HEISSE GRÜSSE VON DER SONNE

Neues aus der Rubrik „Thermische Solaranlagen“

Seit geraumer Zeit häufen sich die Brände an „Solaranlagen“ – das schadenprisma berichtete erstmals in der Ausgabe 2/2014. In Deutschland sind momentan mehr als 2,5 Mio. Solarthermieanlagen und 1,5 Mio. Photovoltaik-Anlagen installiert. Zwar ist ein Großteil der Anlagen sicher, jedoch stellen einige Indach-Solarthermieanlagen konstruktionsbedingt eine erhöhte Brandgefahr dar. An dieser Stelle sind die Hersteller und entsprechenden Normungsgremien angehalten, entsprechende Maßnahmen zu treffen, um diese Art der Sonnennutzung sicherer zu gestalten.

Veränderungen im „Großen“ …

In Zeiten knapper werdender Rohstoffe und eines voranschreitenden Klimawandels aufgrund zu hohen Kohlenstoffdioxid-Ausstoßes (CO_2) wird ein Umdenken in der Energieerzeugung immer wichtiger. Dieses Umdenken hat bei den „großen“ Energieerzeugern bereits stattgefunden. So werden deutschlandweit Lagerstätten für das aus dem CCS-Verfahren (Carbon Dioxide Capture and Storage: CO_2-Abscheidung und Speicherung) zurückgehaltene CO_2 gesucht. Das anthropogene CO_2 ist ein Treibhausgas und gilt als eine der Hauptursachen für die globale Erwärmung.

Als problematisch gilt allerdings, dass eine Reduktion des CO_2-Ausstoßes durch das CCS-Verfahren um 50 bis 60 % beispielsweise bei einem Kohlekraftwerk mit einem Brennstoffmehrverbrauch von 25 bis 40 % „erkauft“ werden muss. Daher scheint diese Möglichkeit zwar als Übergangslösung geeignet, jedoch ist ein weitgehender Ausstieg aus den fossilen Brennstoffen auf absehbare Zeit unumgänglich.

Hier setzt die Bundesregierung an. Sie will für ältere Kraftwerke Emissionsfreibeträge festschreiben, bei deren Überschreitung zusätzliche Zertifikate im Emissionsrechtehandel zu leisten wären. Dadurch wird vor allem der Betrieb älterer und meist stärker emittierender Kraftwerke unrentabel; Vattenfall reagierte bereits und will ab 2017 das Braunkohlekraftwerk Jänschwalde schrittweise vom Netz nehmen.

… und im „Kleinen“

Aber eben auch die „kleinen“ Energieerzeuger haben bereits auf die „Energiewende“ reagiert. Seit Jahren steigt die Zahl der Solaranlagen.

Bei dem Stichwort Solaranlage wird meist zuerst an die sogenannten Photovoltaik-Anlagen (PV-Anlagen) gedacht. Der größere Anteil von Solaranlagen auf Dächern von Privathaushalten besteht aber aus den sogenannten Solarthermieanlagen. Deren Zahl steigt seit Jahren kontinuierlich an **(Bild 1).**

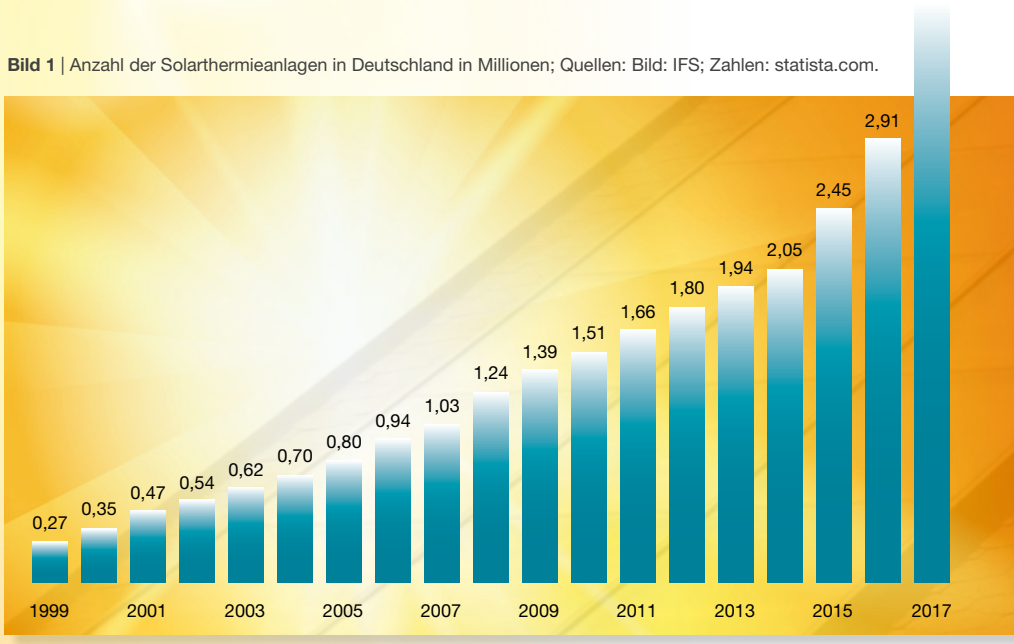
Solarthermieanlagen

Bei einer Solarthermieanlage wird die Energie der Sonne, im Gegensatz zur PV-Anlage, nicht über einen komplizierten physikalischen Prozess nutzbar gemacht. Daher sind keine speziellen Werkstoffe notwendig und Hausbesitzer können relativ preiswert zur „Energiewende“ beitragen. Die Energie der Sonne, in Form von sichtbarem und infrarotem Licht, wird von einem Absorber – vergleichbar mit einem schwarzen Autodach – eingefangen, an ein Transportmedium weitergegeben und schließlich zur Erwärmung von Wasser und/oder zur Unterstützung der Heizung verwendet. Der Effekt ist vergleichbar mit dem heißen Innenraum eines Fahrzeugs im Sommer.

Der Aufbau

In der Regel bestehen Solarthermieanlagen aus folgenden Komponenten: Kollektor, Pumpe, Pufferspeicher, der Verrohrung und einer Steuerung **(Bild 2)**.

Bild 1 | Anzahl der Solarthermieanlagen in Deutschland in Millionen; Quellen: Bild: IFS; Zahlen: statista.com.



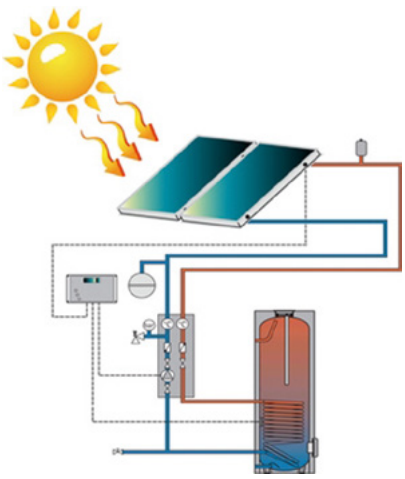
Dabei werden die einzelnen Systeme prinzipiell nach den Bauarten der Kollektoren unterschieden: Vakuumröhrenkollektoren-, Parabolrinnenkollektoren- und Flachkollektoren-Systeme. Bei den Flachkollektoren – dem meistverbauten Typ in deutschen Privathaushalten – wird noch in Aufdach- (Verbau auf der Dacheindeckung) und In-dach-Kollektoren (Verbau anstelle der Dacheindeckung) unterschieden.

Ein Flachkollektor wiederum besteht vereinfacht von unten nach oben aus einer Rückwand mit einem Rahmen und einer Wärmedämmung darauf. Danach folgt der Absorber; den Abschluss bildet eine lichtdurchlässige Abdeckung.

Die Funktion

Die Sonne erhitzt die Solarthermiekollektoren. Ein Wärmeträgermedium zirkuliert, angetrieben durch eine Pumpe, durch die Verrohrung und die Kollektoren. Dort nimmt es die Wärme auf und gibt diese über einen Wärmetauscher an den Pufferspeicher ab. Der Pufferspeicher kann meist ebenfalls durch ein konventionelles Heizsystem erwärmt werden. Dieses wird durch die Steuerung geregelt, die auch die Daten aus dem, in dem Kollektor verbauten, Temperatursensor (Widerstandsmessprinzip) auswertet. Wird das Wärmeträgermedium zu heiß, kann die Steuerung die Pumpe ausschalten, um so Schäden an dem Pufferspeicher zu verhindern.

Bild 2 | Aufbau und Funktion von Solarthermieanlagen, Quelle: www.solarthermie.net



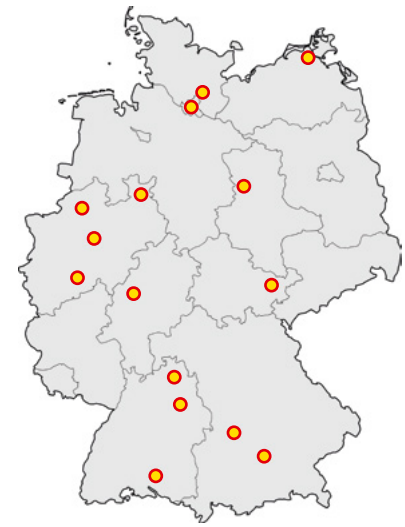
Der Vorteil von Solarthermieanlagen gegenüber PV-Anlagen ist, dass durch das einfache physikalische Prinzip die Einstiegspreise für Solarthermieanlagen vergleichsweise günstig sind.

Der Nachteil von Solarthermieanlagen gegenüber PV-Anlagen ist, dass die gewonnene Energie nicht umwandelbar ist. Der erzeugte Strom aus PV-Anlagen kann dagegen für viele verschiedene Anwendungen benutzt werden. Solarthermieanlagen liefern „nur“ Wärme.

Der Spagat zwischen Energiebereitstellung und -nutzung

Solarthermieanlagen erzeugen immer dann besonders wenig Leistung in Form von Wärme, wenn gerade viel Wärme abgefragt wird. Im Winter ist die Sonneneinstrahlung deutlich geringer als im Sommer. Daher muss für die sinnvolle Unterstützung der Heizung in der kalten Jahreszeit eine verhältnismäßig große Kollektorfläche zur Verfügung stehen.

Bild 3 | Karte der Schadenfälle im Zusammenhang mit Solarthermieanlagen beim IFS; Stand 01/17.



Im (Hoch)Sommer kehrt sich dieses Verhältnis um; es steht eine große Kollektorfläche zur Verfügung, aber es wird wenig bis keine Heizungsunterstützung benötigt, allenfalls Warmwasser wird erzeugt.

Die Speicherung

Überdies wird, besonders in den Wintermonaten, ein Großteil der aufgenommenen Energie erst zu einem späteren Zeitpunkt benötigt, da die Heizung besonders in den Abend- und Nachtstunden aufgrund fallender Außentemperaturen unterstützt werden soll. Da zu diesen Zeiten die Sonne nicht scheint, muss die Sonnenenergie zwischengespeichert werden, um sie zeitversetzt nutzen zu können. Auch hier muss wieder das Optimum zwischen Speicherleistung und Preis gefunden werden.

Die Entscheidung bringt letztendlich der Preis

Um auf dem Markt bestehen zu können, aber auch um die ehrgeizigen Klimaziele der Bundesregierung und der EU einhalten zu können, wird von den Anbietern ein immer niedriger Preis angestrebt bzw. von den Anwendern gefordert. Daher werden gerade in den Einsteigermodellen preiswertere Materialien vorgezogen. Es wird, wo immer möglich und teilweise auch unmöglich, statt Metall Holz eingesetzt. Zum einen ist Holz ein nachwachsender Rohstoff, zum anderen ist es preiswerter. Der Nachteil: Holz birgt auch mehr Gefahren.

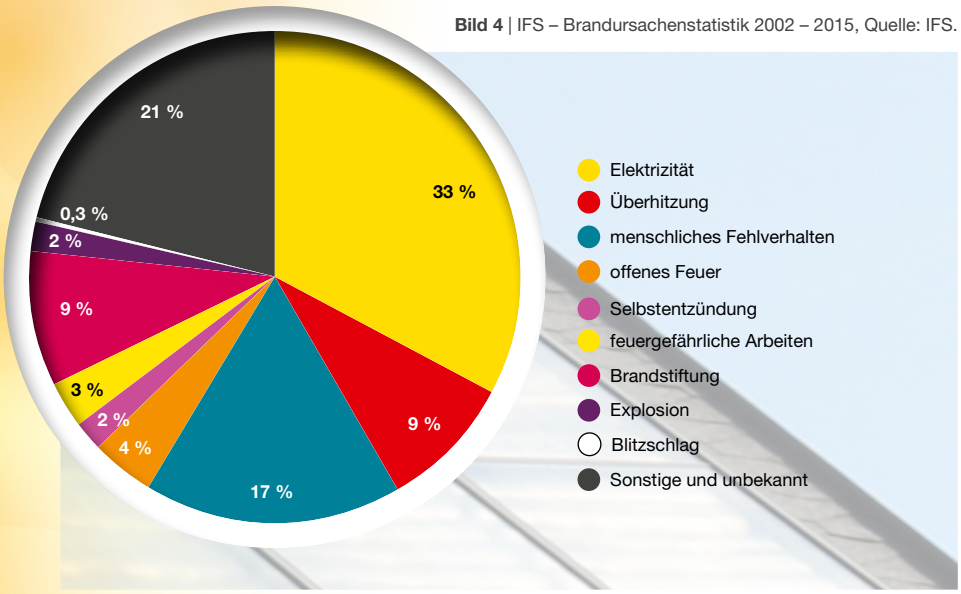
Die Schäden

Das IFS untersuchte 15 Brände im Zusammenhang mit Solarthermieanlagen allein seit dem letzten Beitrag im schadenprisma im Jahr 2014, mit einem Schadenvolumen im Millionenbereich **(Bild 3)**.

Dabei waren diese über die gesamte Bundesrepublik – von der Ostsee bis zum Bodensee – verteilt.

Während Schäden an der Regeltechnik in Form von elektrischen oder technischen Defekten zwar leicht nachvollziehbar ▸

Bild 4 | IFS – Brandursachenstatistik 2002 – 2015, Quelle: IFS.



erscheinen, werden diese eher selten beobachtet. Stattdessen werden im Zusammenhang mit Solarthermieanlagen Brandschäden auf dem Dach beobachtet.

Hier befindet sich aber, außer dem Temperatursensor, meist keinerlei Elektrotechnik. Die Temperatursensoren arbeiten allerdings nach dem Widerstandsprinzip; prinzipbedingt liegen hier nur Ströme im Milliampere-Bereich und Spannungen von 12 V an, um Fehler bei der Temperaturmessung durch eine Eigenerwärmung eben gerade auszuschließen. Daher sind diese Sensoren nicht in der Lage, Brände auszulösen.

Damit ist die Elektrizität als eine der häufigsten Brandursachen – laut IFS-Brandursachenstatistik 2002 bis 2015 – bereits ausgeschlossen **(Bild 4)**. Auch menschliches Fehlverhalten kann in den meisten Fällen aufgrund der schlechten Zugänglichkeit ausgeschlossen werden, ebenso wie Brandstiftung und offenes Feuer sowie feuergefährliche Arbeiten (sofern nicht gerade an dem Dach gearbeitet wurde). Damit sind bereits weit über 80 % der laut Statistik ermittelten Brandursachen ausgeschlossen.

Ein Blitzschlag – durch eine Blitzabfrage – bzw. eine Explosion – durch das Fehlen entsprechender Spuren – kann meist ebenfalls ausgeschlossen werden.

Als mögliche Brandursachen verbleiben nur noch eine Überhitzung oder Selbstentzündung. Zu bemerken ist dabei, dass sämtliche bisher beim IFS bearbeiteten Fälle im Zusammenhang mit den sogenannten Indach-Kollektoren stehen. Brandschäden an Aufdach-Kollektoren wurden beim IFS bisher nicht festgestellt. Die Ursache hierfür liegt wahrscheinlich in einer besseren Hinterlüftung dieser Kollektoren, die einen Wärmestau verhindert.

Alle untersuchten Schäden zeigen bestimmte Gemeinsamkeiten:

- Der Brand ist auf das Dach begrenzt bzw. von diesem ausgegangen.
- Der Brandausbruchbereich liegt eindeutig auf dem Dach.
- Es handelt sich um Kollektoren vom „Indach-Typ“.
- Die Kollektoren verfügen über eine Holzrahmenkonstruktion.
- Die Schäden fanden an sonnigen Sommertagen (zumeist im Nachmittagsbereich) statt.
- Die Pufferspeicher waren komplett aufgeladen.
- Infolgedessen kam es zu einem Abschalten der Zirkulation („Stagnation“).

Aktuelle Fallbeispiele
Fall 1

Schadentag: Ein Frühsommertag im Mai 2016, 14,5 Sonnenstunden, keine Wolke am Himmel, Schadenuhrzeit: ca. 17 Uhr.

Nachbarn alarmieren die Feuerwehr, da auf einem Dach Flammen zu sehen sind. Einer der Anwohner filmt mit seinem Handy das Geschehen. Der Film ist knapp eine Minute lang und zeigt den Brand in einem sehr frühen Stadium. Es brennt ausschließlich das obere Ende der Solarthermiekollektoren auf ganzer Breite mit etwa 10 bis 20 cm hohen Flammen. Zum Ende des Films werden die Flammen etwas größer, sind aber immer noch auf das obere Ende der Kollektoren beschränkt. Im Hintergrund kann man bereits die anrückende Feuerwehr hören.

Die Feuerwehr bringt den Brand relativ schnell unter Kontrolle. Dennoch sind die oberen Etagen unbewohnbar. Als das IFS am Schadenort eintrifft, liegt das Dach der Doppelhaushälfte abgedeckt vor **(Bild 5)**. Die Solarthermiekollektoren wurden im Zuge der Löscharbeiten ebenfalls entfernt. Die Überreste befinden sich auf dem Boden vor dem Haus **(Bild 6)**.

Wir befinden uns in einer neuen Wohnsiedlung aus Doppelhäusern. Kaum ein Baum steht in der Umgebung, sodass die Sonne

Bild 5 | Dach der brandbetroffenen Doppelhaushälfte

Bild 6 | Die Überreste des brandbetroffenen Indach-Kollektors

STAGNATION » Bei der sogenannten Stagnation handelt es sich um eine gesteuerte oder unbeabsichtigte Abschaltung der Zirkulation, entweder um Schäden an den restlichen Elementen des Heizungssystems zu vermeiden oder aufgrund eines Schadens, z. B. einer Leckage.

ZÜNDTEMPERATUR » Holz besitzt, je nach Holzart eine Zündtemperatur von 280 bis 340 °C.[1] Unter der Zündtemperatur versteht man diejenige Temperatur, auf die ein Stoff erhitzt werden muss, sodass er sich, ohne das Vorhandensein einer weiteren Zündquelle, entzündet, nur aufgrund der vorherrschenden Temperatur.

Laut Herstellerangaben wird mit Erreichen einer Temperatur von 120 °C in der Wärmeträgerflüssigkeit die Zirkulation im Heizungssystem unterbrochen; es kommt zur Stagnation. Dabei werden, ebenfalls laut Herstellerangaben, im Kollektor Stillstandstemperaturen von bis zu 210 °C erreicht. In der Montageanleitung wird darauf verwiesen, dass für die Montage des Temperatursensors nur Materialien mit einer Temperaturbeständigkeit bis zu 250 °C verwendet werden dürfen.

THERMISCHE AUFBEREITUNG » Bei einer wiederkehrenden oder dauerhaften Erwärmung von Holz auf Temperaturen zwischen 120 und 280 °C kommt es zur sogenannten thermischen Aufbereitung.[1] Die Zündtemperatur des Holzes sinkt mit der Zeit immer weiter ab und kann in Extremfällen auf Werte um 120 °C fallen; auf jeden Fall jedoch deutlich unter die angegebene Stillstandstemperatur.[1]

ungehindert vom klaren Himmel scheint. An der Solarthermieanlage ist kaum noch etwas zu identifizieren. Vor Ort werden dennoch wichtige Feststellungen getroffen: Der Brand ist auf das Dach beschränkt und darauf ausgebrochen **(Bild 7**).

Elektrische Leitungen verlaufen in diesem Bereich nicht. Bei den Kollektoren handelt es sich um Indach-Kollektoren, die über einen (beinahe komplett verbrannten) Holzrahmen verfügen.

Alle bisherigen Erkenntnisse deuten auf eine Brandursächlichkeit der Solarthermiekollektoren hin, einzig die Temperatur des Pufferspeichers ist nicht auslesbar. Damit ist der letzte Punkt der Checkliste, nämlich die Stagnation, bisher noch nicht dokumentiert.

Die Vergleichsanlage

Zum „Glück“ fand der Schaden an einer Doppelhaushälfte statt. Auf dem Dach der zweiten Haushälfte ist eine baugleiche Anlage installiert. Diese darf, nach Absprache mit den Eigentümern, untersucht werden. Bei einem zweiten Ortstermin wird diese daher in Zusammenarbeit mit einem Dachdecker begutachtet. Das Metall der Rohre bzw. des Temperatursensors liegt direkt an dem Holz des Rahmens an. In diesem Bereich wird eine braune Verfärbung festgestellt **(Bild 8)**. Ein Hinweis auf eine stattfindende, sogenannte thermische Aufbereitung des Holzes.

Damit ist die Zündtemperatur deutlich unterhalb der möglichen Umgebungstemperatur bei einer Stagnation, auch ohne Extremumstände.

Übersteigt die Umgebungstemperatur die Zündtemperatur des aufbereiteten Holzes, z. B. im Rahmen, kommt es zum Brand infolge einer Überhitzung.

Am Schadentag hatte die komplette Familie die brandbetroffene Doppelhaushälfte bereits früh am Morgen verlassen, so- ▸

Bild 7 | Die Brandzehrungen verlaufen von außen nach innen.

Bild 8 | Auf der Innenseite des Holzrahmens ist eine Braunfärbung zu erkennen (Pfeil), ein Hinweis auf die ablaufende thermische Aufbereitung.

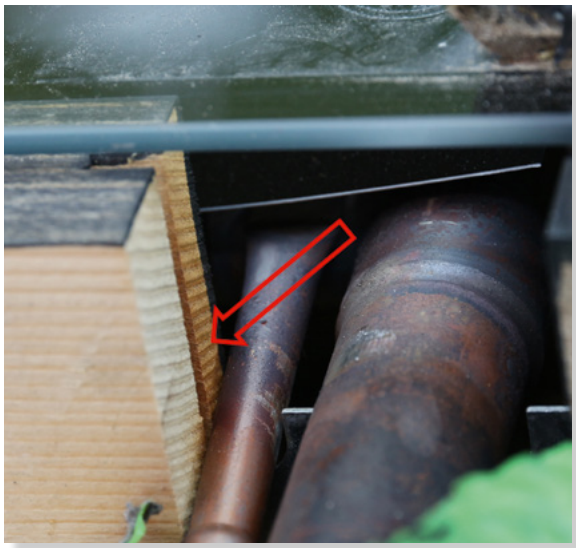


Bild 9 | Die Kollektoren im zweiten Schadenbeispiel

dass keine Energie aus dem Pufferspeicher entnommen wurde. Daher muss dieser komplett aufgeladen gewesen und es ist zu einer Überschreitung der Abschalttemperatur und damit zu einer Stagnation gekommen sein. Die objektiven Befunde an der schadenbetroffenen Anlage und die Ergebnisse der Untersuchungen an der Vergleichsanlage münden in der Schlussfolgerung, dass nur eine Überhitzung des Rahmenmaterials als Brandursache verbleibt. Für die Entzündung muss die Temperatur der Solarthermiekollektoren höher als die Zündtemperatur des thermisch aufbereiteten Rahmenholzes gewesen sein. Somit ist der Brand ausschließlich auf die Bauweise der Solarthermiekollektoren bzw. auf die verwendeten Materialien zurückzuführen.

Die Anlage wurde erst im September 2015 installiert. Zwischen Aufbringung auf das Dach und Schadeneintritt ist demnach nicht einmal ein Jahr vergangen.

Fallbeispiel 2

Schadentag: Anfang Juni 2016, über 14 Sonnenstunden, keine Wolke am Himmel, Schadenuhrzeit: ca. 16 Uhr.

Diese Indach-Anlage wurde im Jahr 2005 im Zuge einer energetischen Sanierung installiert **(Bild 9)**. Auch hier hatte der Brand auf dem Dach seinen Ursprung. Glücklicherweise wurde bereits die Entstehung des Brandes entdeckt, sodass dieser durch den Inhalt einer Kaffeekanne gelöscht werden konnte. Im Gegensatz zu dem ersten Schadenfall waren daher nur wenige Brandzehrungen auf dem Dach zu verzeichnen und der Brandausbruchbereich eindeutig zu identifizieren.

Dieser befand sich auf dem Dach, innerhalb des Holzrahmens einer der Indach-Solarthermiekollektoren **(Bild 10)**. In beiden vorgestellten Fällen handelt es sich um verschiedene Hersteller, von denen dem IFS jedoch jeweils mehrere Schäden bekannt sind.

Dieser Hersteller gibt als maximale Stagnationstemperatur „nur“ 184 °C an.

Da der Brand in einem sehr frühen Stadium (Entstehungsphase) bemerkt und bekämpft wurde, sind an dieser Anlage noch deutlich mehr Aussagen zu treffen als an der ersten. Auch bei dieser Bauart besteht der Kollektor aus einer Hartfaserplatte, die den rückwärtigen Abschluss des Holzrahmens bildet. Sowohl auf dem Holzrahmen als auch auf der Faserplatte ist eine Dämmung aus Steinwolle aufgebracht.

Darauf aufliegend befinden sich die Kollektoren und folgend das Abschlussglas. Bei dem zuerst beschriebenen Schadenfall wurden an der Vergleichsanlage die thermischen Aufbereitungen an den Rohrdurchführungen durch den Holzrahmen beobachtet. Im Gegensatz dazu ist der Brandausbruchbereich im zweiten Beispiel etwa in der Mitte der Längsseite des Holzrahmens zu finden, auf der nach innen zeigenden Seite der Latte **(Bild 10)**. Dies ist zunächst verwunderlich, da hier die Steinwolle das Holz vor der Hitze der darauf aufliegenden Kollektorflächen schützen soll.

Wird nun aber die Dämmung genauer betrachtet, stellt man fest, dass diese für den Holzrahmen und für die Korpusfläche unterschiedliche Abmessungen besitzt **(Bild 11)**. Daraus folgt, dass die Isolierungen nicht aus einem Stück bestehen können. Folglich ist bauartbedingt genau im Bereich der nach innen zeigenden Seite des Holzrahmens ein Stoß zwischen den Dämmmaterialien vorhanden. Durch diesen Spalt, der möglicherweise breiter war als gewöhnlich – mutmaßlich während der Produktion durch einen zu kleinen Zuschnitt der Dämmung entstanden – konnte die Hitze der Kollektoren durch Wärmestrahlung bzw. möglicherweise sogar Konvektion auf den Holzrahmen einwirken und diesen wiederum thermisch aufbereiten. In der Folge wurde auch hier die Zündtemperatur des Holzes so weit herabgesetzt, dass die Umgebungstemperatur innerhalb

Bild 10 | Der Aufbau des betroffenen Kollektors mit Brandausbruchbereich (Pfeil)

Bild 11 | Die Abmessungen der Dämmung

der Kollektoren diese an dem sonnigen Juninachmittag überschritt und es zur Überhitzung kam.

Dieses Beispiel zeigt eingängig, dass Brände an Solarthermieanlagen nicht nur an den direkten Leitungsdurchführungen durch das Holz oder aufgrund zu geringer Abstände entstehen können, sondern auch durch klassisch auftretende Mängel während der Produktion.

Schlussfolgerung

Allen in Brand geratenen Solarthermieanlagen gemein ist die Verwendung eines brennbaren Baustoffes, der mit stetiger Einwirkung von Hitze immer mehr an Brisanz gewinnt. Im Detail lassen sich unterschiedliche Mechanismen für die Brandentstehung an Solarthermieanlagen feststellen. Absorberbleche sind teilweise direkt auf die Holzrahmen installiert (schadenprisma 2/2014), die Rohre werden durch den Holzrahmen geführt oder die Dämmung schirmt die Holzrahmen nicht vollständig ab. Für einen sicheren Betrieb der Kollektoren müssen daher konstruktive Maßnahmen ergriffen werden, die eine Erwärmung der Holzbauteile auf über 120 °C sicher ausschließen (z. B. durch eine Hinterlüftung der Kollektoren; Aufdach-Kollektoren neigen nicht zum Abbrand). Oder die Kollektoren müssen so konstruiert werden, dass nur Materialien verwendet werden, die mehr als der maximalen Stillstandstemperatur auf Dauer standhalten (z. B. Metalle wie Aluminium).

Dem IFS ist wichtig, die Solarthermie nicht zu „verteufeln“. Der überwiegende Großteil dieser Anlagen arbeitet problemlos und hilft, die Klimaziele, die mit der Ratifizierung des Pariser Abkommens durch die EU verbindlich wurden, zu erreichen. Dennoch muss die Brandgefahr von Solarthermieanlagen neu bewertet werden und diese Bewertung in entsprechenden technischen Regelwerken umgesetzt werden. ■

LITERATURVERWEIS

[1] Holz Brandschutz Handbuch; Kordina, Meyer-Ottens; 3. Auflage, Ernst & Sohn Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH und Co. KG, Berlin, 2009.

Dipl.-Chem. Dr. Matthias Klaper
Institut für Schadenverhütung und Schadenforschung der öffentlichen Versicherer e.V.