LISTEC® GmbH
Lineare Sensor Technik

TEMPERATURÜBERWACHUNG PHOTOVOLTAIKANLAGEN

Isen, Juni 2024

Frühwarnung mit dem d-LIST-System.

Dieses Whitepaper beschreibt den Einsatz des d-LIST Sensorkabelsystems der LISTEC GmbH zur frühzeitigen Erkennung von Überhitzung und Brandgefahren in Solar- und Photovoltaikanlagen. Es erläutert typische thermische Risiken, zeigt technische und organisatorische Lösungen auf und gibt Empfehlungen zur Installation, Integration und Wartung innerhalb bestehender Brandmelde- und Überwachungssysteme.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung & Presseberichte 3
2. Brandgefahren & Auslöser 4-6
3. Lösungsansätze LISTEC 6
4. Anwendung/Montage/Überwachung 7-9
5. Auszug Zertifikate 10

1. Einleitung & Presseberichte

Defekte Photovoltaikanlagen können verheerende Großbrände auslösen. Die Schäden sind immens. Das **d-LIST System** schützt Menschenleben und Produktionsausfälle.

Brände durch Photovoltaikanlagen.
Beispiele aus Presseberichten:

04.03.2024, Leipzig
Leitung an Photovoltaikanlage schmort durch: Landwirt schlägt Alarm

https://www.agrarheute.com/energie/leitung-photovoltaikanlage-schmort-landwirt-schlaegt-alarm-617257

30.05.2024, Erding
Brand auf Kinderhaus-Dach: Schnelle Rettung

https://www.merkur.de/lokales/erding/erding-ort28651/brand-auf-kinderhaus-dach-schnelle-rettung-kinderhaus-erding-93100656.html

2. Brandgefahren & Auslöser

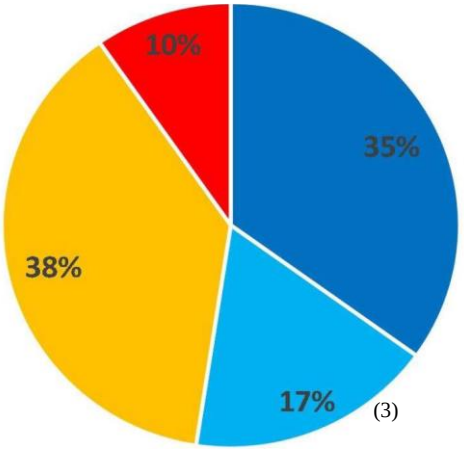
Grundlegend stellen Photovoltaikanlagen kein größeres Brandrisiko als andere elektrische Anlagen dar. Verschiedene Studien haben ergeben:

- 0,029 Brände pro installiertem MW.
- Anteil von weniger als 0,061 % an der Gesamtzahl der Brände.

Jedoch wird die Anzahl und installierte Leistung in Zukunft steigen, gleichzeitig werden bereits installierte Anlagen älter und die Gefahr von Fehlern durch Alterung, Übergangswiderstände, Feuchtigkeit, usw., wächst. [(2)]
Bei Freilandmontagen ist das Risiko von Wald- und Wiesenbränden als sehr hoch einzustufen. Eine Kontamination der umliegenden Flächen (mehrere km²) mit Kunststoffteilen und Schwermetallen ist nicht auszuschließen. (Schäden im Millionenbereich).

Hauptursachen für Brände:

- 38% - durch Installationsfehler (Steck- und Klemmkontakte, …)
- 35% - durch fehlerhafte Panels
- 17% - durch Planungsfehler (Spannungen / Stromstärken, …)
- 10% - durch externe Faktoren



(3)

Verheerende Folgen:

Die Gründe, die zu einem Brand führen können, liegen entweder in den Bauteilen selbst oder werden von äußeren Einflüssen verursacht.

Interne Ursachen:
- minderwertige Produkte (Frostrisse im Glas, usw.)
- schlechte Montagetechnik
- unzureichende Wartung

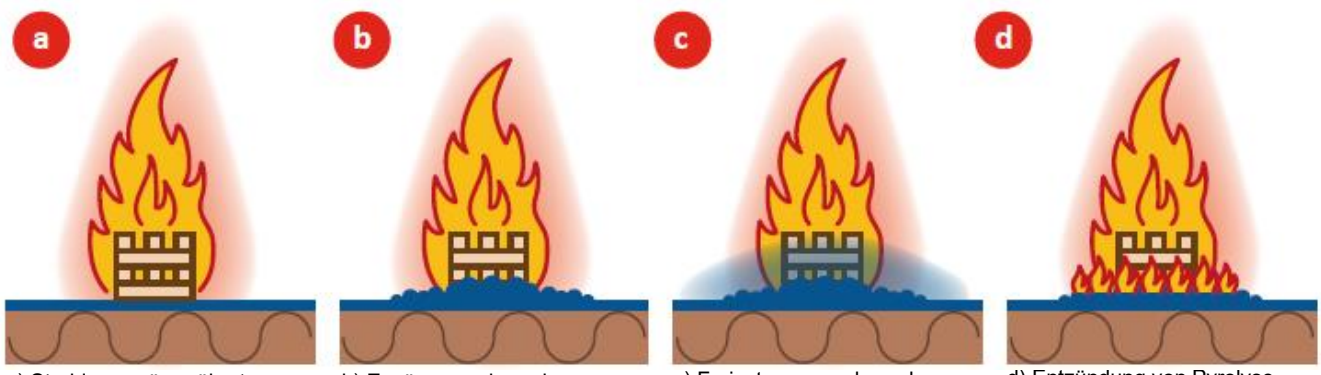
Äußere Ursachen:
- Verschmutzung
- Beschattung
- Bewegung (z.B. durch Wind)
- Stöße (Vögel, Hagel, …)
- Entzündung durch Brandfackeln von Waldbränden

[(2)] Quelle: TÜV (Deutschland 2018) BRE (UK 2017)
[(3)] Quelle: A Review on Safety Practices for Firefighters During Photovoltaic (PV) Fire

Brandausbreitung

Es gibt zahlreiche Aspekte, die die Branddynamik eines Daches mit einer PV-Anlage bestimmen. Die Forschung hat festgestellt, dass die Bewertung des Brandrisikos einer PV-Anlage allein auf der Grundlage der Bewertung einzelner Materialien und Komponenten der einzelnen Produkte zu falschen Schlussfolgerungen führen kann. Vielmehr wurde festgestellt, dass es notwendig ist, die PV-Anlage als ein System zu betrachten, welches aus mehreren Teilen besteht, nämlich den Modulen, der Montageausrüstung und dem Dachaufbau, um das Brandrisiko richtig zu beurteilen. Zu diesem Zweck werden Systemzulassungen von der Versicherungswirtschaft entwickelt. Die Hinzufügung einer PV-Anlage verändert die Situation im Falle eines Brandes. Eine Flamme kann unter den Paneelen abgelenkt werden, wodurch eine beträchtliche Wärmemenge zurück auf die Dachfläche geworfen wird. Dadurch können sich die Flammen dort ausbreiten, wo es sonst so gut wie keine Flammen gibt (vorausgesetzt, die verwendete Dachbahn hat die entsprechende Brandklasse). Folgende Abbildungen (nach Kristensen, 2022) zeigen schematisch die Szenarien ohne und mit eingebautem Paneel (dies gilt auch für flach verlegte Module).

Brand ohne darüber liegende Paneele: Keine (oder vernachlässigbare) Flammenausbreitung über die Zündquelle hinaus (hier ein Holzgerüst, welches in den Versuchen verwendet wurde, der diese Brandentwicklung bestätigt).



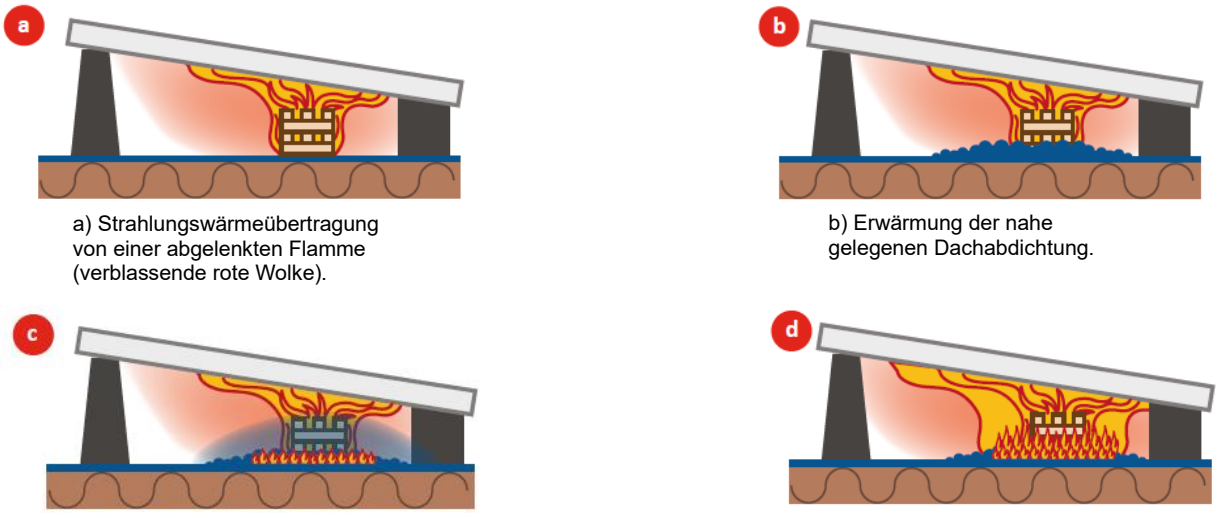
a) Strahlungswärmeübertragung von dem entzündeten Holzgerüst (verblassende rote Wolke).

b) Erwärmung der nahen Dachabdichtung.

c) Freisetzung von brennbaren Pyrolysegase (verblassende blaue Wolke).

d) Entzündung von Pyrolyse Gase, zusätzliche Strahlung, Wärmeübertragung, aber keine Selbsterhaltende Flammenausbreitung.

Darstellung des Entzündungs- und Flammenausbreitungsprozesses eines Holzgerüsts auf einer Dachkonstruktion (blaue Dachbahn, braune Dämmung). Mit einem darüber liegenden PV-Modul (schräges graues Rechteck): Erhebliche Flammenausbreitung unterhalb der PV-Platte. Man beachte, dass die Dachabdeckung, Dachbahn und das darunter liegende Dämmmaterial in beiden Fällen identisch waren.



a) Strahlungswärmeübertragung von einer abgelenkten Flamme (verblassende rote Wolke).

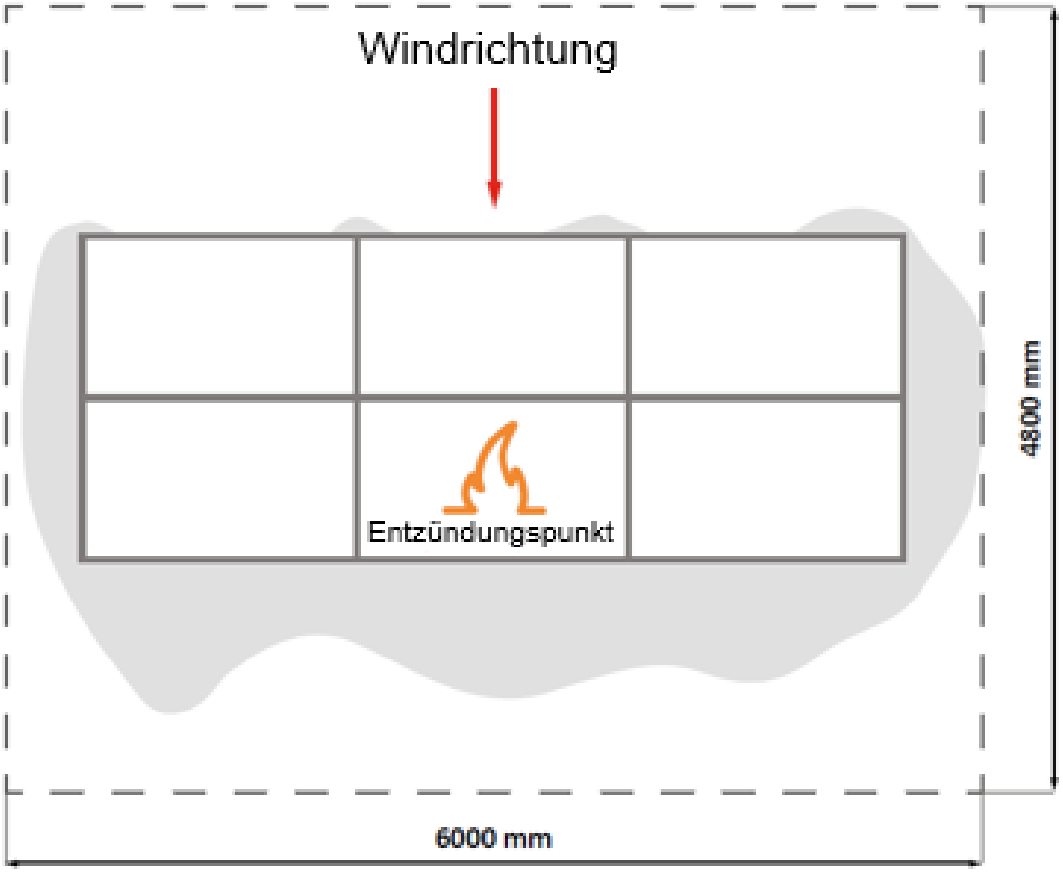
b) Erwärmung der nahe gelegenen Dachabdichtung.

c) Freisetzung von brennbaren Pyrolysegasen und erste Entzündung (verblassende blaue Wolke).

d) Erhöhte Wärmefreisetzungsrate aufgrund des höheren Massenflusses der Pyrolysegase, Erhitzung von Materialien in der Nähe und selbsterhaltende Flammenausbreitung.

Alle Konfigurationen haben bewiesen, dass eine PV-Anlage das Ausmaß der Brandausbreitung über die erwartete Ausbreitung auf einem ansonsten ähnlichen Dach übersteigt. Dies wurde sowohl bei realen Bränden als auch in Versuchen festgestellt. Außerhalb des von den Paneelen bedeckten Bereichs kommt die Brandausbreitung normalerweise nach einer relativ kurzen Entfernung zum Stillstand. Die nachstehende Abbildung (angepasst aus Kristensen und Jomaas, 2018) zeigt die Auswirkungen von Experimenten, die im Freien durchgeführt wurden mit realen Bedingungen. Der graue Bereich in der Abbildung zeigt das Ausmaß der Brandausbreitung.

Brandversuche auf Dächern mit PV-Anlagen haben gezeigt, dass sich die Brände in der Regel nicht weit über den Bereich der PV-Anlage hinaus ausbreiten (angepasst aus Kristensen und Jomaas, 2018). Diese Erkenntnisse werden im Allgemeinen durch tatsächliche Brände auf Dächern unterstützt. [4]



[4] Quelle: https://www.frissbe.eu/news/publication-of-building-applied-photovoltaics-bapv-fire-safety-guideline

3. Lösungsansätze LISTEC

Die **LISTEC GmbH** entwickelt, fertigt und vertreibt seit über 30 Jahren ein Sensorkabelsystem für die Brandfrüherkennung und Temperaturmessung. Der Firmenstandort ist in der Nähe von München, von dort aus vertreiben wir unsere Produkte auf der ganzen Welt – „**Made in Germany**“. Durch die robuste, geschlossene Bauart unseres Kabels ist es bestens geeignet für widrigste Bedingungen, wie z.B. Staub, Dreck, Sonne, Regen. Jahrzehntelanger Einsatz in Tunnelanlagen, PV-Anlagen oder Förderbandanlagen ist unser Schwerpunkt.

Unser Sensorkabel hat in definierten Abständen individuelle Temperatursensoren verbaut, welche uns eine punktgenaue Lokalisierung von Temperaturanstiegen anzeigen. Im Falle von **PV-Anlagen** nutzen wir dies nicht nur für eine Brandfrüherkennung, sondern auch zur Temperaturüberwachung der Solarzellen.

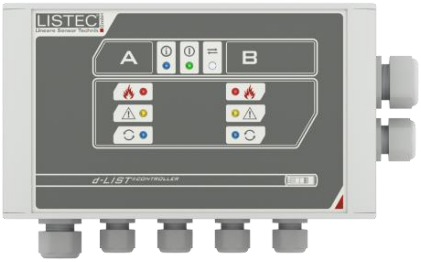
Temperaturüberwachung von Photovoltaik- und Solaranlagen

Bei der Brandfrüherkennung und bei der Effizienzüberwachung ist eine lückenlose Temperaturüberwachung der Anlagen unerlässlich. Hier kann das **d-LIST / SEC 15** System signifikante Verbesserungen ermöglichen.

- Schutz von Menschenleben in privaten und öffentlichen Gebäuden mit Solaranlagen auf dem Dach
- Gesamtheitliche Brandfrüherkennung und -detektion
- Temperaturüberwachung der Solarzellen zur Effizienzsteigerung
- Ansteuerung von Kühl- und Löschsystemen
  (siehe bestehendes VdS-Schutzkonzept S619004 PV-Protect)
- Steuerung von Anlagen und Trennung vom Netz

Vorteile des d-LIST-Systems:

- Differenz- und Maximaltemperatur-Auswertung
- Resistent gegen Staub/Schmutz/Gase/Vibrationen
- Installation im Stichbetrieb oder mit Mehrfach-Verzweigungen möglich
- die Messauflösung (beträgt immer 0,1 °C, beim d-LIST intern 0,0625 °C)
- die Wiederholgenauigkeit (beträgt immer ± 0,1 K entlang der gesamten Kabelstrecke)
- Sensorabstände frei wählbar, Einzel-Identifizierung durch Kabelaufdrucke jederzeit möglich
- Systeme generell wartungsfrei, dadurch werden langfristig Kosten eingespart
- Geringe Inbetriebnahme- und Wartungskosten
- Kalibrierungsfrei und ortsgenaue Auflösung im Brandfall über die gesamte Lebensdauer
- Verwendung von Einzelsensoren zur Objektüberwachung, integrierbar in die Sensorkabelinstallationen



MADE IN GERMANY

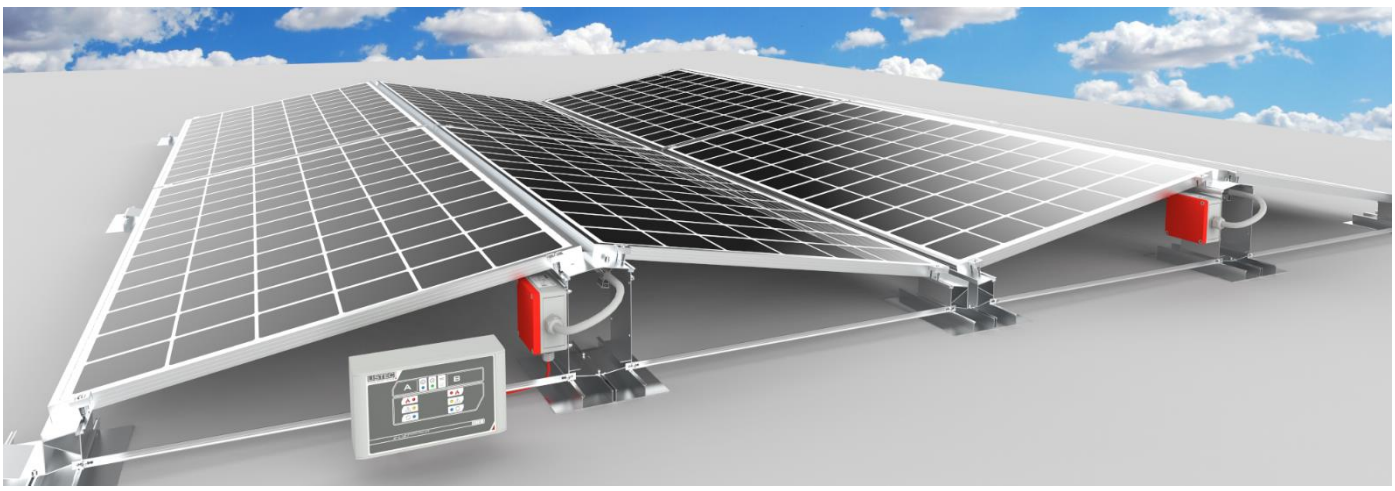
4. Anwendungen/Montage/Überwachung

Anwendung auf Industriehallen

- Zur Vermeidung von Produktionsstopp und hohen Investitionsschäden
- Gefahr der Überhitzung z.B. durch fehlerhafte / defekte Installation / Überlastung

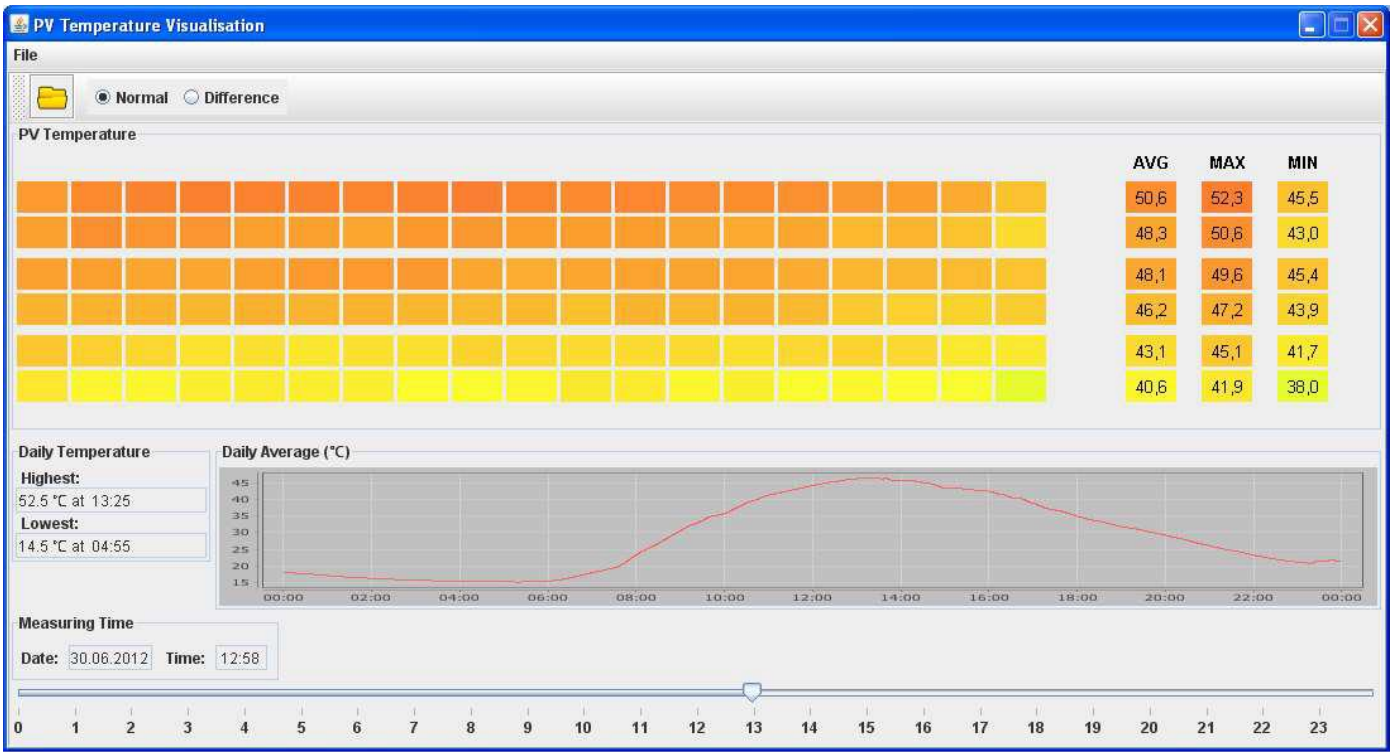
Befestigungen

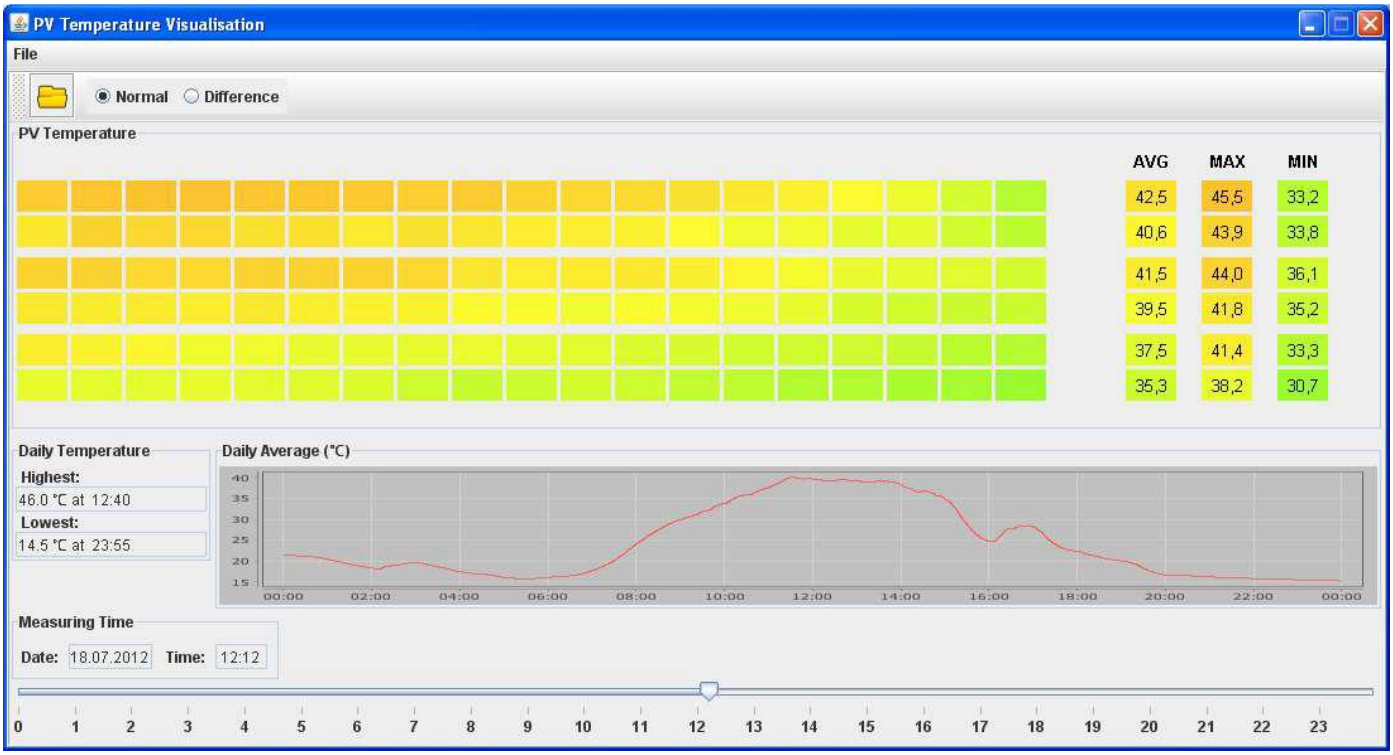
Befestigung des Sensorkabels mit Polyamid- oder Edelstahlschellen an Montageprofilen



Visualisierung

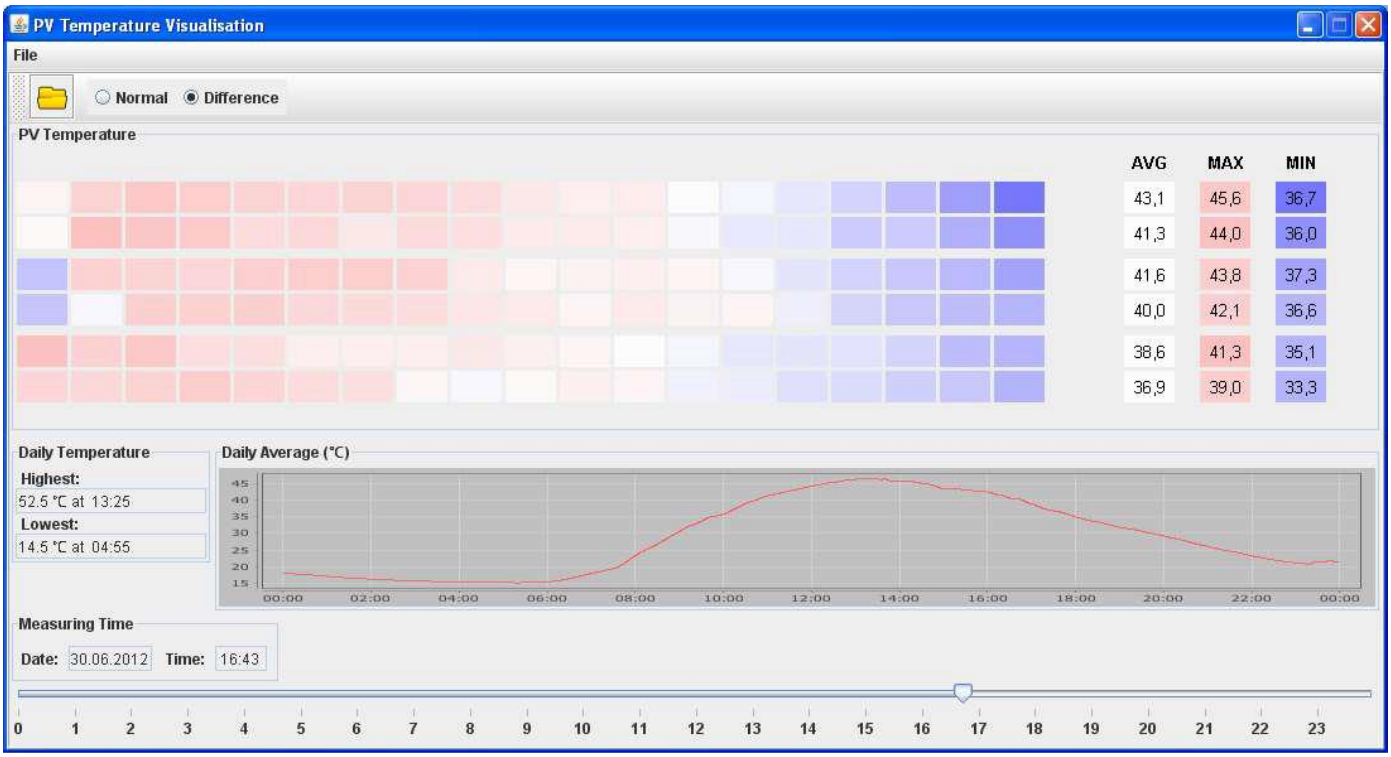
Temperaturverteilung über Solarpanels, im Verlauf von 24 h





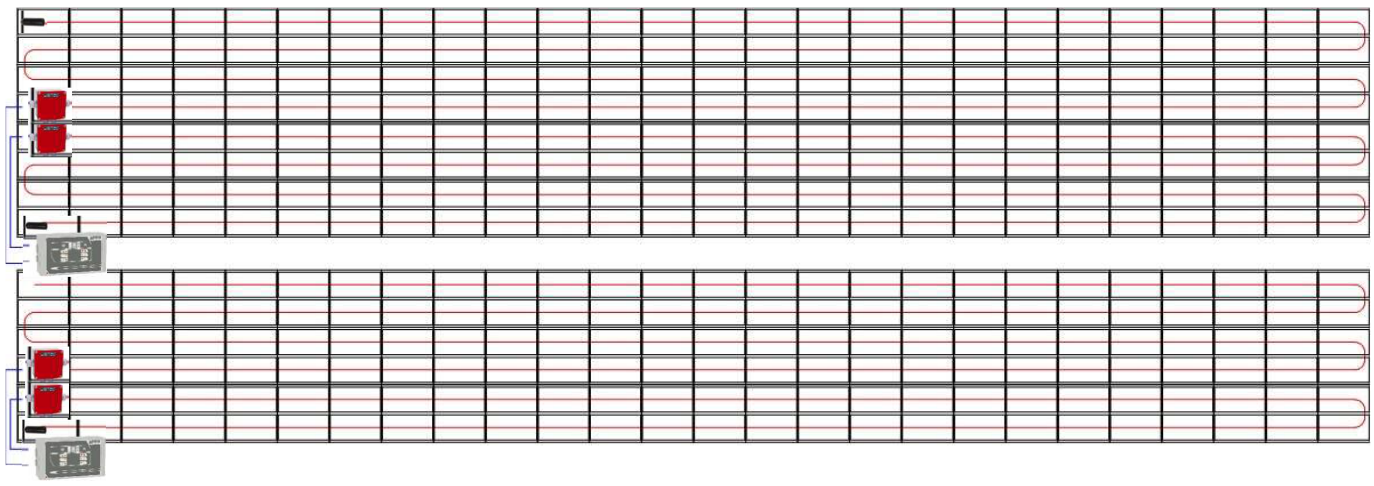
Visualisierung

Temperaturverteilung mit Erkennung von Abschattungen und Abkühlung durch Wind



Installation

- Empfohlener Sensorabstand: 3 m oder 4 m
  - Sensorkabel **SEC 15**
  - Verbindungskabel **CC 15**



5. Auszug Zertifikate

Das **d-LIST / SEC 15 System** ist u.a. ein von VdS-anerkanntes System nach EN 54-22:2015+A1:2020:

Anerkennung
Approval

VdS

von Bauteilen und Systemen
of Components and Systems

Inhaber der Anerkennung / Holder of the Approval

LISTEC GmbH
Am Sandberg 34
DE-84424 Isen

Anerkennungs-Nr. / Approval No.	Anzahl der Seiten / No. of pages	gültig vom (TT.MM.JJJJ) / valid from (dd.mm.yyyy)	gültig bis (TT.MM.JJJJ) / valid until (dd.mm.yyyy)
G 221004	14	26.06.2023	25.06.2027

Gegenstand der Anerkennung / Subject of the Approval

Rücksetzbarer linienförmiger Wärmemelder /
Resettable line-type heat detector
d-LIST

Verwendung / Use

in automatischen Brandmeldeanlagen /
in automatic fire detection and fire alarm systems

Anerkennungsgrundlagen / Basis of the Approval

VdS 2344:2014-07
VdS 2543:2021-03
EN 54-17:2005 + AC:2007
EN 54-22:2015 + A1:2020

Die Anerkennung umfasst nur das angegebene Bauteil/System in der zur Prüfung eingereichten Ausführung

- mit den Bestandteilen nach Anlage 1,
- dokumentiert in den technischen Unterlagen nach Anlage 2,
- zur Verwendung in den angegebenen Einrichtungen der Brandschutz- und Sicherungstechnik.

Bei der Anwendung des Gegenstandes der Anerkennung sind die Hinweise nach Anlage 3 zu beachten.

Das Zertifikat darf nur unverändert und mit sämtlichen Anlagen vervielfältigt werden. Alle Änderungen der Voraussetzungen für die Anerkennung sind der VdS-Zertifizierungsstelle – mitsamt den erforderlichen Unterlagen – unverzüglich zu übermitteln.

This Approval is valid only for the specified component/system as submitted for testing

- together with the parts listed in enclosure 1
- documented in the technical documents according to enclosure 2
- for the use in the specified fire protection and security installations.

When using the subject of the approval the notes of enclosure 3 shall be observed.

This certificate may only be reproduced in its present form without any modifications including all enclosures. All changes of the underlying conditions of this approval shall be reported at once to the VdS certification body including the required documentation.

VdS Schadenverhütung GmbH
Amsterdamer Str. 174
D-50735 Köln

Ein Unternehmen des Gesamtverbandes der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV), durch die DAkkS akkreditiert als Zertifizierungsstelle für Produkte in den Bereichen Brandschutz und Sicherungstechnik

Weitere Informationen erhalten Sie, indem Sie den folgenden QR Code scannen:

LISTEC GmbH
Am Sandberg 34
D-84424 Isen
Telefon: +49 (0) 80 83 53 85-0
E-Mail: sales@listec-gmbh.de