.

Die Auswertungen zeigen, dass der Störmelder eine Funktionseinschränkung hat. Reicht die Dampfphase bei einer Stagnation zwar bis an die Temperaturfühler und kühlt sich bis dort auf normale Betriebstemperaturen ab, kann es einen Anlagebetrieb vortäuschen.

Es zeigte sich auch, dass ein Störsignal auf seine Relevanz hin überprüft werden muss, bevor der Installateur aufgebeten wird. Es kann eine aussergewöhnliche Schlechtwetterlage vorliegen oder Schnee bedeckt die Anlage über längere Zeit. Es ist dann am Eigentümer bzw. am Betreiber der Anlage zu entscheiden, ob der Stillstand durch eine Funktionsstörung oder sonstigen unvorhergesehenen Gegebenheiten verursacht wurde.

Eine weitere Einschränkung besteht beim Installationsort. Von diesem aus muss das akustische Signal vom Betreiber bzw. Eigentümer auch gehört werden. Vor allem in MFH ist der akustische Alarm in vielen Fällen ungeeignet und es sollten für die Signalübertragung an den Betreiber Funkmodule ins Treppenhaus oder eine SMS/E-Mail-Benachrichtigung via Ethernet oder GSM verwendet werden.

3.2.3 Marktanalyse Solarregler-integrierte Monitoring-Lösungen

Der aktuelle Solarregler-Markt wurde auf bereits verfügbare Monitoring-Lösungen untersucht.

Die neuesten Solarregler bieten zwar ein Web-basiertes Monitoring an. Sie erkennen aber nur begrenzt automatisch eine Funktionsstörung im Solaranlagenbetrieb. **Tabelle 3** zeigt Hersteller von Solarreglern, die wir untersuchten. Für die Überprüfung der Temperaturen ist Fachwissen und kontinuierliches Interesse an der Beobachtung von Anlagedaten nötig, was meistens nicht gegeben ist. Aus diesem Grund wurde im weiteren Verlauf des Projekts eine Testentwicklung eines einfachen Störmelders vorgenommen.

Tabelle 3: Merkmale verschiedener Solarregler-Lösungen

Hersteller	Merkmale des Reglers
Technische Alternative	Nur Web-Visualisierung
TEM	Keine Datenaufzeichnung
Dolder	Keine Datenaufzeichnung
Prozeda	Nur Web-Visualisierung
Resol	Nur Web -Visualisierung
Steca	Nur Web -Visualisierung
Crosstherm Controller	Visualisierung, Alarme, SMS; kostet aber CHF 1500.-
EMZ	Nur Web-Visualisierung
Sorel	LAN-Modul zur Visualisierung

3.2.4 Marktanalyse Solarregler-unabhängige Monitoring-Lösungen

Im MFH liegt die Heizzentrale mit der Solaranlage meist in einem abgeschlossenen Raum, der nur selten begangen wird. Hier ist eine Alarmmitteilung an den Betreiber via WLAN, GSM oder Funk unerlässlich, um bei einer Störung die zuständige Person zeitnah informieren zu können.

Ein Online-Monitoringsystem mit Funktionsüberwachung hat den Vorteil, dass Störmeldungen auf ihre Echtheit überprüft werden können, bevor ein Serviceeinsatz ausgelöst wird. Über den Abgleich mit meteorologischen Wetterdaten kann mit wenigen Messpunkten die Anlagefunktion evaluiert werden. Der Temperaturanstieg im Vorlauf des Solarkreises sollte dem Anstieg der Solarstrahlung an einem sonnigen Tag entsprechen. Die Schwierigkeit dieser Lösung besteht heute noch bei einer kostengünstigen Datenübertragung aus dem Heizungskeller, wenn dieser keinen bestehenden Internetanschluss hat.

Tabelle 4 zeigt die heute verfügbaren Solarregler-unabhängigen Monitoring-Systeme, welche Fehlermeldungen an den Anlagebetreiber übermitteln können.

Das einzige derzeit in der Schweiz verfügbare, anlagenunabhängige, onlinefähige Monitoring-System für thermische Solaranlagen wird von der Firma egon AG angeboten. Die Gesamtkosten sind allerdings mit über CHF 1'000.- für Gerät, Installation und Online-Monitoring noch recht hoch, was eine flächendeckende Anwendung einschränkt.

Ein sehr interessantes Produkt stammt von der Firma TecSol in Frankreich. Es bietet ein Monitoring mit nur einem Temperaturfühler für CHF 240.- mit Datenübertragung über **Long Range Wide Area Network** (LoRaWAN) und einer Auswertung über Webportal mit Abo-Kosten von CHF 45.- pro Jahr. Die Anlagedaten laufen auf einem zentralen Server einen Prüfalgorithmus durch, und die Ergebnisse können in einem Webportal eingesehen werden. Störungen können direkt an die zuständige Person (per E-Mail oder SMS) gesendet werden.

Das LoRaWAN ist allerdings in der Schweiz derzeit erst im Aufbau und nur in den Ballungsräumen Zürich, Basel und Genf verfügbar.

Die SOLTOP Schuppisser AG bietet ein Servicepaket, das auch ein Online-Überwachungssystem für seine Solaranlagen beinhaltet. Störungen gehen direkt bei der Serviceabteilung ein. Die Mängelbehebung ist im Servicevertrag inbegriffen.

Tabelle 4: Anbieter von Anlagen unabhängigen Monitoring-Lösungen mit Funktionskontrolle der Solaranlage

Hersteller / Produkt	Spezifikation	Netto-Kosten
TecSol / TecSol-one	Gerät mit Webportal und Überwachung der Solaranlage, 1 Temperaturfühler, LoRaWAN	Gerät: CHF 240.- Service-Abo: CHF 45.-/Jahr
egon AG / egonline	Gerät mit Webportal und Überwachung der Solaranlage, 4 Temperaturfühler, WLAN	Gerät: CHF 500.- + Webportal CHF 250.- + Installation ca. CHF 280.- Service -Abo: keine Kosten
SOLTOP Schuppisser AG	Onlineüberwachungsangebot der eigenen Produkte	Je nach Anlagegrösse zwischen CHF 200.- bis CHF 1300.- pro Jahr

3.2.5 Umsetzung Funktionskontrolle in der Praxis

Vorzugsweise müsste eine Lösung zur Funktionskontrolle bereits bei der Inbetriebnahme und mit Bindung an die kantonale Förderung umgesetzt werden, wie es in einigen Kantonen bei grossen Solaranlagen bereits seit Einführung der MuKE n 2014 umgesetzt wird. Die an unserer Umfrage teilnehmenden Kantone haben dazu positive Rückmeldungen gegeben. Der Kanton Bern überlegt sich, eine Kampagne für die nachträgliche Installation von Monitoring-Lösungen bei allen Solaranlagen durchzuführen.

Die Nachrüstung bei bestehenden Solaranlagen kann nicht gegen den Willen des Eigentümers durchgeführt werden. Aber der verstärkte Einsatz solcher Systeme könnte durch eine finanzielle Unterstützung gefördert werden. In einem laufenden Monitoring-Projekt von egon AG mit dem Kanton Luzern, bei dem die Installation der Messtechnik finanziell durch den Kanton unterstützt wird, zeigt, dass finanzielle Förderung in dieser Beziehung erfolgsversprechend ist.

Ein Störmelder, wie er in diesem Projekt entwickelt und getestet wurde, könnte durch den Installateur direkt vertrieben werden. Es ist geplant, bei der nächsten Solarwärmetagung von Swissolar die hier ausgearbeiteten Lösungen vorzustellen um die Installateure auf diese Möglichkeit aufmerksam zu machen.

Für den Vertrieb eines einfachen Monitoring Systems ist es für den Hersteller und Installateur interessanter, wenn dadurch eine Kundenbindung entsteht. Dazu ist aber eine automatisierte Datenübertragung notwendig, wie es z.B. in dem Beispiel von der Firma TecSol-one in Frankreich und von der SOL-TOP Schuppisser AG bereits umgesetzt wird.

Die Störmelder können nur kostengünstig installiert werden, wenn dafür keine Fachperson notwendig ist. TecSol-one hat aus diesem Grund für das eigene Produkt detaillierte YouTube-Installationsanleitungen für den Laien entwickelt. Somit können externe Installationskosten entfallen.

3.3 Methode „Ablesung und Meldung des Anlagestatus durch Betreiber“

Neben technischeren Lösungen könnte auch eine Meldung via Telefon oder Online-Eingabemaske angeboten werden. Dabei müssten z.B. bei guter Sonnen-Einstrahlung die Betreiber Kollektortemperatur, Vor- und Rücklauftemperaturen im Solarkreis sowie Speichertemperaturen oben und unten am Morgen, Mittag und spätem Nachmittag in ein Formular eintragen und später per Telefon oder Online-Eingabemaske an einen Fachmann übermitteln, der die Werte plausibilisiert.

Eine noch einfachere Methode, die aber nur für das Einfamilienhaus geeignet ist, wäre, wenn die Eigentümer an einem sonnigen Tag den Kessel bzw. die Wärmepumpe abstellen, die als Backup für die Warmwassererzeugung neben der Solaranlage dient. Wenn das Warmwasser dann nach einem sonnigen Tag erwärmt wird, kann von einer Funktion der Solaranlage ausgegangen werden. Im MFH würde man mit dieser Methode bei einer tatsächlichen Störung der Solaranlage einen für die Mieter nicht akzeptablen Warmwasserausfall riskieren, weshalb diese Methode für die flächendeckende Anwendung nicht empfohlen wird.

3.4 Methoden „Temperaturmessstreifen“ und „Einweg-Temperaturdatalogger“

3.4.1 Temperaturmessstreifen

Kostengünstige Temperaturmessstreifen (Stückpreis < CHF 2.-) können an Vorlauf und Rücklauf des Solarkreises einfach angebracht und nach ca. 4 Wochen vom Eigentümer zur Auswertung an eine Qualitätskontrollstelle gesendet werden. Die Temperaturmessstreifen geben Auskunft, welche maximale Temperatur an den Messstellen erreicht wurde.

Bei den zehn Solaranlagen, bei denen wir einen Störmelder erprobten, wurden auch Temperaturmessstreifen am VL und RL des Solarkreises angebracht. Die Installation ist sehr einfach und beeinflusst

nicht die Anlagefunktion. Die Funktionsüberprüfung der Solaranlage ist jedoch mit dieser Methode nur sehr eingeschränkt möglich. **Abb. 3** und **Abb. 4** zeigen die Installation der Messstreifen an einer Solaranlage. Im VL wurde ein Messstreifen mit Temperaturbereich 70°C-110°C angebracht um auch eine mögliche Stagnation bis an die Solargruppe zu erkennen. Im RL wurde der Temperaturbereich mit 35°C-75°C absichtlich tiefer gewählt, um auch Stillstände ohne das Vordringen der Dampfphase an die Solargruppe zu erkennen. **Abb. 3** zeigt den Temperaturzustand nach 4 Wochen. Die Werte lagen im normalen Bereich und zeigen, dass die Solaranlage gut funktioniert. **Abb. 4** zeigt eine Überhitzung mit 100°C aufgrund einer geplanten Stagnation durch Abstellen der Umwälzpumpe an.

Temperaturmessstreifen können nur einmalige Maximalwerte festhalten. Es kann mit den Temperaturstreifen festgestellt werden, ob eine Solaranlage seit Inbetriebnahme überhaupt einmal funktioniert hat oder ob die Temperaturmessstreifen noch immer auf gleicher Temperatur liegen wie bei der Installation. Es kann auch erkannt werden, ob die Dampfphase bei einer Stagnation bis zur Solargruppe vorgedrungen ist. Eine wirkliche Störung kann nicht erkannt werden, da eine Überhitzung, welche nicht unmittelbar eine Störung zugrunde haben muss, den Temperaturmessstreifen für weitere Messungen unbrauchbar macht.



Abb. 3: Temperaturmessstreifen im VL und RL des Solarkreises. Nach 4 Wochen zeigt der VL 77°C und der RL 54°C.



Abb. 4: Temperaturmessstreifen im VL und RL des Solarkreises. Eine gezielt erzeugte Stagnation zeigt sich mit 108°C am VL.

3.4.2 Einweg-Temperaturdatalogger

Eine bessere Alternative zu Temperaturmessstreifen sind Einweg-Temperaturdatalogger. Die Installation eines einzigen Einweg-Temperaturdataloggers am Solar-VL würde ausreichen, wenn die Messdaten bei der nachträglichen Auswertung mit der Solareinstrahlung abgeglichen werden. Die Einweg-Temperaturdatalogger könnten vom Betreiber nach einem Betriebsjahr an eine zentrale Prüfstelle zur Auswertung gesendet werden. Für die effektive Anlagebewertung kann die Auswertung der Temperaturwerte und der Abgleich mit den Solarstrahlungsdaten mit einer Software automatisiert werden. Werden bei der Auswertung Auffälligkeiten sichtbar, können die Ergebnisse an den Installateur gesendet und eine Betriebsoptimierung verlangt werden.

Diese Lösung ist interessant bei Neuinstallationen und wäre z.B. für eine Funktionsprüfung von kantonal geförderten Anlagen nach dem ersten Betriebsjahr gut geeignet. Der Einbau könnte als Bedingung für eine Förderung vorgesehen werden.

Aus Kostengründen ist der Einbau des Einweg-Temperaturdataloggers bei der Inbetriebnahme am sinnvollsten. Zudem gibt es im ersten Betriebsjahr häufig Anlagestillstände auf Grund von Luft im Solarkreis. Nachteilig an der Methode ist, dass nach dem ersten Betriebsjahr die Anlagen nicht mehr überwacht

werden und ein Stillstand nach dieser Zeit weiterhin nicht erkannt wird.

Die Kosten für eine Anlagenkontrolle mit Einweg-Temperaturdatalogger (iButton) betragen samt Auswertung ca. CHF 220.- pro Anlage, vorausgesetzt die Installation des Messfühlers kann entweder vom Eigentümer/Hauswart durchgeführt werden oder bereits bei der Inbetriebnahme durch den Installateur.

Einweg-Temperaturdatalogger gibt es in unterschiedlichen Ausführungen. Der Temperaturlogger DS1922E-F5 von i-Button (siehe **Abb. 5**) eignet sich gut zwischen Solarleitung und Dämmung, hat einen Temperaturbereich von 0°C bis 140°C und kann mit der integrierten Batterie bei einer stündlichen Messfrequenz Daten über ein Jahr speichern. Der iButton wird über einen Auslesegerät am PC ausgelesen. Ein DS1922E-F5 kostet CHF 170.-.

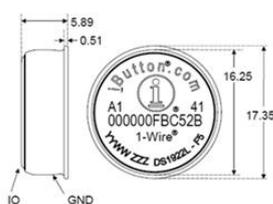


Abb. 5: Einweg-Temperaturdatenlogger DS1922E-F5 von i-Button (siehe auch : www.fuchs-shop.com/de/shop/4/1/13372087/)

3.5 Methode „Thermografie“

“

Eine berührungslose Funktionskontrolle von Solaranlagen mittels Thermografie des Kollektorfeldes ist eine weitere Methode, die innerhalb dieses Projekts auf Machbarkeit geprüft wurde. Bei Flachkollektoren, die bei guter Solarstrahlung und hohen Aussentemperaturen ihre Wärme an das Warmwasser abführen, ist die Oberfläche des Kollektors deutlich kühler als die von der Sonne aufgewärmte Dachoberfläche. Liegt ein Stillstand der Solaranlage bei guter Solarstrahlung vor, weist der Flachkollektor die gleiche Temperatur auf wie die umliegende Dachoberfläche. Mit einer Wärmebildkamera kann dieser Unterschied erkannt werden.

Erste Tests dieser Methode durch Energie Zukunft Schweiz verliefen bereits 2015 positiv. In **Abb. 6** ist zu erkennen, dass das zweite Kollektorfeld von links überhitzt ist. Es hat die gleiche Temperatur wie das Dach, somit führt die Solaranlage die Wärme nicht ab.



Abb. 6: Thermografie von vier Solarkollektorfeldern mit FLIR C2 am 14.4.2015 in Reinach BL. Das zweite Kollektorfeld von links ist überhitzt, da die Temperatur des Kollektorfeldes gleich der Dachtemperatur ist. Wird die Solarenergie korrekt abgeführt, erscheint der Kollektor dunkler als das Dach.

Die Methode beschränkt sich aber zum heutigen Zeitpunkt auf Flachkollektoren, da die Wärmeabgaben bei Vakuumröhrenkollektoren zu schwach ist und die Oberfläche nicht eben ist um eine einheitliche Abstrahlung und damit eine homogene Infrarot-Emission zu erreichen.

Bei einer Solaranlage mit Vakuumröhren wurde für Testzwecke eine Stagnation gezielt verursacht und der Kollektor wurde vor und nach der Stagnation mit einer Wärmebildkamera aufgenommen. Es konnte kein eindeutiger Unterschied der Temperaturen festgestellt, d.h. keine Stagnation eindeutig über das bildgebende Verfahren erkannt werden. Die Abkühlung bei Vakuumröhrenkollektoren geschieht aufgrund der schlechten Wärmeübertragung der Vakuumröhren nur sehr langsam und vorwiegend über das Gehäuse des Sammlers und über die Solarleitung.

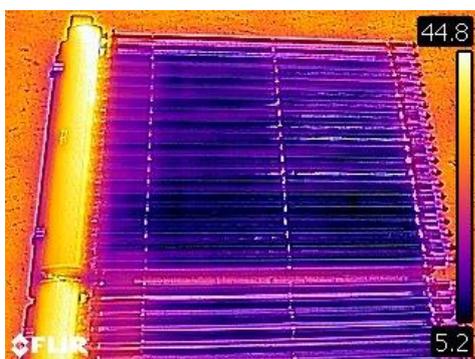


Abb. 7: Vakuumröhrenkollektor im Normalbetrieb (Kollektortemperatur: 52°C)

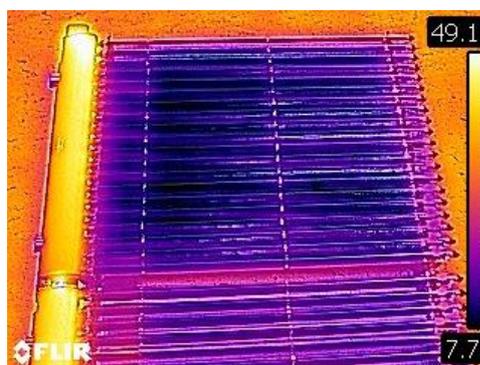


Abb. 8: Vakuumröhrenkollektor in Stagnation (Kollektortemperatur: 110°C)

Ebenso wird es problematisch, wenn die Kollektoren aufgeständert sind. Da der unterschiedliche Neigungswinkel zwischen Kollektorebene und Dachebene die Reflexion der Infrarotstrahlung zur Wärmebildkamera unterschiedlich beeinflusst. Die Dachebene kann damit nicht als Referenz wie bei dachparallelen Installationen genutzt werden für die Infrarotstrahlung ohne Wärmeabfuhr über den Kollektor.

Eine weitere Unsicherheit bei diesem Verfahren entsteht durch die Tatsache, dass thermische Solaranlagen auch im Stagnationszustand sein können, wenn der Speicher bereits beladen ist. Dieser Zustand tritt häufig bei Anlagen zur Heizungsunterstützung im Sommer auf und bei überdimensionierten Warmwasseraufbereitungsanlagen. Ob es sich um eine Heizungsunterstützungsanlage handelt, kann aus den Daten der kantonalen Förderung ermittelt werden. Ca. 35% der geförderten Solaranlagen im Kanton Basel-Landschaft sind Anlagen für Warmwasseraufbereitung und Heizungsunterstützung, bei denen sich die Identifikation einer Fehlfunktion mittels Thermografie schwierig gestaltet.

Um eine Funktionsstörung bei Heizungsunterstützungsanlagen über die Stagnation festzustellen, müssten Infrarot-Aufnahmen am Anfang oder am Ende einer Heizperiode aufgenommen werden, wenn die erzeugte Solarwärme noch für Heizzwecke abgeführt wird und es somit nicht aus dem Grund einer für diese Anlagen üblichen Speicherüberladung im Sommer zur Überhitzung kommt.

Die IR-Technik könnte mit den oben beschriebenen Einschränkungen nur als Methode für die Vorselektion von genauer zu untersuchenden Solaranlagen angewendet werden. Die Methode kann keine Aussage machen über die Ursache des Anlagestillstands und ersetzt damit nicht die Begehung der Anlage.

3.5.1 Thermografie mittels Dohlenflug

Für die weitere Machbarkeitsprüfung wurden professionelle Anbieter von Drohnenflügen angefragt und die rechtlichen Bestimmungen dafür geprüft.

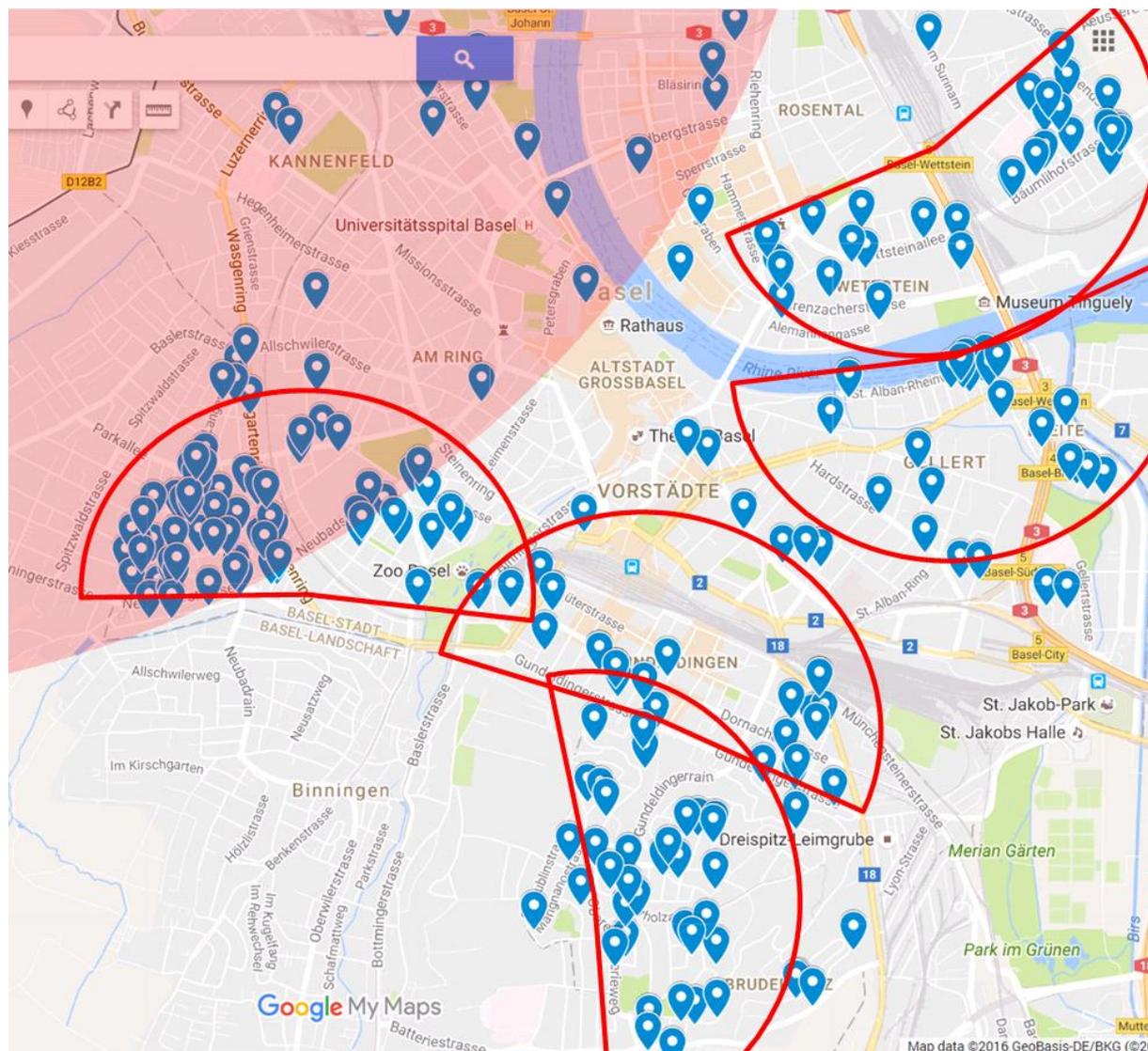
Eine Anfrage bei einem professionellen Drohnenflughanbieter hat ergeben, dass eine Aufnahme von 330 Anlagen in Basel-Stadt innerhalb eines Tages möglich ist. Die Kosten dafür würden bei ca. CHF 3000.- liegen. Dabei muss berücksichtigt werden, dass im Beispiel von Basel-Stadt ca. 30 % der Solaranlagen so nicht geprüft werden könnten, weil es sich um Vakuumröhrenkollektoren und um aufgeständerte Solaranlagen auf Flachdächern handelt.

Die Auswertung der Bilder muss manuell durchgeführt werden. Der Aufwand liegt bei ca. 5 Minuten pro Anlage. Wie bereits weiter oben beschrieben muss nach der Detektion einer Stagnation für die Ursachenermittlung die Solaranlage dennoch besucht werden. Die Methode ermöglicht eine effektive Detektion von Stillständen, bedarf aber immer noch einer aufwändigen Vor-Ort-Begehung, was die Methode uninteressant macht. Aus diesem Grund und weil die meteorologischen Bedingungen im verfügbaren Zeitfenster im Winterhalbjahr 2016/2017 nicht für einen Testflug geeignet waren, wurde auf einen Test-Drohnenflug verzichtet.

Betreffend der rechtlichen Bestimmungen gelten grundsätzlich die Verordnungen des Bundesamts für Zivilluftfahrt (BAZL) für den Flug mit Drohnen: <https://www.bazl.admin.ch/bazl/de/home/gutzuwissen/drohnen-und-flugmodelle.html>

Bei einem Flug über Basel müsste berücksichtigt werden, der Betrieb von Modellluftfahrzeugen und Drohnen mit einem Gewicht zwischen 0.5 und 30kg untersagt ist, wenn sich diese in einem Abstand von weniger als 5km von den Pisten eines zivilen oder militärischen Flugplatzes befinden. Nach Abklärung mit dem Euroairport und dem BAZL wäre ein Flug mit einer Drohne möglich, wenn dieser vorgängig mit dem Flughafen abgesprochen ist.

Abb. 9 zeigt die Positionen der geförderten thermischen Solaranlagen zwischen 2012 und 2015 mit Darstellung der 5km-Zone mit eingeschränkter Flugerlaubnis in der Stadt Basel. Die dargestellten Flugradien wurden mit einem professionellen Anbieter von Drohnenflügen ausgearbeitet.



Legende

5km -Zone mit Einschränkungen für Modellflugzeuge und Drohnen um Flugplätze (Bundesamt für Zivilluftfahrt (BAZL))

Flugradius mit Sichtkontakt der Drohne



Standorte der zu prüfenden Solaranlagen



Abb.9: Standorte der zwischen 2012 und 2015 geförderten thermischen Solaranlagen mit Darstellung der 5km-Zone mit eingeschränkter Flugerlaubnis in Basel-Stadt. Die roten Halbkreise zeigen die Flugradien an, bei denen noch ein Sichtkontakt zwischen Pilot und Drohne vorliegt.

4 Umfrage bei Behörden, Herstellern/Installateuren und Eigentümern

Wir führten eine Online-Umfrage durch, um die Bedürfnisse des bestehenden Marktes besser zu verstehen. Dabei wurden 41 Eigentümer, 6 kantonale Behörden, Swissolar und 17 Hersteller/Installateure von Solaranlagen angefragt. Die Umfrage wurde von 5 Behörden, 8 Herstellern/Installateuren und 21 Eigentümern beantwortet.

62% der befragten Hersteller bzw. Installateure und 100% der befragten Eigentümer sind an der nachträglichen Installation eines Störungsmelders für thermische Solaranlagen, der nicht mehr als CHF 50.- kostet, interessiert. 4 von 5 Behörden würden die Installation eines solchen Störungsmelders in finanzieller Form und/oder durch aktive Informationsverbreitung unterstützen.

Neun von 21 befragten Eigentümern gaben an, dass ihre Solaranlage bereits eine Störung hatte, aber nur 5 Anlagen haben ein Monitoringsystem. Bei der Frage, wie viel ein Monitoringsystem für Kleinanlagen maximal Kosten darf, ergab sich ein durchschnittlicher Preis von CHF 200.- bis CHF 300.-.

Bei der Frage, wer bei einer Störung benachrichtigt werden soll, ist die Mehrheit der Umfrageteilnehmer für eine Meldung an den Eigentümer der Anlage per SMS oder E-Mail.

Einzelheiten zur Umfrage sind im Anhang zu ersehen.

Die Umfrage zeigt, dass eine Nachfrage für ein Monitoring-System für Kleinanlagen vorhanden ist. Die Kosten dürften gemäss der Umfrage sogar über unserem Zielpreis für den neu entwickelten Störmelder von CHF 50.- liegen. Damit wäre ein Monitoringsystem mit Online-Anbindung, wie es von der Firma TecSol in Frankreich bereits angeboten wird, realisierbar. Grundvoraussetzung dafür wäre allerdings, dass die LoRaWAN-Abdeckung in der Schweiz flächendeckend ausgebaut wird.

5 Schlussfolgerungen

Wir erachten die Qualitätsprüfung von solarthermischen Anlagen in der Schweiz als sinnvoll und notwendig.

Insbesondere die Kantone als Förderer dieser Technologie müssten ein Interesse daran haben, aber natürlich auch die Eigentümer und die Installateure sowie die Branchenverbände.

Nur mit einer flächendeckenden Funktionskontrolle kann das volle Potenzial dieser Anlagen ausgeschöpft werden. Wir denken, dass eine solche flächendeckende Kontrolle mit sinnvollem, tragbarem finanziellen Aufwand für die Eigentümer – auch von kleineren Anlagen – durchaus in Reichweite liegt. Dazu ist aber noch weitere Entwicklungsarbeit notwendig.

Für das weitere Vorgehen empfehlen wir, kurzfristig eine Funktionsprüfung mit bestehenden Methoden einzuführen und langfristig eine neue Methode für den Schweizer Solarmarkt zu entwickeln. Kurzfristig kann der in diesem Projekt entwickelte, vereinfachte Störmelder oder alternativ ein Temperatur-Einweglogger zusammen mit der Fachbranche bei Neuinstallationen im EFH-Sektor eingeführt werden. Bei Grossanlagen kann auf bestehende Monitoring-Systeme wie dasjenige von egon AG zurückgegriffen werden.

Langfristig ist die Einführung eines kostengünstigen Online-Monitoringsystems, das den Vorlauf der Solaranlage überwacht und die Daten mit aktuellen Einstrahlungswerten abgleicht, die Lösung der Wahl sowohl für den Bestand als auch bei Neuinstallationen. Es lässt sich einfach installieren und hat eine geringe Fehlerquote.

Ohne Forderung und gleichzeitiger Förderung wird eine breitflächige Funktionsprüfung von Solaranlagen nicht stattfinden. Deshalb sind Anstrengungen in diese Richtung nur mit einer engen Zusammenarbeit der Branche, mit den kantonalen Energiefachstellen und EnergieSchweiz sinnvoll. Die bereits bestehende Vorgabe einer aktiven Überwachung von Solaranlagen >20 kW im **Harmonisierten Fördermodell der Kantone** (HFM 2015) sollte auch auf Kleinanlagen ausgeweitet werden. Unsere Umfrage hat gezeigt, dass Kantone eine einfache Funktionsprüfung mit einem kostengünstigen Störmelder finanziell und mit eigenen Kommunikationsanstrengungen unterstützen würden. Gleichzeitig kann die Verbreitung durch die Kommunikation durch EnergieSchweiz und Swissolar unterstützt werden.

EnergieSchweiz ist bereit, ihre Webseite wie nachfolgend dargestellt zu ergänzen (siehe auch: <http://www.energieschweiz.ch/erneuerbare-energien/meine-solaranlage.aspx>)



energieschweiz
Unser Engagement: unsere Zukunft.

WOHNEN GEBÄUDE **ERNEUERBARE ENERGIEN** MOBILITÄT UNTERNEHMEN ÖFFENTLICHER SEKTOR BILDUNG

Erneuerbare Energien > Meine Solaranlage

Zurück zu «SOLARENERGIE»

Meine Solaranlage

Erster Eindruck
Solarrohre

Wie realisiere ich meine Solaranlage Schritt für Schritt?

Schritt 1: Ermitteln Sie das Potenzial Ihres Sonnendachs

Schritt 7: Nach der Inbetriebnahme...

- Wir empfehlen Ihnen, Ihre Anlage rund drei Jahre nach der Inbetriebnahme kontrollieren zu lassen, um sicherzustellen, dass sie richtig funktioniert.
- Unsere Partnerin **SSES** – die Schweizerische Vereinigung für Sonnenenergie – bietet Qualitätstest an, welche von unabhängigen Experten durchgeführte werden.
- Unser Partner Swissolar (Schweizerischer Fachverband für Sonnenenergie) bietet eine Ombudsstelle an, die bei Problemen zwischen Bauherren und Anbietern/ Solarprofi®-Installateuren vermittelt.

▪ **Wir empfehlen Ihnen, Ihre Solaranlage mit einem Solar-Störmelder auszustatten.**

Abb. 10: Sieben Schritte zur Realisierung einer Solaranlage bei EnergieSchweiz mit möglicher Ergänzung **in rot**.

6 Quellen

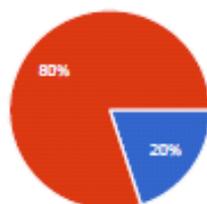
- [1.] J. Böhringer (Helvetic Energy GmbH), U. Wolfer, W. Hintz (BFE), Kontrollen von solarthermischen Anlagen, Bundesamt für Energie, 2016
- [2.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2015, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [3.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2014, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [4.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2013, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [5.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2012, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [6.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätsprüfung thermische Solaranlagen 2011, Im Auftrag von Kanton Basel-Stadt und Kanton Basel-Landschaft.
- [7.] B. Sitzmann, Energie Zukunft Schweiz, Schlussbericht Qualitätssicherung Förderprogramm „Sonnenkollektoren für Warmwasser und Heizungsunterstützung“, 2014, Im Auftrag von Kanton Solothurn
- [8.] Ch. Fink, Entwicklung von thermischen Solaranlagen mit unproblematischen Stagnationsverhalten. AEE Gleisdorf 2003
- [9.] Jörn Scheuren, Untersuchungen zum Stagnationsverhalten solarthermischer Kollektorfelder, Universität Kassel, 2008

7 Anhang

Ergebnisse der Umfrage, siehe nachfolgende Seiten.

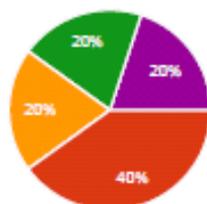
Umfrage bei 5 Behörden

1. Führen Sie regelmässige Qualitätskontrollen der geförderten thermischen Solaranlagen durch?



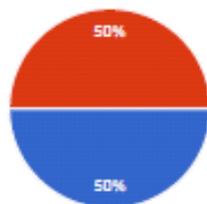
Ja	1	20 %
Nein	4	80 %

2. Würde Ihre Energiefachstelle die Installation eines Störmelders, der weniger als CHF 50 kostet und ohne zusätzliche Elektroinstallation und ohne Eingriff in die Hydraulik zu installieren ist unterstützen?



Ja, mit einer zusätzlichen finanziellen Beteiligung.	0	0 %
Ja, durch die Bindung der Förderung an die Installation eines Störmelders	2	40 %
Ja, durch eine Medienkampagne zusammen mit Fachverband	1	20 %
Nein	1	20 %
Sonstige	1	20 %

3. Würden Sie die nachträgliche Installation eines solchen Störmelders, bei allen bestehenden und geförderten Solaranlagen unterstützen?



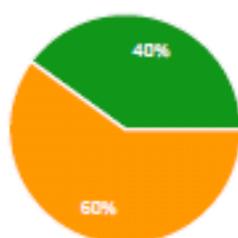
Ja	2	50 %
Nein	2	50 %

Falls Nein, warum nicht?

Der administrative Aufwand für einen so kleinen (teuer darf es ja nicht sein) Beitrag ist nicht vertretbar. Bei neu geförderten Projekten könnten wir uns aber vorstellen, eine solche Überwachung zu verlangen, als Voraussetzung für einen Förderbeitrag.

Was heisst genau unterstützen? finanziell? ideell?

Dies wäre noch im Detail zu prüfen. Finanziell eher nicht aber zumindest eine gezielte Information sollte möglich sein.

4. Wie muss für Sie der Störmelder den Alarm ausgeben?

Signalton im Keller reicht	0	0 %
Signalton im Treppenhaus	0	0 %
Email oder SMS	3	60 %
Sonstige	2	40 %

5. Wer soll die Störmeldung erhalten?

Eigentümer	5	100 %
Installateur	0	0 %
neutrale Organisation (z.B. suissetec)	0	0 %

6. Was sollten die maximalen Kosten pro Anlage für ein solches System in CHF aus Ihrer Sicht sein?

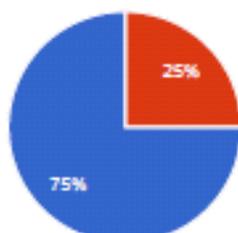
EFH: ca. 200.- / MFH: ca.500.- und Jahre-Abo (10.-/Jahr), wenn ein Wartungsvertrag steht also inbegriff.

max. CHF 100.-

weniger als 50.-

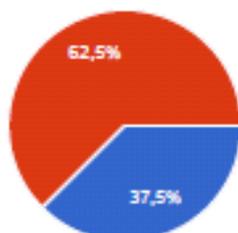
Umfrage bei 8 Herstellern bzw. Installateuren

1. Haben Sie mit thermischen Solaranlagen zu tun die unzureichend funktionieren?



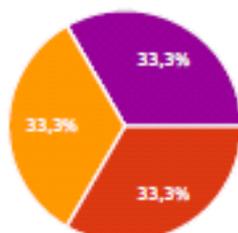
Ja	6	75 %
Nein	2	25 %

2. Verfügen Sie über ein Monitoring dieser Anlagen?



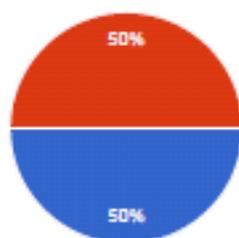
Ja	3	37.5 %
Nein	5	62.5 %

Falls, Ja:



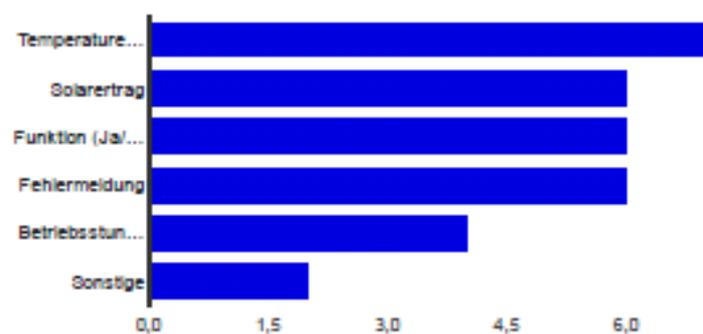
Online-Monitoring	0	0 %
Monitoring mit Solarertragserfassung in kWh	1	33.3 %
Monitoring das die Temperaturen grafisch aufzeigt	1	33.3 %
Monitoring das auch Fehlermeldungen ausgibt	0	0 %
Sonstige	1	33.3 %

3. Sind Sie damit zufrieden?



Ja, sehr zufrieden	1	50 %
Geht so, aber es gibt nichts besseres	1	50 %
Eigentlich nicht zufrieden	0	0 %
Zufrieden aber zu teuer	0	0 %
Sonstige	0	0 %

4. Was muss ein Monitoringsystem aus Ihrer Sicht mindestens anzeigen?



Temperaturen (Solarkreis und Speicher)	7	87.5 %
Solarertrag	6	75 %
Funktion (Ja/Nein)	6	75 %
Fehlermeldung	6	75 %
Betriebsstunden	4	50 %
Sonstige	2	25 %

5. Wie viel CHF darf ein Monitoringsystem maximal für Kleinanlagen kosten?

Bei online-System: komplett installiert max. Fr. 300

100 - 500.-

250.00

nur für Grossanlagen sinnvoll

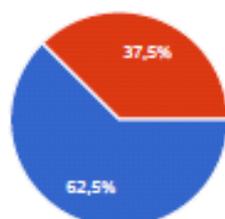
Fr. 300.-

400-600 Fr.

500.-

Es gibt bereits Hersteller, die serienmässig ihre Geräte mit Logger und Chip-Karten ausrüsten - ein Muss, ohne grosse Mehrkosten!

6. Würden Sie ein einfaches Monitoring, dass den Ausfall einer Solaranlage meldet und weniger als CHF 50 kostet, ohne zusätzliche Elektroinstallation und ohne Eingriff in die Hydraulik zu installieren ist, bei allen ihren bestehenden Solaranlagen nachrüsten?



Ja 5 62,5 %

Nein 3 37,5 %

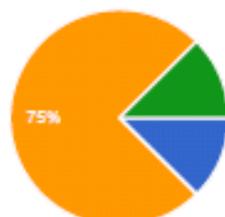
Falls Nein, warum nicht?

So etwas gibt es nicht für Fr. 50.- ;-) es sein denn, es wird vom Bund gefördert.

Sehr grosser Aufwand bis alle Kunden kontaktiert und das Modul eingebaut. Bei Anlagen mit Wartungsvertrag kein Thema.

Wenn ein Kunde selber zu seiner Anlage schaut, ist das nicht nötig, bei allen anderen schon

7. Wie muss nach Ihrer Meinung bei einer Störung der Alarm ausgegeben werden?



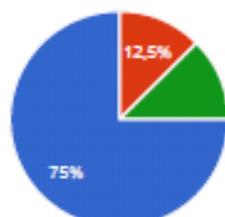
Signalton im Keller reicht 1 12,5 %

Signalton im Treppenhaus 0 0 %

Email oder SMS 6 75 %

Sonstige 1 12,5 %

8. Wer soll die Störmeldung erhalten?



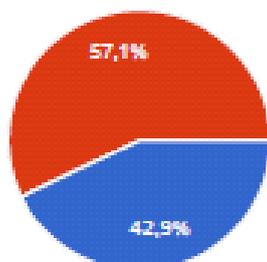
Eigentümer 6 75 %

Installateur 1 12,5 %

neutrale Organisation (z.B. suissetec) 0 0 %

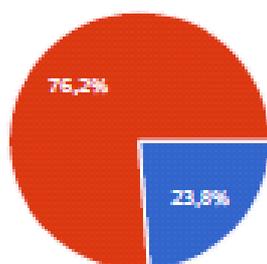
Umfrage bei 21 Eigentümern

1. Hatte Ihre thermische Solaranlage seit Inbetriebnahme eine Störung?



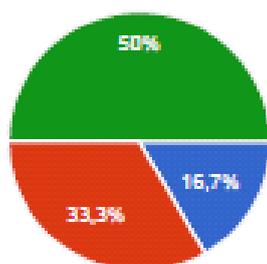
Ja	9	42.9 %
Nein	12	57.1 %
Sonstige	0	0 %

2. Verfügt Ihre Solaranlage über eine Fehlerüberwachung?



Ja	5	23.8 %
Nein	16	76.2 %

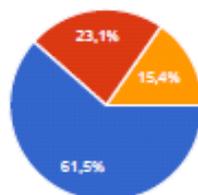
Falls, Ja:



Online-Monitoring	1	16.7 %
Monitoring mit Solarertragserfassung in kWh	2	33.3 %
Monitoring das die Temperaturen grafisch anzeigt	0	0 %
Monitoring das auch Fehlermeldungen ausgibt	3	50 %

3. Sind Sie damit zufrieden?

Wie sind sie damit zufrieden?



Kategorie	Anzahl	Prozent
Geht so, aber es gibt nichts besseres	3	23.1 %
Eigentlich nicht zufrieden	2	15.4 %
Zufrieden aber zu teuer	0	0 %
Kann ich nicht beurteilen	0	0 %

4. Würden Sie einen Störmelder, der weniger als CHF 50 kostet und ohne zusätzliche Elektroinstallation und ohne Eingriff in die Hydraulik zu installieren ist, bei Ihrer Solaranlagen nachrüsten?



Kategorie	Anzahl	Prozent
Ja	21	100 %
Nein	0	0 %

Falls Nein, warum nicht?

5. Wie viel CHF darf ein Störmelder/Monitoringsystem maximal für Sie kosten?

200.-

1000

150.-

100.-

100 CHF

CHF 250.00

CHF 200

CHF 200.00

150.00

nicht grösser sFr, 100.-

CHF 100

Kommt auf die Anlage bzw. auf die Komplexität der Überwachung an. In meinem Fall ca.

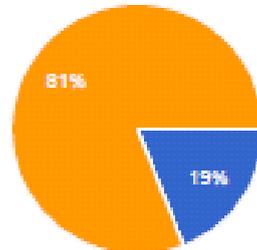
500.-

200

am besten nichts

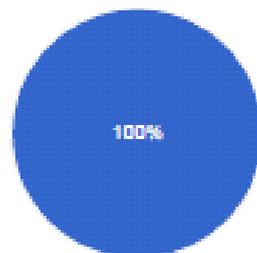
200 CHF

6. Wie muss für Sie der Störmelder den Alarm ausgeben?



Signalton im Keller reicht	4	19 %
Signalton im Treppenhaus	0	0 %
Email oder SMS	17	81 %

7. Wer soll die Störmeldung erhalten?



Eigentümer	21	100 %
Installateur	0	0 %
neutrale Organisation (z.B. suissetec)	0	0 %