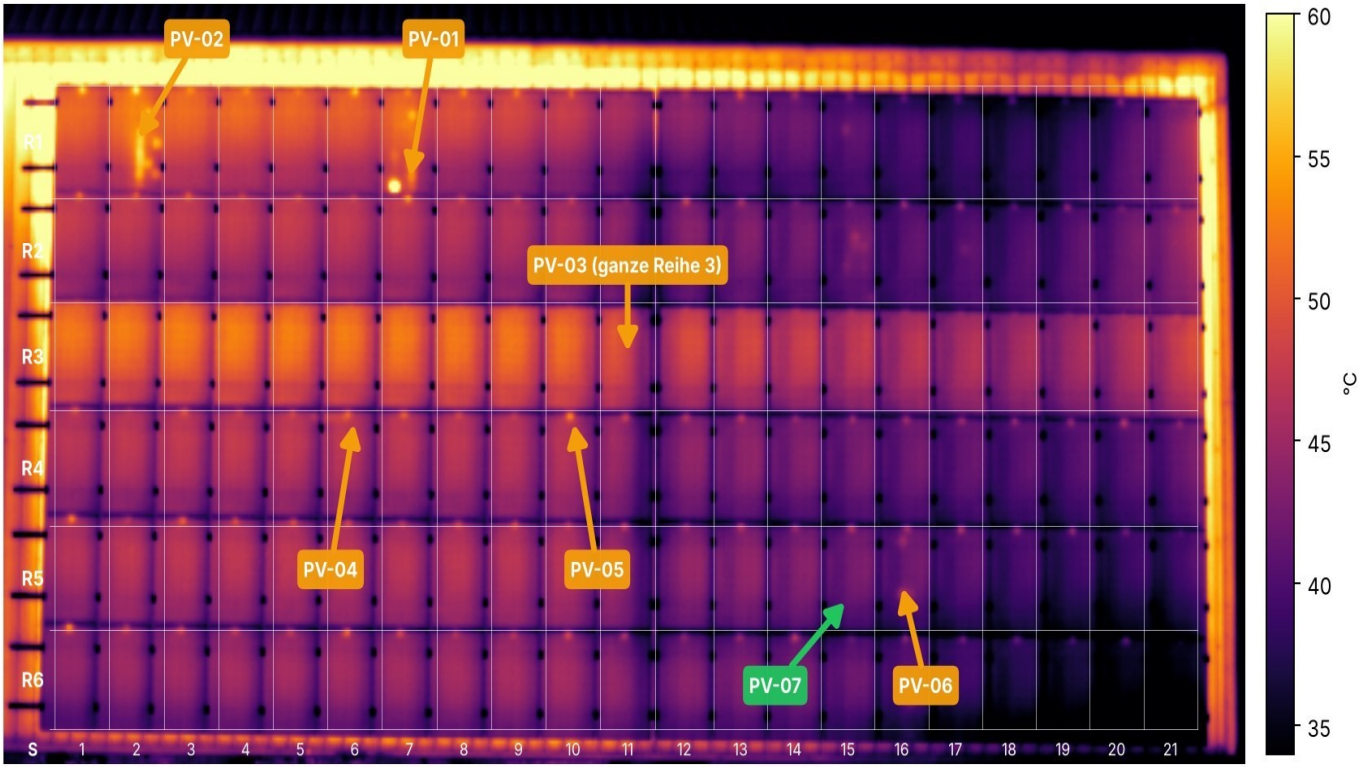
INSPEKTIONSBERICHT

Drohnengestützte PV-Thermografie in Anlehnung an IEC TS 62446-3



Titelbild: Wärmebild-Übersicht mit Modulraster (R = Reihe, R1 am First; S = Spalte, S1 links) und Lage der Befunde PV-01 bis PV-07

Auftraggeber	anonymisiert (Musterbericht)	**Datum**	22.05.2026
Objekt	PV-Anlage auf Hallendach, 126 Module	**Berichtsnummer**	MUSTER-PV-2026
Standort	–	**Befunde**	7 · 0 rot · 6 gelb · 1 grün
Drohne	DJI Matrice 4T	**Wetter**	überwiegend klar, 18 °C, Wind O 3 Bft, Einstrahlung 900 W/m²

Inhalt

1. Inspektionsdetails ... 3
1.1 Grundlagen und Methodik ... 3
2. Thermografische PV-Anlagenbewertung ... 3
2.1 Befundübersicht ... 3
2.2 Übersicht nach Bauteil ... 3
3. Abschnittsübersicht ... 4
4. Fachlich bewertete PV-Befunde ... 4
4.1 Hotspot an einer Zelle – R1/S7 ... 4
4.2 Erwärmte Teilstränge – R1/S2 ... 5
4.3 Stringausfall – ganze Reihe 3 wärmer ... 5
4.4 Erwärmte Anschlussdose – R4/S6 ... 6
4.5 Erwärmte Anschlussdose – R4/S10 ... 7
4.6 Glasbruch – R5/S16 ... 8
4.7 Vogelkot – R5/S15–S16 ... 9
5. Maßnahmentabelle ... 10
6. Gesamtbeurteilung der PV-Anlage ... 11
7. Freigabe / Unterschrift ... 11
Anhang A – Thermografische Einzelauswertung ... 12
A.0 Übersicht der ausgewerteten Aufnahmen ... 12
Anhang B – Messverfahren und Hinweise ... 16
Anhang C – Abkürzungen und Begriffe ... 16
Anhang D – Fotoverzeichnis ... 17

1. Inspektionsdetails

Inspektionsziel	Thermografische Prüfung der PV-Anlage auf Hotspots, Zellschäden, Glasbruch und Stringausfälle
Teilbereiche / Größe	Gesamte Dachanlage: 6 Reihen (R1–R6) × 21 Spalten (S1–S21) = 126 Module
Flughöhe	29–53 m

1.1 Grundlagen und Methodik

Auftrag	Thermografische Prüfung der PV-Anlage auf Hotspots, Zellschäden, Glasbruch und Stringausfälle
Untersuchungsumfang	Gesamte Dachanlage: 6 Reihen (R1–R6) × 21 Spalten (S1–S21) = 126 Module
Regelwerke	IEC TS 62446-3 (Thermografie an PV-Anlagen im Betrieb); Einstufung in Anlehnung an die dort genannten Klassen.
Messsystem	DJI Matrice 4T
Durchführung	22.05.2026, überwiegend klar, 18 °C, Wind O 3 Bft, Einstrahlung 900 W/m², Flughöhe 29–53 m
Auswertung	Radiometrische Auswertung jedes Wärmebilds; ΔT = wärmster Punkt minus ungestörte Umgebungsfläche. Einstufung und Grenzwerte siehe Anhang. Jeder Befund hat eine feste Nummer (B-01 …), die in Maßnahmentabelle und Fotoverzeichnis wieder aufgegriffen wird.
Grenzen	Wärmebilder zeigen Oberflächentemperaturen. Ursachen sind daraus abgeleitet und bei Bedarf durch weitere Untersuchungen zu bestätigen. Die Ergebnisse gelten für die genannten Messbedingungen.

2. Thermografische PV-Anlagenbewertung

Die PV-Thermografie ergab folgende Einstufung der Anomalien: 0 kritisch, 6 relevant, 1 geringfügig bzw. unauffällig. Instandsetzungsmaßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb werden empfohlen.

Vorab-Bewertung: *„Die Anlage arbeitet überwiegend unauffällig."* (Vollständige Bewertung im Abschnitt „Gesamtbeurteilung".)

2.1 Befundübersicht

KRITISCH	MITTEL	GERING / OK	GESAMT
0	**6**	**1**	**7**
sofortiger Handlungsbedarf	mittelfristig beheben	beobachten bzw. ohne Mangel	erfasste Befunde

2.2 Übersicht nach Bauteil

Bauteil	Anzahl Befunde	Davon dringend	Status
PV-Modul R1/S7	1	0	**Instandsetzung einplanen**
PV-Modul R1/S2	1	0	**Instandsetzung einplanen**
String Reihe 3 (21 Module)	1	0	**Instandsetzung einplanen**
Anschlussdose Modul R4/S6	1	0	**Instandsetzung einplanen**

Anschlussdose Modul R4/S10	1	0	**Instandsetzung einplanen**
PV-Modul R5/S16	1	0	**Instandsetzung einplanen**
PV-Module R5/S15–S16	1	0	✓ OK

3. Abschnittsübersicht

Abschnitt	Befunde	Kritisch	Mittel	OK
Reihe 1	2	0	2	0
Reihe 3	1	0	1	0
Reihe 4	2	0	2	0
Reihe 5	2	0	1	1

4. Fachlich bewertete PV-Befunde

4.1 Hotspot an einer Zelle – R1/S7

Abschnitt:	Reihe 1
Bauteil / Bereich:	PV-Modul R1/S7
Lage:	Reihe 1, Spalte 7
Delta T / Ausprägung:	ΔT 30,4 K (79,5 °C gegenüber 49,1 °C Modulfläche), in 7 Aufnahmen bestätigt; Einzelauswertung im Anhang 29,3–30,8 K; auf 1000 W/m² hochgerechnet ca. 34 K
Beschreibung:	Eine einzelne Zelle in der unteren Modulhälfte ist deutlich überhitzt. Im Normalbild ist an dieser Stelle keine Verschmutzung oder Verschattung zu sehen – die Ursache liegt im Modul (z. B. defekte Zelle, Lötstelle oder Bypassdiode).
Klassifizierung:	■ Mittel
Dringlichkeit:	**Maßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb empfohlen (mittelfristig)**
Mögliche Folgeschäden:	Fortschreitende Zellschädigung und Ertragsverlust; steigt die Temperatur weiter, droht eine Schädigung der Rückseitenfolie.
Empfohlene Maßnahme:	Kurzfristig (≤ 4 Wochen) durch einen PV-Fachbetrieb prüfen lassen (Sichtprüfung, I-U-Kennlinie, Bypassdiode); bei Bestätigung Modul tauschen.

Bilddokumentation

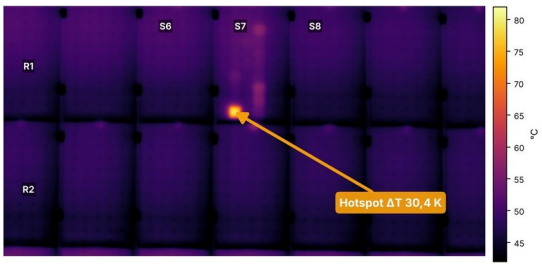


Abb. 1: Wärmebild R1/S7: überhitzte Zelle in der unteren Modulhälfte.

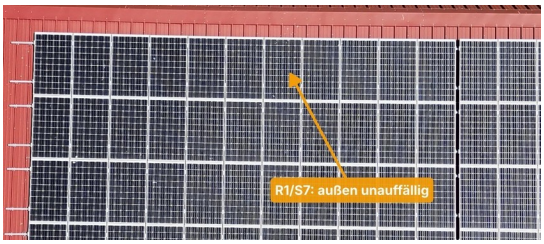


Abb. 2: Normalbild: Modul R1/S7 von außen unauffällig, keine Verschattung.

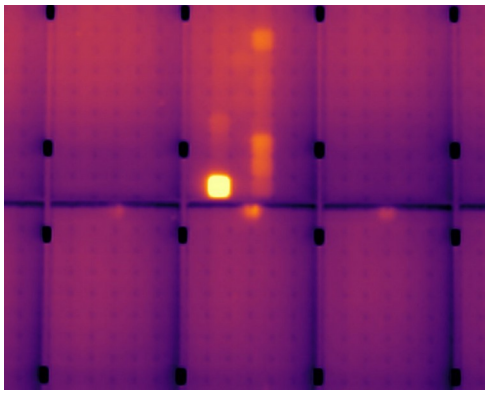


Abb. 3: Zoom-Detailaufnahme des Hotspots.

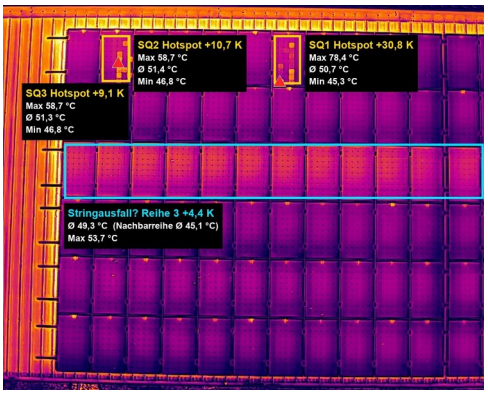


Abb. 4: Originales Wärmebild (radiometrisch ausgewertet, siehe Anhang).
Süd-Seite · Schrägaufnahme · 29 m · 10:57 Uhr

4.2 Erwärmte Teilstränge – R1/S2

Abschnitt:	Reihe 1
Bauteil / Bereich:	PV-Modul R1/S2
Lage:	Reihe 1, Spalte 2
Delta T / Ausprägung:	Teilstränge +3,2 K / +3,3 K, einzelne Zellen +10 bis +12 K (Anhang: +10,7 K / +11,6 K)
Beschreibung:	Zwei von drei Teilsträngen (Substrings) des Moduls sind gleichmäßig wärmer als der dritte, dazu kommen einzelne warme Zellen. Das Normalbild zeigt keine äußere Ursache.
Klassifizierung:	■ Mittel
Dringlichkeit:	**Maßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb empfohlen (mittelfristig)**
Mögliche Folgeschäden:	Ertragsminderung des Moduls; Zellschäden können sich verstärken.
Empfohlene Maßnahme:	Bei der nächsten Wartung (≤ 3 Monate) I-U-Kennlinie messen, Bypassdioden und Zellverbinder prüfen lassen.

Bilddokumentation

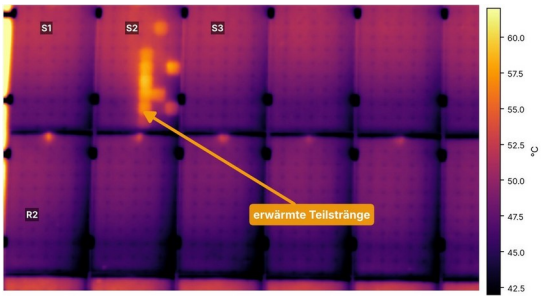


Abb. 5: Wärmebild R1/S2: erwärmte Teilstränge mit warmen Einzelzellen.

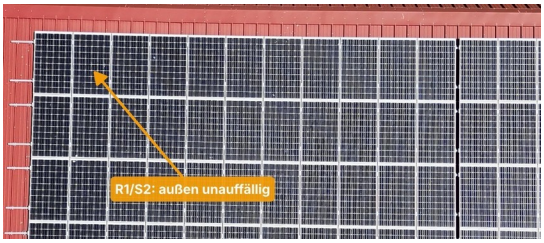


Abb. 6: Normalbild: Modul R1/S2 von außen unauffällig.

4.3 Stringausfall – ganze Reihe 3 wärmer

Abschnitt:	Reihe 3
Bauteil / Bereich:	String Reihe 3 (21 Module)

Lage:	Reihe 3, Spalten 1–21
Delta T / Ausprägung:	ca. 4–5 K über alle 21 Module: Übersichtsaufnahme +5,2 K (S1–S11) / +4,8 K (S12–S21), Einzelbilder im Anhang +3,9 K / +4,0 K
Beschreibung:	Alle 21 Module der Reihe 3 sind gleichmäßig wärmer als die Module der Reihen 2 und 4. Dieses Muster entsteht, wenn ein String keinen Strom abgibt (Leerlauf).
Klassifizierung:	■ **Mittel**
Dringlichkeit:	**Maßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb empfohlen (mittelfristig)**
Mögliche Folgeschäden:	Solange der String nicht einspeist, fehlt sein Ertrag vollständig (rund ein Sechstel der Anlage).
Empfohlene Maßnahme:	Kurzfristig (≤ 4 Wochen) Stringstrom und -spannung am Wechselrichter prüfen lassen; Sicherung, Steckverbinder, Trennschalter und Monitoring kontrollieren.

Bilddokumentation

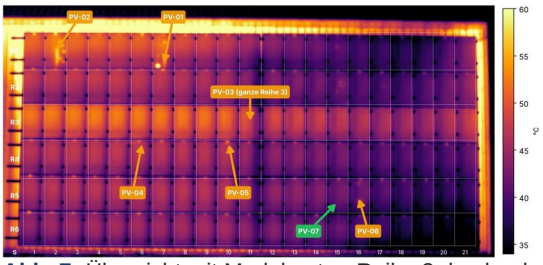


Abb. 7: Übersicht mit Modulraster: Reihe 3 durchgehend wärmer (PV-03).

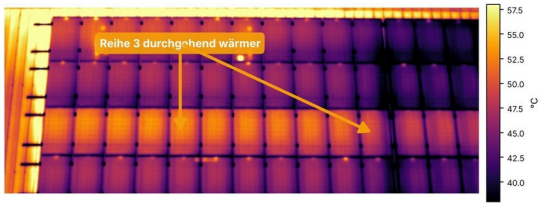


Abb. 8: Schrägaufnahme: Reihe 3 gleichmäßig wärmer als die Nachbarreihen.

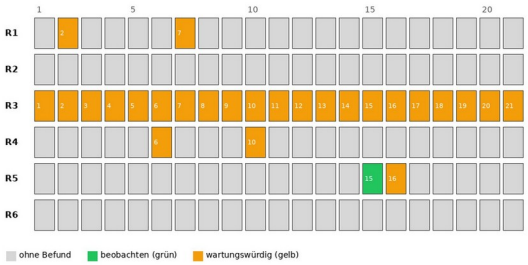


Abb. 9: Feldplan aller 126 Module mit den Befunden.

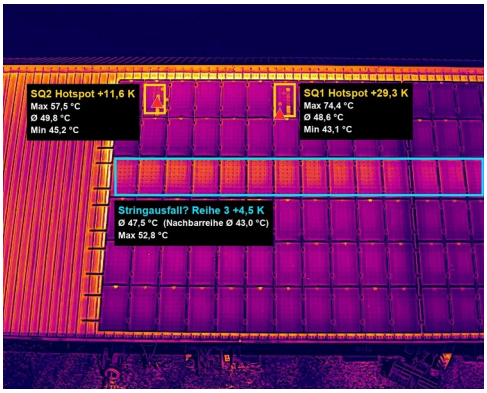


Abb. 10: Originales Wärmebild (radiometrisch ausgewertet, siehe Anhang).
Süd-Seite · Schrägaufnahme · 29 m · 11:04 Uhr

4.4 Erwärmte Anschlussdose – R4/S6

Abschnitt:	Reihe 4
Bauteil / Bereich:	Anschlussdose Modul R4/S6
Lage:	Reihe 4, Spalte 6, Anschlussdose
Delta T / Ausprägung:	+3,6 bis +5,6 K gegenüber den übrigen Dosen der Reihe, in 3 Aufnahmen übereinstimmend
Beschreibung:	Die Anschlussdose ist in allen drei Aufnahmen deutlich wärmer als die übrigen Dosen derselben Reihe.

Klassifizierung:	■ **Mittel**
Dringlichkeit:	**Maßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb empfohlen (mittelfristig)**
Mögliche Folgeschäden:	Übergangswiderstand oder aktive Bypassdiode: Ertragsminderung, bei Fortschreiten Schaden an der Dose.
Empfohlene Maßnahme:	Bei der nächsten Wartung (≤ 3 Monate) Anschlussdose öffnen lassen, Bypassdioden und Lötstellen prüfen; danach Nachkontrolle per Thermografie.

Bilddokumentation

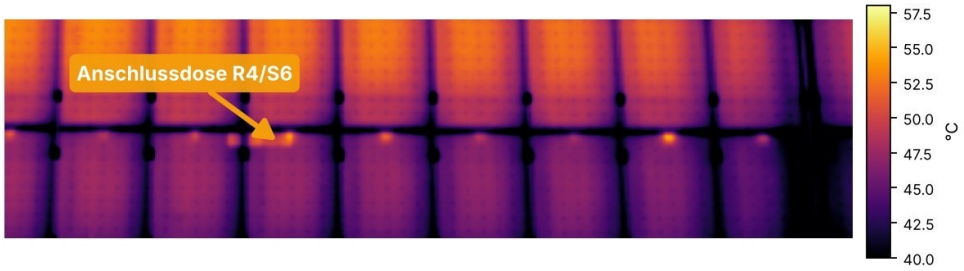


Abb. 11: Wärmebild: erwärmte Anschlussdose an R4/S6.

4.5 Erwärmte Anschlussdose – R4/S10

Abschnitt:	Reihe 4
Bauteil / Bereich:	Anschlussdose Modul R4/S10
Lage:	Reihe 4, Spalte 10, Anschlussdose
Delta T / Ausprägung:	+4,7 bis +5,8 K gegenüber den übrigen Dosen der Reihe, in 3 Aufnahmen übereinstimmend
Beschreibung:	Auch diese Anschlussdose ist in allen drei Aufnahmen wärmer als die übrigen Dosen derselben Reihe.
Klassifizierung:	■ **Mittel**
Dringlichkeit:	**Maßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb empfohlen (mittelfristig)**
Mögliche Folgeschäden:	Übergangswiderstand oder aktive Bypassdiode: Ertragsminderung, bei Fortschreiten Schaden an der Dose.
Empfohlene Maßnahme:	Wie R4/S6 – beide Dosen in einem Termin prüfen lassen (≤ 3 Monate).

Bilddokumentation

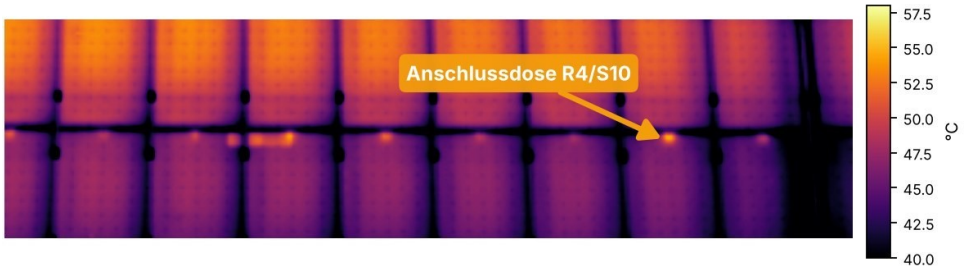


Abb. 12: Wärmebild: erwärmte Anschlussdose an R4/S10.

4.6 Glasbruch – R5/S16

Abschnitt:	Reihe 5
Bauteil / Bereich:	PV-Modul R5/S16
Lage:	Reihe 5, Spalte 16
Delta T / Ausprägung:	Zelle im Bereich des Glasbruchs leicht erwärmt (ΔT ca. 5 K, unter der Bewertungsgrenze); maßgeblich ist der Sichtbefund
Beschreibung:	In der Zoom-Aufnahme ist im Bereich einer Zelle ein netzartiges Rissbild im Frontglas zu erkennen (Glasbruch).
Klassifizierung:	■ Mittel
Dringlichkeit:	**Maßnahmen durch einen qualifizierten Fachbetrieb empfohlen (mittelfristig)**
Mögliche Folgeschäden:	Durch die Risse kann Feuchtigkeit eindringen: Isolationsfehler, Leistungsverlust, Korrosion der Zellverbinder.
Empfohlene Maßnahme:	Modul durch einen PV-Fachbetrieb tauschen lassen; bis dahin Isolationswiderstand des Strings prüfen.

Bilddokumentation

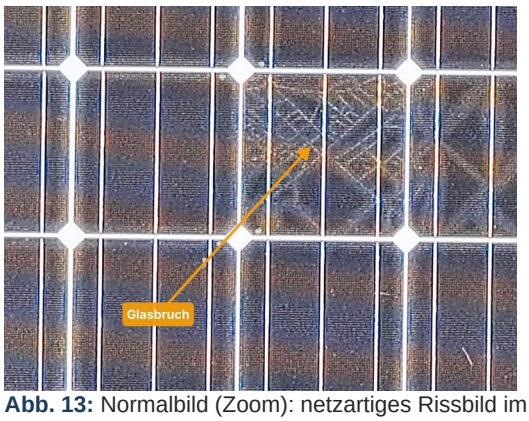


Abb. 13: Normalbild (Zoom): netzartiges Rissbild im Frontglas.

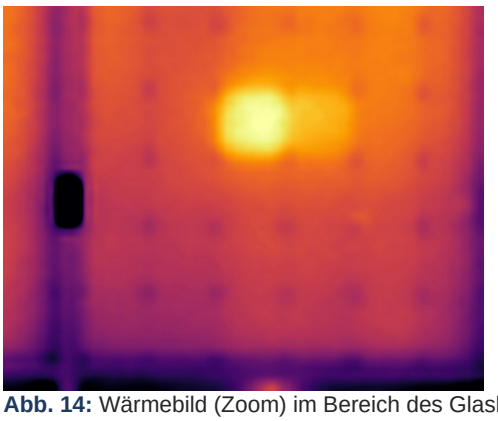


Abb. 14: Wärmebild (Zoom) im Bereich des Glasbruchs.

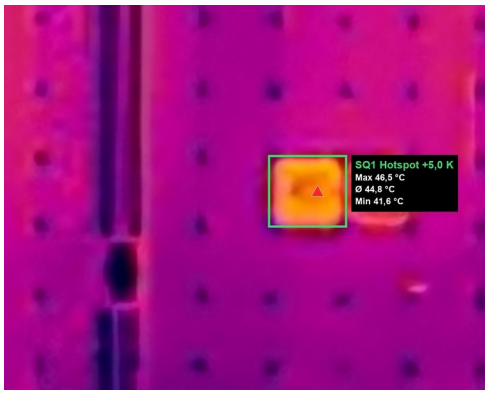


Abb. 15: Originales Zoom-Wärmebild (radiometrisch ausgewertet, siehe Anhang).
Süd-Seite · Schrägaufnahme · 29 m · 11:03 Uhr

4.7 Vogelkot – R5/S15–S16

Abschnitt:	Reihe 5
Bauteil / Bereich:	PV-Module R5/S15–S16
Lage:	Reihe 5, Spalten 15–16
Delta T / Ausprägung:	keine nennenswerte Erwärmung
Beschreibung:	Zwei Stellen mit Vogelkot auf der Glasoberfläche. Im Wärmebild ist keine nennenswerte Erwärmung zu erkennen.
Klassifizierung:	■ **OK / Unauffällig**
Dringlichkeit:	**Kein akuter Handlungsbedarf, beobachten**
Mögliche Folgeschäden:	Derzeit kein nennenswerter Ertragsverlust; bleibt der Kot länger liegen, kann eine Teilverschattung entstehen.
Empfohlene Maßnahme:	Bei der nächsten Modulreinigung entfernen.

Bilddokumentation

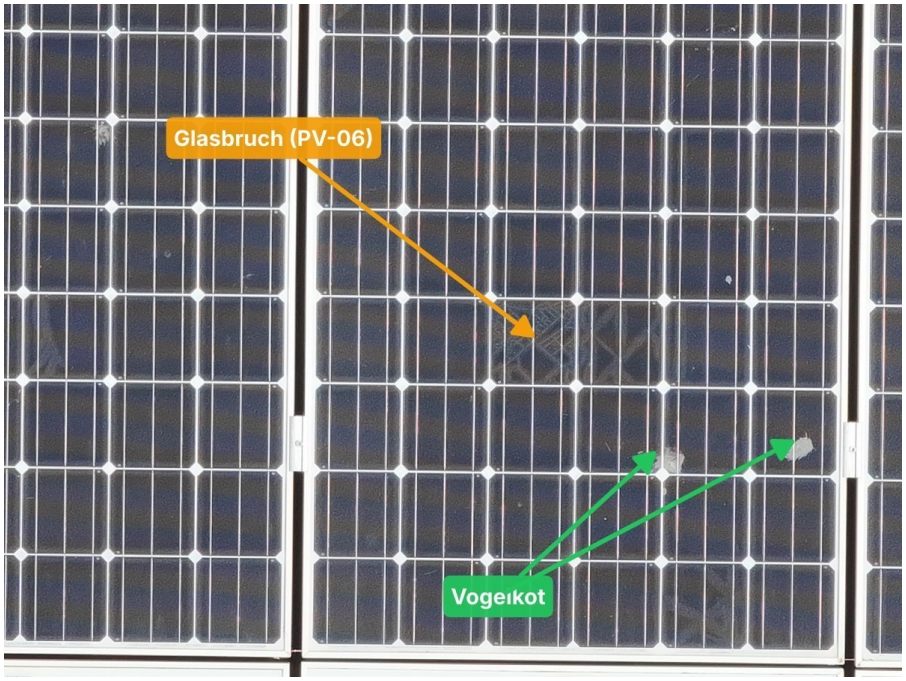


Abb. 16: Normalbild (Zoom): Vogelkot an zwei Stellen, oben links der Glasbruch an R5/S16.

5. Maßnahmentabelle

Nr. / Befund	Priorität	Empfohlene Maßnahme
B-01 Reihe 1 – Hotspot an einer Zelle – R1/S7	■ Priorität 2	Kurzfristig (≤ 4 Wochen) durch einen PV-Fachbetrieb prüfen lassen (Sichtprüfung, I-U-Kennlinie, Bypassdiode).
B-02 Reihe 1 – Erwärmte Teilstränge – R1/S2	■ Priorität 2	Bei der nächsten Wartung (≤ 3 Monate) I-U-Kennlinie messen, Bypassdioden und Zellverbinder prüfen lassen.
B-03 Reihe 3 – Stringausfall – ganze Reihe 3 wärmer	■ Priorität 2	Kurzfristig (≤ 4 Wochen) Stringstrom und -spannung am Wechselrichter prüfen lassen.
B-04 Reihe 4 – Erwärmte Anschlussdose – R4/S6	■ Priorität 2	Bei der nächsten Wartung (≤ 3 Monate) Anschlussdose öffnen lassen, Bypassdioden und Lötstellen prüfen.
B-05 Reihe 4 – Erwärmte Anschlussdose – R4/S10	■ Priorität 2	Wie R4/S6 – beide Dosen in einem Termin prüfen lassen (≤ 3 Monate).
B-06 Reihe 5 – Glasbruch – R5/S16	■ Priorität 2	Modul durch einen PV-Fachbetrieb tauschen lassen.
B-07 Reihe 5 – Vogelkot – R5/S15–S16	■ Priorität 3	Bei der nächsten Modulreinigung entfernen.

Priorität 1: Gefahr für Personen, Anlage oder Bausubstanz – zeitnah durch Fachbetrieb beheben. · Priorität 2: Instandsetzung im Rahmen der Wartung bzw. Bauunterhaltung einplanen. · Priorität 3: beobachten, bei der nächsten Inspektion erneut prüfen.

6. Gesamtbeurteilung der PV-Anlage

Die thermografische Untersuchung der PV-Anlage fokussiert auf Hot-Spots, Zelldefekte, Verschattungen und Modulleistungseinbußen.

Die Anlage arbeitet überwiegend unauffällig. Erfasst wurden alle 126 Module; jedes ist über Reihe und Spalte eindeutig benannt (z. B. R1/S7). Festgestellt wurden 7 Auffälligkeiten: 6 sind wartungswürdig (gelb), eine ist zu beobachten (grün). Ein kritischer Befund (rot) liegt nicht vor. Wichtigster Punkt für den Ertrag ist der String der Reihe 3: alle 21 Module sind gleichmäßig 4 bis 5 K wärmer als die Nachbarreihen – das typische Bild eines Strings, der keinen Strom liefert; damit fehlt rund ein Sechstel des Ertrags. Am höchsten erwärmt ist eine einzelne Zelle an Modul R1/S7 (ΔT 30,4 K, in 7 Aufnahmen bestätigt). Auf 1000 W/m² hochgerechnet sind das rund 34 K und damit nach DIN IEC/TS 62446-3 noch unter der Grenze für „kritisch“ (40 K); der Punkt sollte trotzdem kurzfristig geprüft werden. Dazu kommen ein Modul mit erwärmten Teilsträngen (R1/S2), zwei erwärmte Anschlussdosen (R4/S6, R4/S10) und ein Modul mit Glasbruch (R5/S16), das getauscht werden sollte. Vogelkot an R5/S15–S16 wird bei der nächsten Reinigung entfernt. Alle übrigen Module sind thermisch unauffällig.

7. Freigabe / Unterschrift

Ochsenhausen, 22.05.2026

Unterschrift

Martin Weckemann

Drohnenpilot / Inspektionsdienstleister

kontakt@drohnenflug-sued.de | +49 17663870661

Rechtlicher Hinweis

Dieser Bericht dokumentiert den Zustand des inspizierten Objekts zum Zeitpunkt der Erfassung. Angaben zur Dringlichkeit sind Empfehlungen und keine verbindlichen Fristen. Die Festlegung des Sanierungszeitpunkts sowie die Planung und Durchführung von Sanierungsmaßnahmen obliegen den durch den Eigentümer beauftragten qualifizierten Fachbetrieben. Dieser Bericht ersetzt keine statischen Berechnungen, Sachverständigengutachten oder vertieften Fachprüfungen einzelner Bauteile und versteht sich als Grundlage für weiterführende Planungsschritte. Die drohnenbasierte Erfassung unterliegt methodenbedingten Einschränkungen (Auflösung, Perspektive, Witterung); nicht zugängliche oder verdeckte Bereiche können unvollständig erfasst worden sein.

Anhang A – Thermografische Einzelauswertung

Ausgewertet wurden 3 radiometrische Wärmebilder. Je Bild sind die automatisch gemessenen Auffälligkeiten mit der Temperaturdifferenz ΔT zur umgebenden Fläche und ihre Einstufung aufgeführt. Mehrere Aufnahmen können dieselbe Stelle aus unterschiedlichen Blickwinkeln zeigen; Positionsangaben beziehen sich auf das jeweilige Bild.

Mehrfach erfasst: 2 Stelle(n) sind auf mehreren Bildern zu sehen (überlappende Aufnahmen). Unterschiedliche Stellen insgesamt: ca. 3. • Reihe 1, Modul 7: 0001_T (+30,8 K), 0008_T (+29,3 K) • Reihe 1, Modul 2: 0001_T (+10,7 K), 0008_T (+11,6 K)

A.0 Übersicht der ausgewerteten Aufnahmen

Nr.	Aufnahme	T max [°C]	ΔT max [K]	Stellen	Höchste Einstufung
A.1	0001_T	78,4	+30,8	4	■ Wartungswürdig
A.2	0008_T	74,4	+29,3	3	■ Wartungswürdig
A.3	0007_T	46,5	+5,0	1	■ Wartungswürdig

A.1 0001_T.JPG

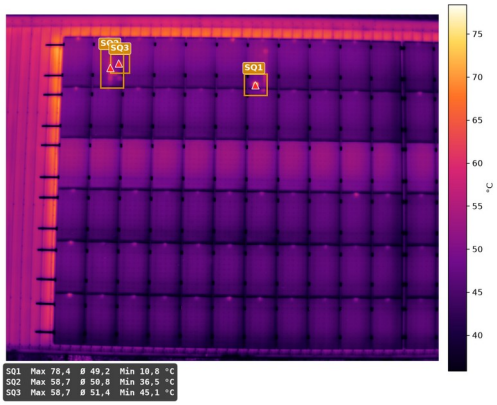


Abb. 17: Wärmebild mit markierten Messstellen

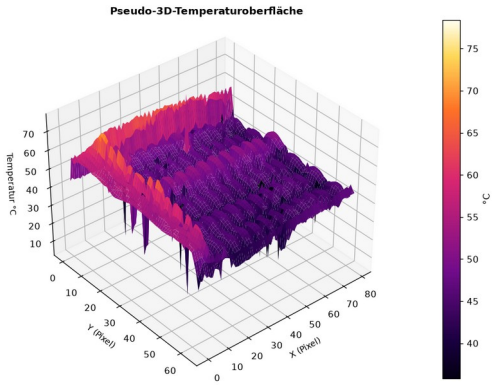


Abb. 18: 3D-Darstellung der Oberflächentemperatur

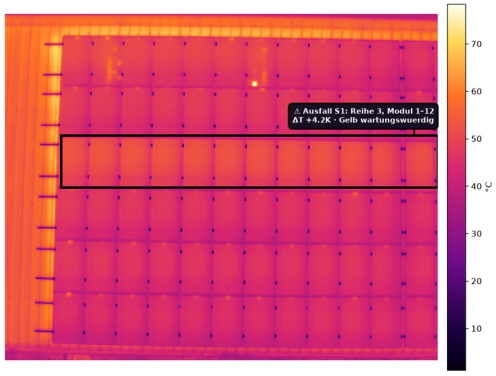


Abb. 19: Stringrahmen: Modulreihe gleichmäßig wärmer

Sensor	Min / Median / Max	Messstellen	Höchste Einstufung
M4T	**35,8 / 46,2 / 78,4 °C**	**4**	**■ Wartungswürdig**

Nr.	Lage im Bild	ΔT [K]	Einordnung	Einstufung
1	Reihe 1, Modul 7	+30,8	Mehrere heiße Zellen	■ Wartungswürdig
2	Reihe 1, Modul 2	+10,7	Zellriss-Verdacht	■ Wartungswürdig
3	Reihe 1, Modul 2	+9,1	Unspezifischer Hotspot	■ Wartungswürdig
S1	Reihe 3, Modul 1–12	+4,2	Modulreihe gleichmäßig wärmer – Stringausfall möglich	■ Wartungswürdig

Bewertung: In der obersten Modulreihe zeigen zwei PV-Module mehrere deutlich erwärmte Solarzellen mit bis zu ΔT +30,8 K (T_max 78,4 °C). Die restlichen kleinen regelmäßigen Punkte an den Modulrändern entsprechen normalen Junction-Box-Signaturen. – Empfehlung: Betroffene Module mit Multi-Hot-Cell-Muster vor Ort auf Zellrisse, Delamination oder Verschmutzung sichtprüfen und ggf. austauschen; zusätzlich String-Verkabelung, Sicherungen und Verbinder durch einen Fachbetrieb prüfen lassen (Stringausfall vermutet).

A.2 0008_T.JPG

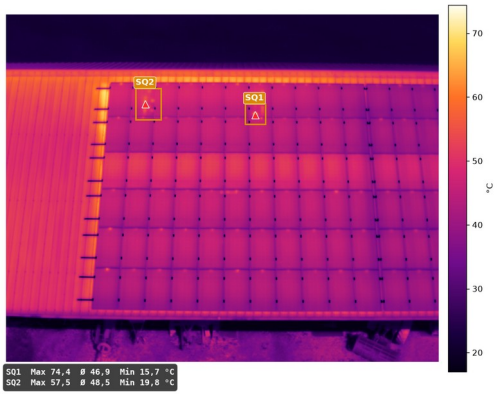


Abb. 20: Wärmebild mit markierten Messstellen

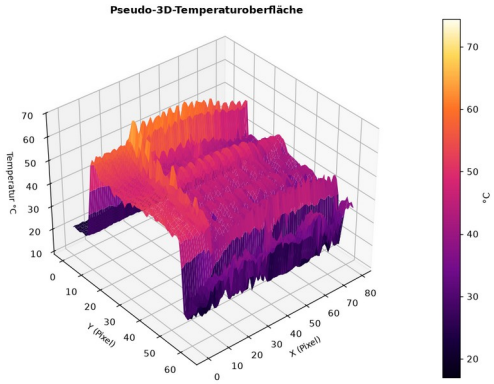


Abb. 21: 3D-Darstellung der Oberflächentemperatur

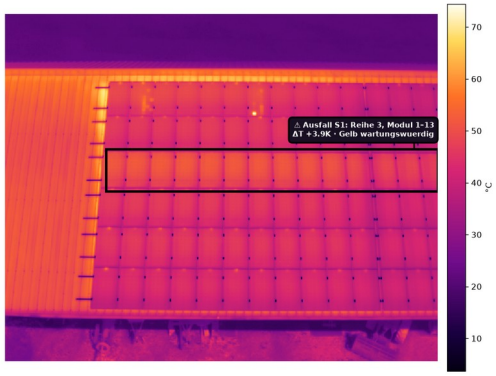


Abb. 22: Stringrahmen: Modulreihe gleichmäßig wärmer

Sensor	Min / Median / Max	Messstellen	Höchste Einstufung
M4T	**17,0 / 42,4 / 74,4 °C**	**3**	**■ Wartungswürdig**

Nr.	Lage im Bild	ΔT [K]	Einordnung	Einstufung
1	Reihe 1, Modul 7	+29,3	Mehrere heiße Zellen	■ Wartungswürdig
2	Reihe 1, Modul 2	+11,6	Unspezifischer Hotspot	■ Wartungswürdig
S1	Reihe 3, Modul 1–13	+3,9	Modulreihe gleichmäßig wärmer – Stringausfall möglich	■ Wartungswürdig

Bewertung: In der obersten Modulreihe zeigen zwei PV-Module punktuelle, deutlich erwärmte Zellen (Multi Hot Cells) mit erhöhter thermischer Belastung. Zusätzlich weist eine darunterliegende Modulzeile eine ganzflächig leicht erhöhte Erwärmung auf. – Empfehlung: Visuelle Nahprüfung der betroffenen Module auf Zellbruch oder Verschmutzung sowie Kennlinienmessung durchführen; zusätzlich String-Verkabelung, Sicherungen und Verbinder durch einen Fachbetrieb prüfen lassen (Stringausfall vermutet).

A.3 0007_T.JPG

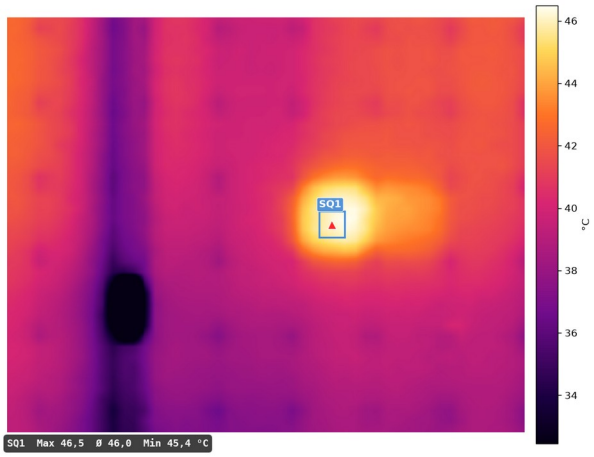


Abb. 23: Wärmebild mit markierten Messstellen

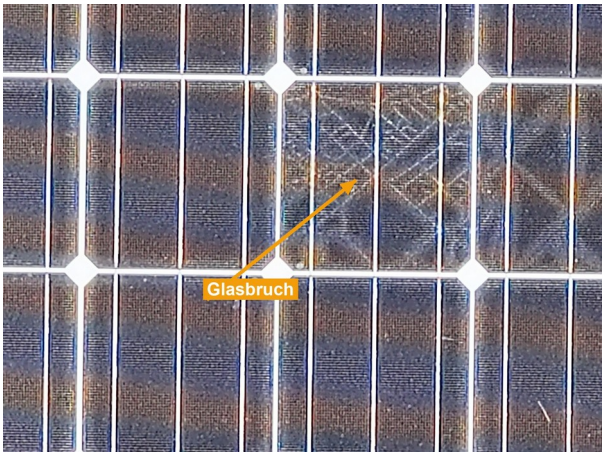


Abb. 24: Glasbruch (Sichtbefund im Normalbild)

Sensor	Min / Median / Max	Messstellen	Höchste Einstufung
M4T	**32,4 / 39,8 / 46,5 °C**	**1**	■ **Wartungswürdig**

Sichtprüfung im Normalbild: Glasbruch (Sichtbefund im Normalbild). Gekreuzte, netzartige helle Bruchlinien auf der oberen Solarzelle mittig rechts erkennbar. Modul durch einen PV-Fachbetrieb tauschen lassen – durch das gebrochene Glas kann Feuchtigkeit eindringen (Isolationsfehler, Leistungsverlust, Gefahr bei Berührung).

Nr.	Lage im Bild	ΔT [K]	Einordnung	Einstufung
1	Bildmitte	+5,0	Leicht erwärmte Zelle (unter Bewertungsgrenze)	■ Unauffällig

Bewertung: Thermisch nur ein leicht erwärmter Zellbereich (ΔT ca. 5,0 K, unterhalb der Bewertungsgrenze nach IEC TS 62446-3). Maßgeblich ist der Glasbruch im Normalbild. – Empfehlung: Modul durch einen PV-Fachbetrieb tauschen lassen (siehe Befund 4.6).

Anhang B – Messverfahren und Hinweise

Hotspot-Erkennung: Bereiche deutlich wärmer als ihre Umgebung (Schwelle max(Median + 8 K, Median + 1,5·σ)).

Klassifizierung: ΔT = wärmster Punkt minus umgebende, ungestörte Modulfläche. Klassen nach DIN IEC/TS 62446-3 (Anhang C): einzelne heiße Zelle > 40 K Rot (CoA 3) · 10–40 K Gelb (CoA 2) · 8–10 K Grün (Beobachtung). Anschlussdose ≥ 3 K wärmer als vergleichbare Dosen derselben Reihe: Gelb (CoA 2); das ΔT in der Messtabelle bezieht sich bei Dosen auf die Modulfläche. Ganze Modulreihe gleichmäßig 2–7 K wärmer als die Reihen darüber/darunter (Stringausfall vermutet): Gelb (CoA 2). Einstrahlung bei der Aufnahme: 900 W/m²; die Zell-Grenzen wurden auf 1000 W/m² bezogen (Rot ab 36 K, Gelb ab 9 K gemessen).

Anomalie-Hinweise sind Hypothesen aus der Bildauswertung. Sie ersetzen keine Prüfung vor Ort; bei auffälligen Modulen ist eine elektrische Messung (I-U-Kennlinie, Stringstrom) erforderlich.

Anhang C – Abkürzungen und Begriffe

Kürzel	Bedeutung
Schadensampel	Bewertung der Dringlichkeit: Rot = kritisch, Gelb = relevant (mittel), Grün = unauffällig bzw. geringfügig.
ΔT	Temperaturdifferenz zwischen einer auffälligen Stelle und ihrer Umgebung, angegeben in Kelvin (K).
K	Kelvin: Einheit für Temperaturunterschiede; 1 K entspricht 1 °C Unterschied.
PV	Photovoltaik: Solarstromanlage.
W/m²	Watt pro Quadratmeter: Stärke der Sonneneinstrahlung während der Messung.
Hot-Spot	Stelle, die deutlich wärmer ist als ihre Umgebung, z. B. eine defekte Solarzelle, eine überlastete Klemme oder eine Wärmebrücke.
DIN / EN	Deutsche Norm (DIN) bzw. Europäische Norm (EN).
IEC TS	Internationale Norm bzw. Technische Spezifikation (TS) der Elektrotechnik.
IEC TS 62446-3	Infrarot-Thermografie an Photovoltaik-Anlagen im Freien.

Anhang D – Fotoverzeichnis

Alle Abbildungen des Berichts mit Zuordnung zum Befund bzw. zur Einzelauswertung. Die Originalaufnahmen werden mit dem Bericht übergeben und sind über die Abbildungsnummer eindeutig zuzuordnen.

Abb.	Zuordnung	Inhalt	Aufnahme
1	B-01	Wärmebild R1/S7: überhitzte Zelle in der unteren Modulhälfte.	–
2	B-01	Normalbild: Modul R1/S7 von außen unauffällig, keine Verschattung.	–
3	B-01	Zoom-Detailaufnahme des Hotspots.	–
4	B-01	Originales Wärmebild (radiometrisch ausgewertet, siehe Anhang).	Süd-Seite, Schrägaufnahme, 29 m, 10:57 Uhr
5	B-02	Wärmebild R1/S2: erwärmte Teilstränge mit warmen Einzelzellen.	–
6	B-02	Normalbild: Modul R1/S2 von außen unauffällig.	–
7	B-03	Übersicht mit Modulraster: Reihe 3 durchgehend wärmer (PV-03).	–
8	B-03	Schrägaufnahme: Reihe 3 gleichmäßig wärmer als die Nachbarreihen.	–
9	B-03	Feldplan aller 126 Module mit den Befunden.	–
10	B-03	Originales Wärmebild (radiometrisch ausgewertet, siehe Anhang).	Süd-Seite, Schrägaufnahme, 29 m, 11:04 Uhr
11	B-04	Wärmebild: erwärmte Anschlussdose an R4/S6.	–
12	B-05	Wärmebild: erwärmte Anschlussdose an R4/S10.	–
13	B-06	Normalbild (Zoom): netzartiges Rissbild im Frontglas.	–
14	B-06	Wärmebild (Zoom) im Bereich des Glasbruchs.	–
15	B-06	Originales Zoom-Wärmebild (radiometrisch ausgewertet, siehe Anhang).	Süd-Seite, Schrägaufnahme, 29 m, 11:03 Uhr
16	B-07	Normalbild (Zoom): Vogelkot an zwei Stellen, oben links der Glasbruch an R5/S16.	–
17	Anhang A.1	Wärmebild mit markierten Messstellen	0001_T
18	Anhang A.1	3D-Darstellung der Oberflächentemperatur	0001_T
19	Anhang A.1	Stringrahmen: Modulreihe gleichmäßig wärmer	0001_T
20	Anhang A.2	Wärmebild mit markierten Messstellen	0008_T
21	Anhang A.2	3D-Darstellung der Oberflächentemperatur	0008_T
22	Anhang A.2	Stringrahmen: Modulreihe gleichmäßig wärmer	0008_T
23	Anhang A.3	Wärmebild mit markierten Messstellen	0007_T
24	Anhang A.3	Glasbruch (Sichtbefund im Normalbild)	0007_T