
BERICHT PV-INSPEKTION

für die 99.18 kWp Anlage (Inbetriebnahme: 2022-07-21) von

Max Mustermann GmbH

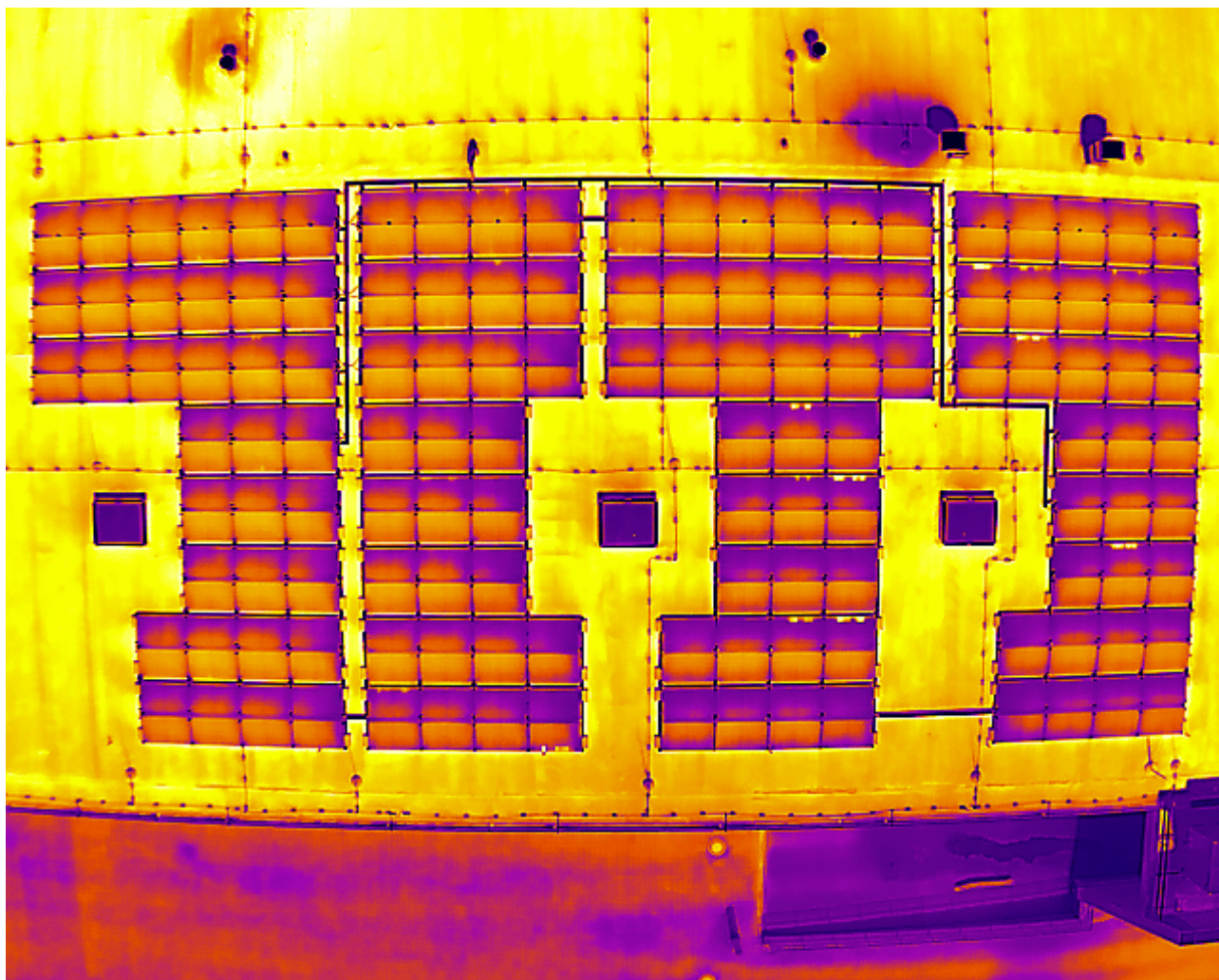
Bahnhofstr. 7, 12345 Musterstadt

26.05.2026 15:41 Uhr, **48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E**

Anlagenübersicht

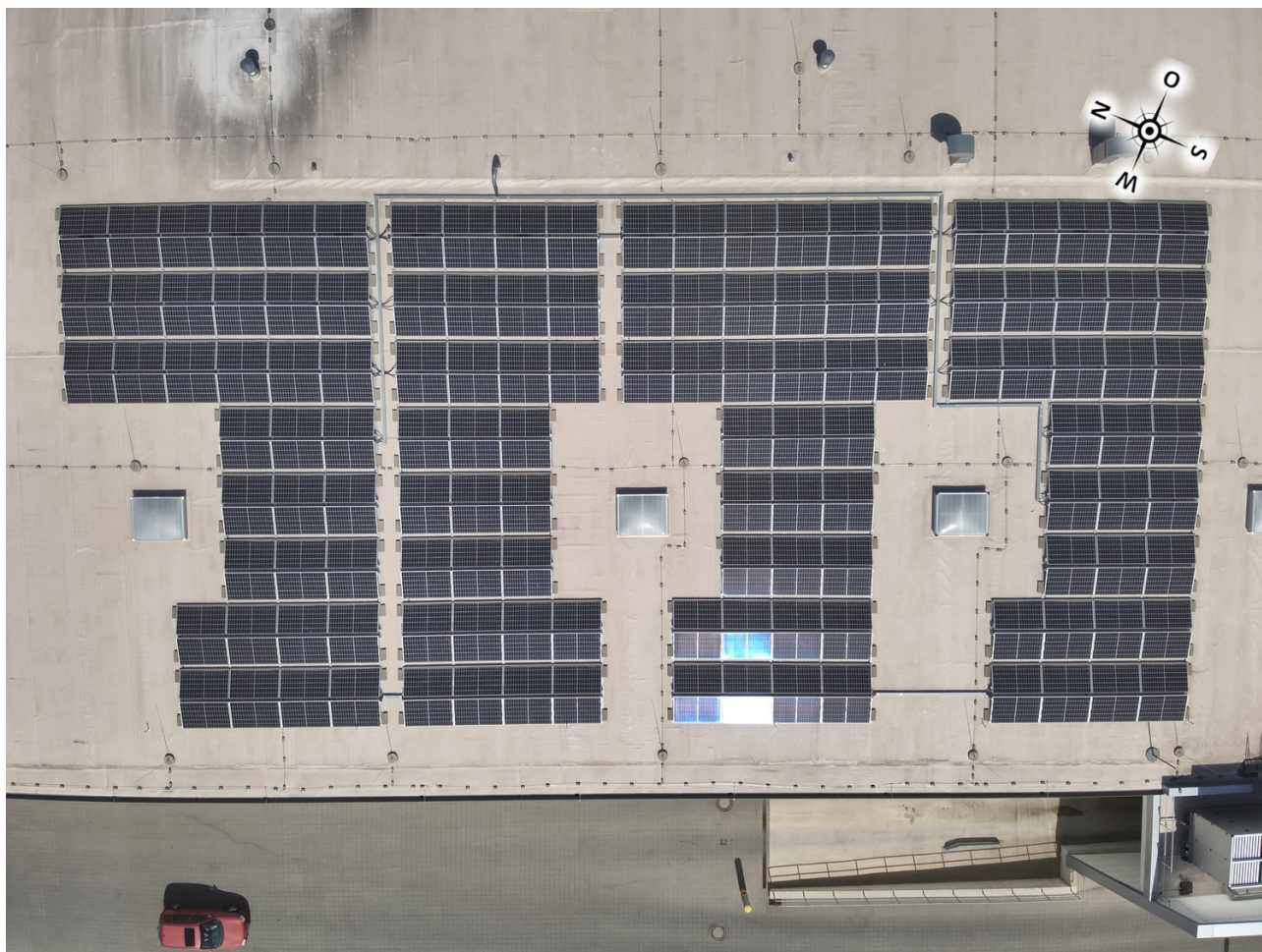


Drohnenaufnahme mit Weitwinkelkamera aus 34.70 m Höhe

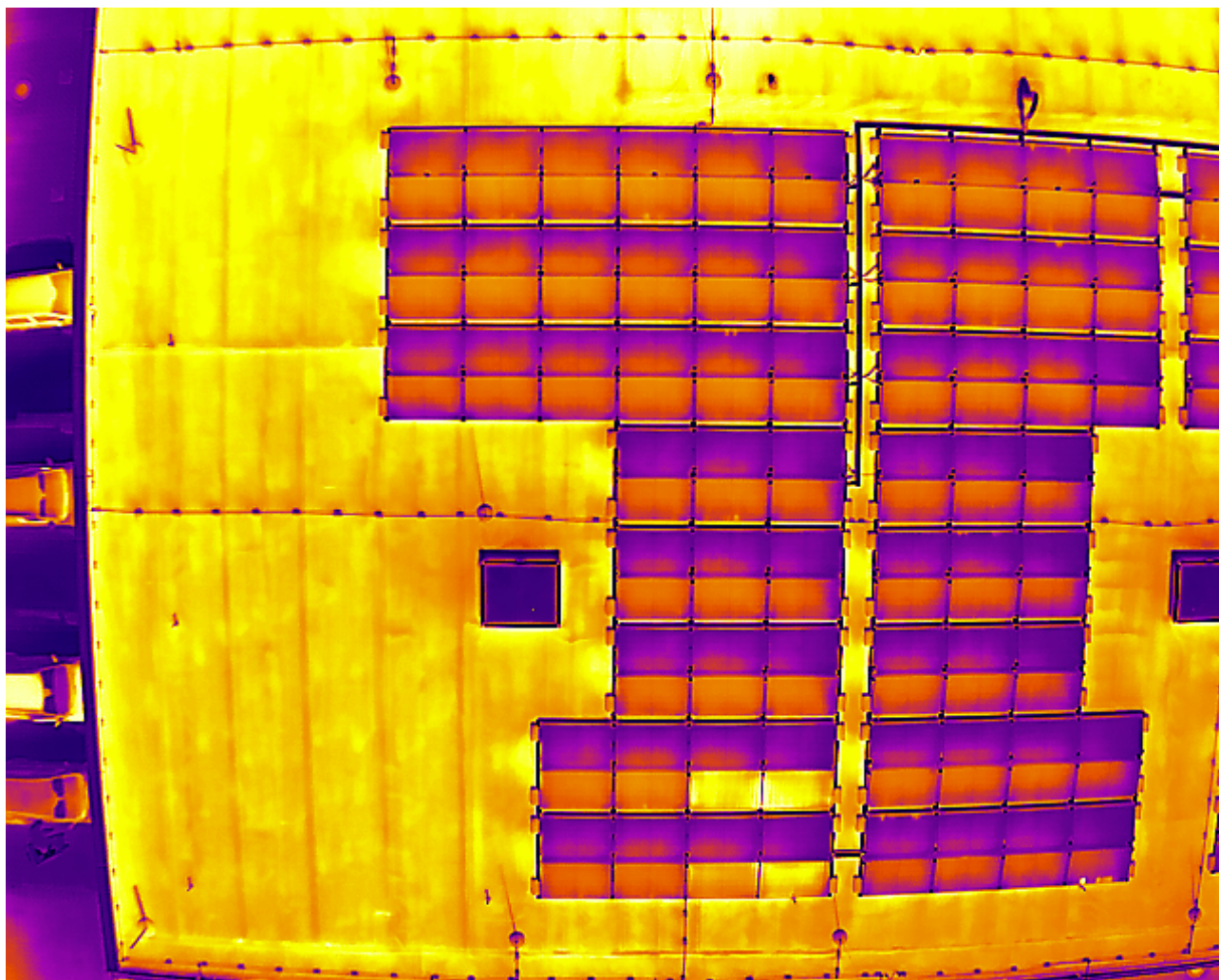


Drohnenaufnahme mit Infrarotkamera aus 53.43 m Höhe

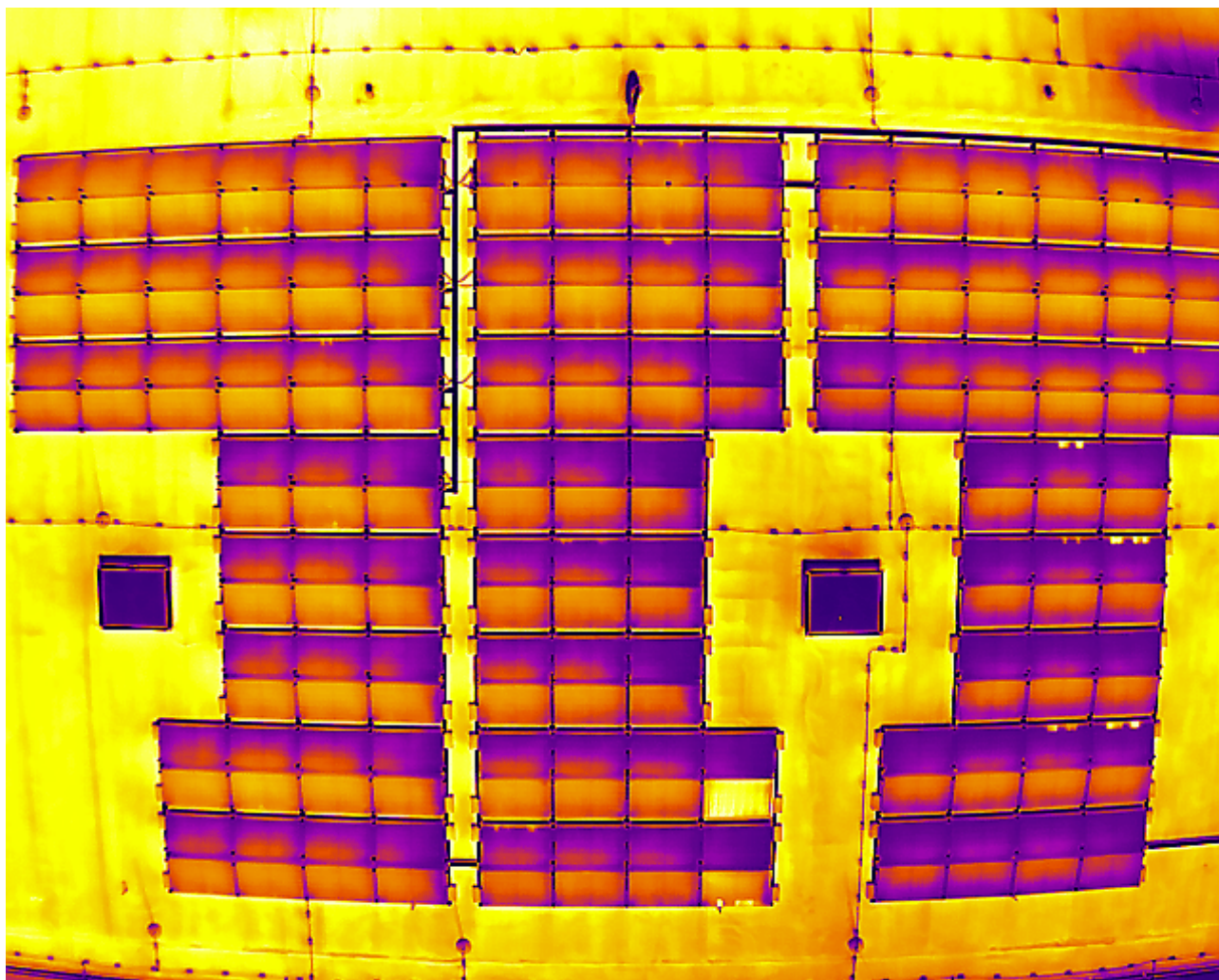
Weitere Übersichtsbilder



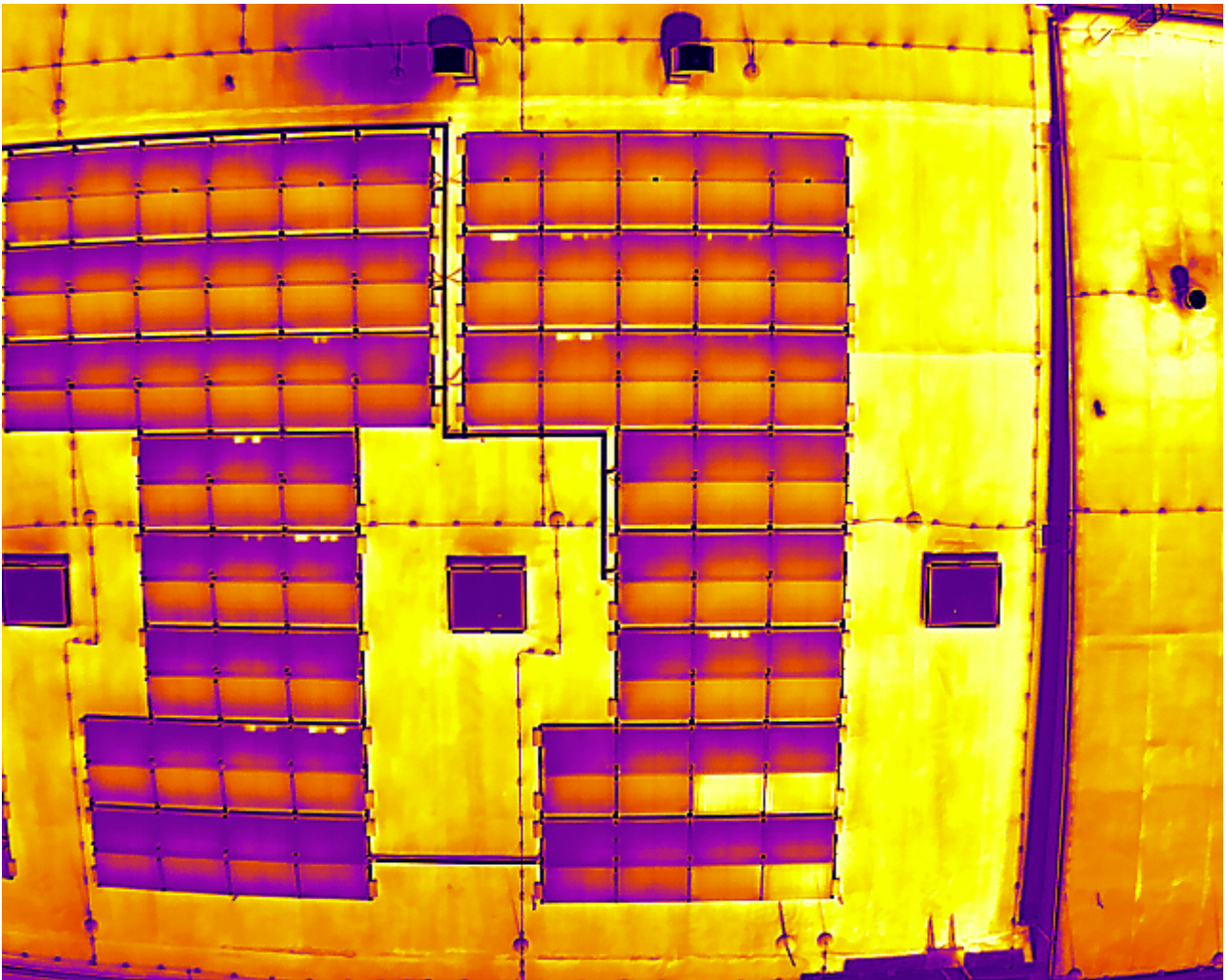
Übersichtsbild 1 aus 39.05 m Höhe



Übersichtsbild 2 mit Infrarotkamera aus 40.23 m Höhe



Übersichtsbild 3 mit Infrarotkamera aus 40.30 m Höhe



Übersichtsbild 4 mit Infrarotkamera aus 40.26 m Höhe

Ergebnis der drohnengestützten Thermografie-Inspektion

Am 26.05.2026 wurde die Photovoltaikanlage erfolgreich mittels einer spezialisierten Wärmebilddrohne des Typs DJI M3T thermografisch inspiziert. Die Befliegung erfolgte teilautomatisiert im Zeitraum von 15:41 Uhr bis 15:47 Uhr.

Während der Inspektion wurden insgesamt **97 hochauflösende radiometrische Infrarotaufnahmen** sowie **110 digitale Übersichtsaufnahmen** erfasst. Diese liefern eine vollständige und lückenlose thermografische Abdeckung der gesamten Photovoltaikanlage.

Mithilfe modernster, KI-gestützter Analyseverfahren wurden die Bilddaten anschließend zu einem präzisen digitalen 3D-Modell der Anlage verarbeitet. Auf dieser Grundlage konnte jedes einzelne Photovoltaikmodul automatisch erkannt, lokalisiert und hinsichtlich seines thermischen Verhaltens bewertet werden.

Durch eine detaillierte Analyse der Temperaturverteilung wurde für jedes Modul ein objektiver Zustandsindikator („Health Index“) ermittelt, der eine zuverlässige Bewertung des technischen Anlagenzustands ermöglicht.

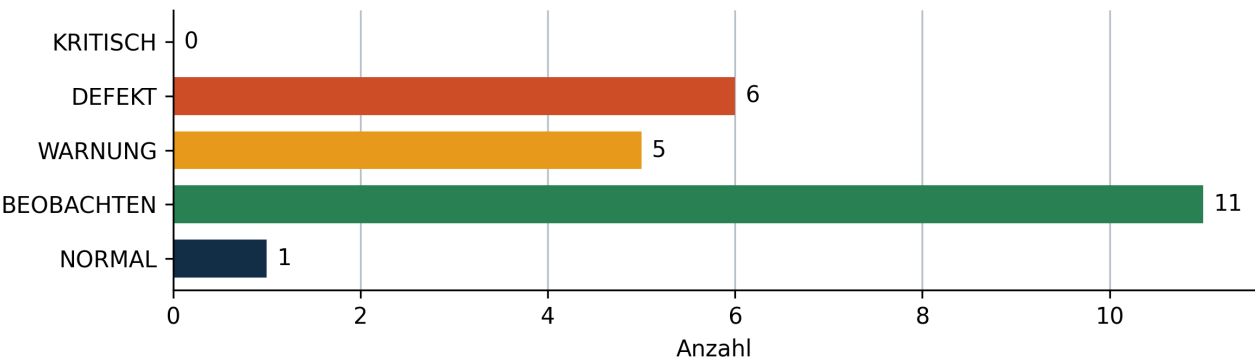
Im Rahmen der Auswertung wurden insgesamt **262 Photovoltaikmodule** identifiziert und analysiert.

Davon zeigten **23 Module thermische Auffälligkeiten** und wurden einer vertieften thermografischen Detailanalyse unterzogen, bei der das Temperaturprofil der Modulfläche pixelgenau ausgewertet wird. Die Temperatur wird für die Bewertung und die farbliche Darstellung auf 1000 W/m² Sonneneinstrahlung normiert, während die angezeigten Temperaturwerte den real gemessenen Temperaturen entsprechen.



pixelgenaue Auswertung der Hotspot-Zonen am Beispiel von Modul 858324

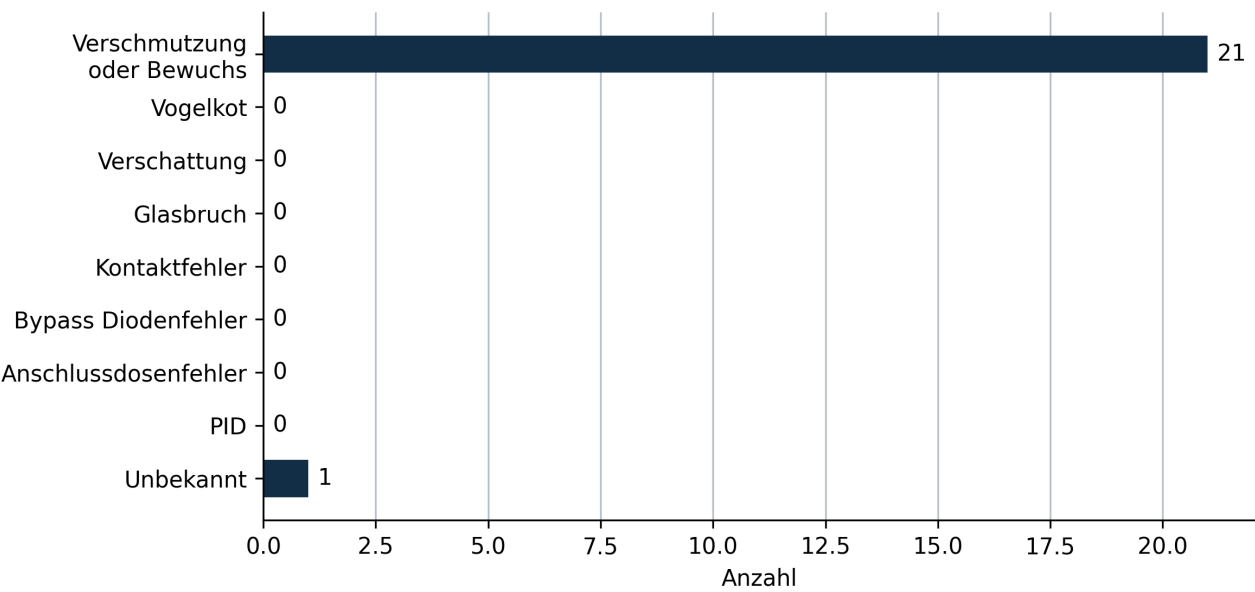
Als Ergebnis der Detailanalyse konnten die **23** auffälligen von insgesamt **262** Photovoltaikmodulen folgenden Kategorien zugeordnet werden:



Dabei sind die Kategorien für modulbedingte Auffälligkeiten wie folgt definiert (gilt nicht für betriebsbedingte Ursachen wie bspw. Verschattungen):

Definition	Erläuterung
KRITISCH ΔT Hotspot > 40K oder T_{max} > 120°C	akuter Handlungsbedarf, Modul sofort austauschen oder entfernen, um schwere Folgeschäden oder Brandrisiken zu vermeiden
DEFEKT ΔT Hotspot > 20K oder Bypass Fehler	Es liegt mindestens ein schwerer Hotspot oder Bypass Fehler vor. Das Modul sollte kurzfristig ausgetauscht, repariert oder entfernt werden
WARNUNG ΔT Hotspot > 10K	Es liegt mindestens ein signifikanter Hotspot vor. Es wird empfohlen, das Modul zeitnah zu untersuchen und ggf. mittelfristig zu tauschen.
BEOBACHTEN ΔT Hotspot > 3K oder leichte Auffälligkeiten	Es liegen leichte Hotspots vor oder kleine thermische Auffälligkeiten. Es wird empfohlen, das Modul ggf. zu Reinigen und im Rahmen der regelmäßigen Wartung zu beobachten.

Es konnten folgende mögliche Ursachen identifiziert werden:



Gesamtwertung

85/100

Gesamt-Health-Score der Anlage

Die mittels Monte-Carlo-Simulation geschätzte Leistungsdegradation der Gesamtanlage beträgt **0.65 %**. Dies entspricht einem jährlichen Minderertrag von ca. **711 kWh**. In der folgenden Tabelle sind die Verluste nach Fehlerkategorien gewichtet:

	Kategorie / Fehlerquelle	Verlust (%)	Verlust (€/Jahr)
	String-Fehler (Anschluss/Mismatch)	0.00 %	0.00 €
	Modul-Fehler:		
	KRITISCH	0.00 %	0.00 €
	DEFEKT	0.43 %	47.26 €
	WARNUNG	0.20 %	22.26 €
	BEOBACHTEN	0.01 %	1.53 €
	Gesamtsumme	0.65 %	71.05 €

Berechnungsgrundlage: 10.0 ct/kWh Einspeisevergütung/Strompreis.

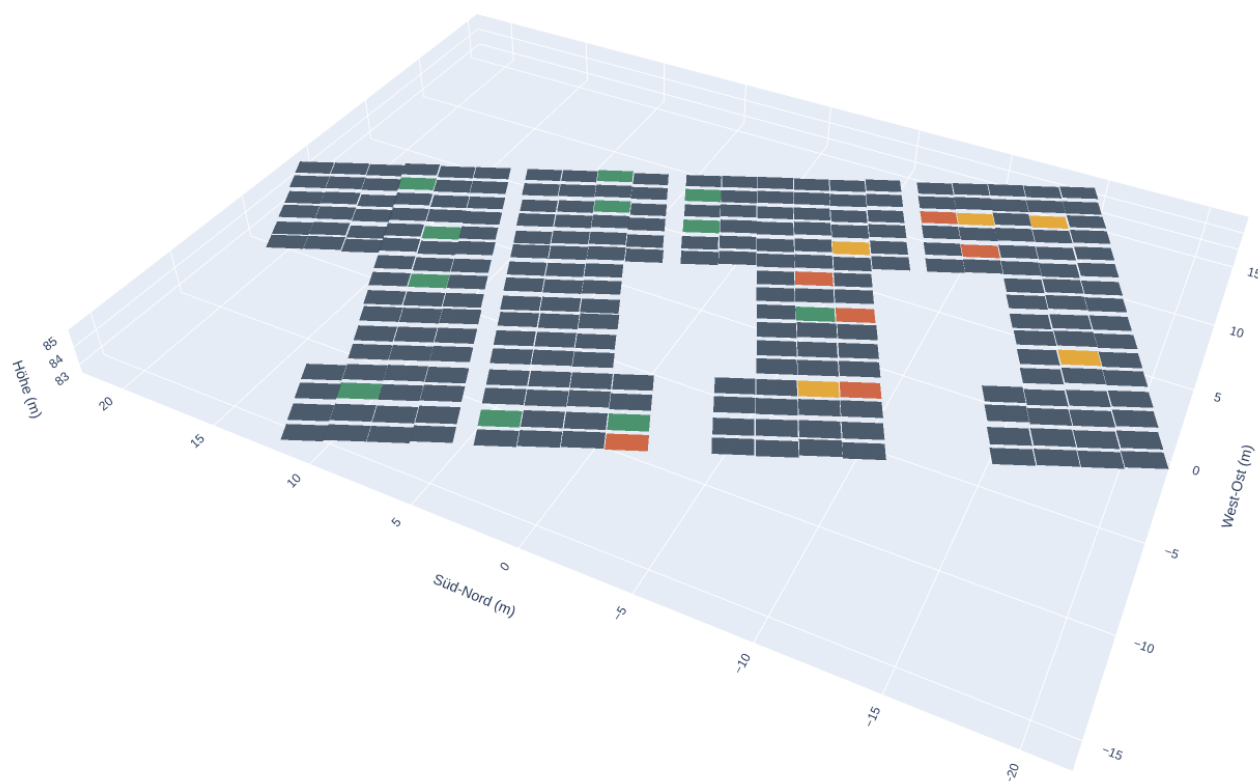
Technische Gesamtbewertung:

Die Anlage weist mehrere thermische Auffälligkeiten auf. Insgesamt wurden 22 Module mit Hotspots unterschiedlicher Ausprägung detektiert, von leichten Auffälligkeiten (> 3 K) bis hin zu Defekten mit Temperaturdifferenzen von über 20 K. Auf den Detailaufnahmen sind bei den betroffenen Modulen deutlich Verschmutzungen am unteren Modulrand erkennbar, die mit hoher Wahrscheinlichkeit die Ursache der thermischen Auffälligkeiten darstellen. Zur Vermeidung von Ertragsverlusten und möglicher thermischer Folgeschäden wird eine zeitnahe Reinigung der betroffenen Module empfohlen. Beim Modul 858421 wird die ausgeprägte thermische Auffälligkeit (> 20 K) vermutlich durch den Schattenwurf eines Dachhakens verursacht. Hier sollte geprüft werden, ob sich die Verschattung konstruktiv vermeiden oder reduzieren lässt.

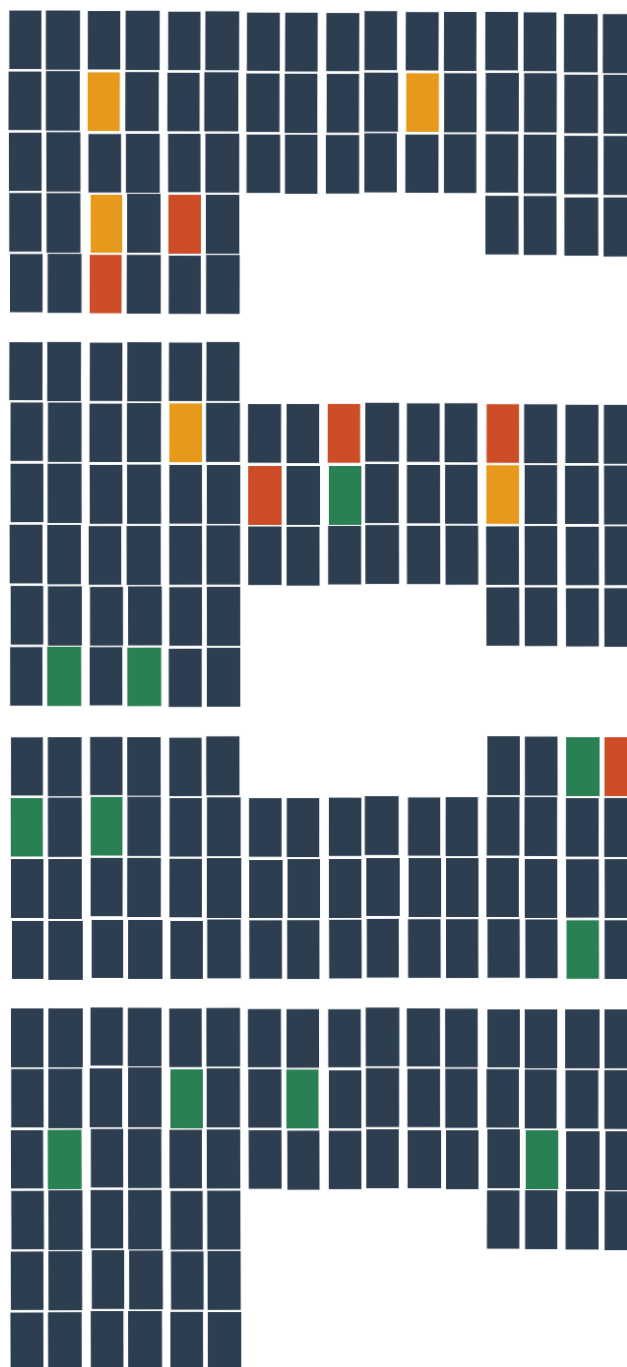
Kritische Befunde (Maßnahmen erforderlich)	0
Potenzielle Garantiefälle	0
Potenzielle Gewährleistungsfälle	0

Die Einordnung potenzieller Garantie- oder Gewährleistungsfälle stellt keine rechtliche Bewertung dar, sondern dient lediglich als technischer Hinweis zur möglichen Ursachenprüfung.

Erzeugtes 3D Modell der PV Module



2D Ansicht mit Kategorisierung der Module



262 Module, davon:

- NORMAL: 240
- BEOBACHTEN: 11
- WARNUNG: 5
- DEFEKT: 6
- KRITISCH: 0



String-Analyse

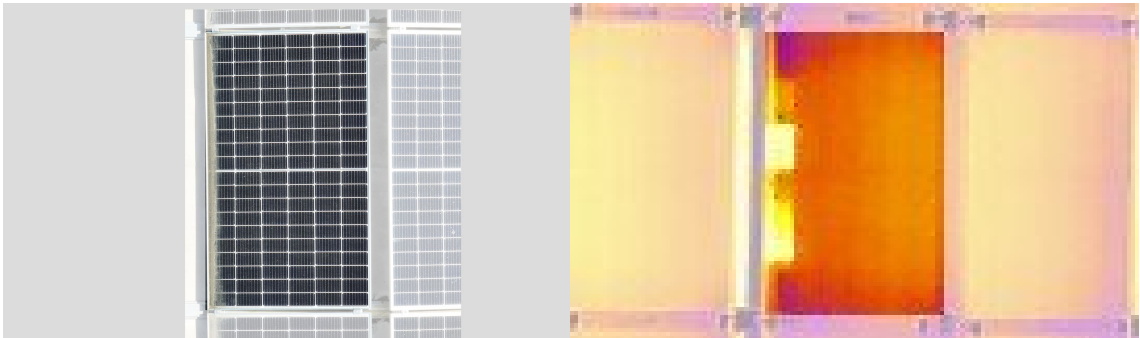
	Metrik	Wert
	Erkannte Module im String Mismatch	0
	Erkannte kurzgeschlossene Module	0
	Erkannte offene Module	0
	Erkannte verpolte Module	0

Thermografische Einzelauswertung der Module

auf den Folgeseiten, aufsteigend nach Health Index

Umgebungsparameter der Thermografie	Wert
atmosphärische Temperatur [°C]	26.0
reflektierte Temperatur [°C]	-20.0
Emissionsgrad	0.9
Abstand [m] und Fluggeschwindigkeit [m/s]	auf den Moduleseiten einzeln gelistet
Luftfeuchtigkeit [%]	50
Sonneneinstrahlung G [W/m²] für 0° (Horizontal)	850
Wind [Beaufort]	2 (Leichte Brise)
Bewölkung [Okta]	0 (wolkenlos)
Blickwinkel auf Modul	>50°
Seriennummer Drohne (DJI M3T)	08154711
Seriennummer IR-Kamera	08154711

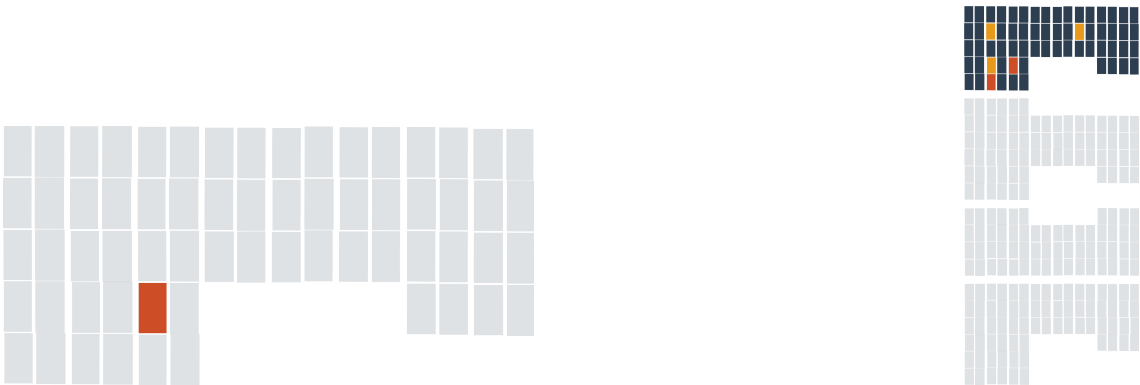
Modul ID: 858320

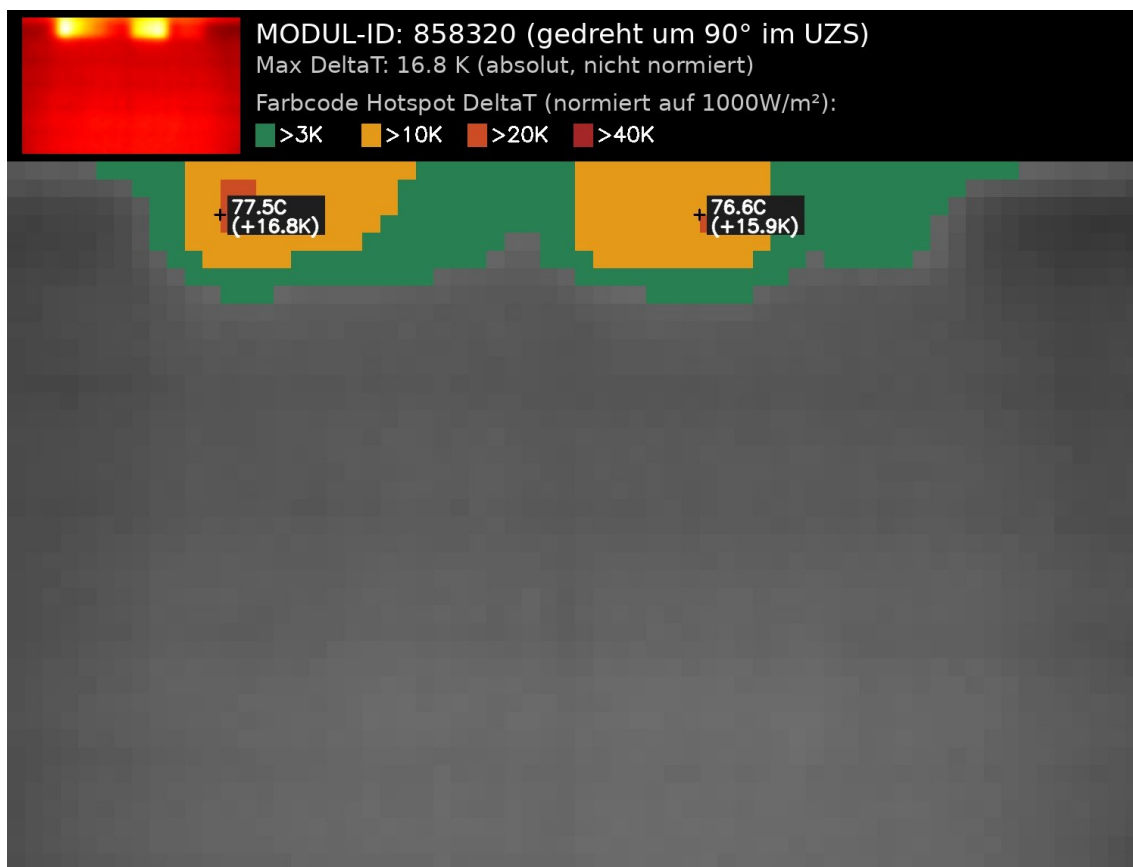


Normalbild im sichtbaren Spektrum

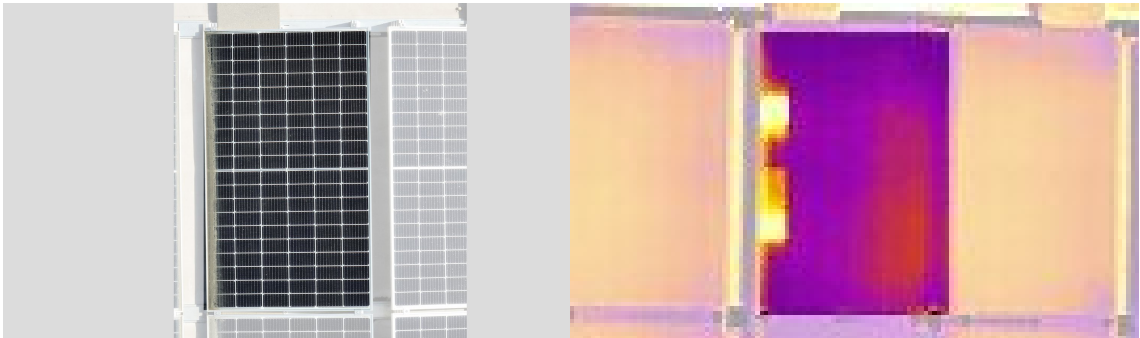
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	62.34
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	77.46
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	15.1
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	7 4 2 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	75.9/100
Bewertung	DEFEKT
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154653_0062_T.JPG 2026-05-26 15:46:53+02:00, Pixelauflösung: 24.7mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.44m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858320**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

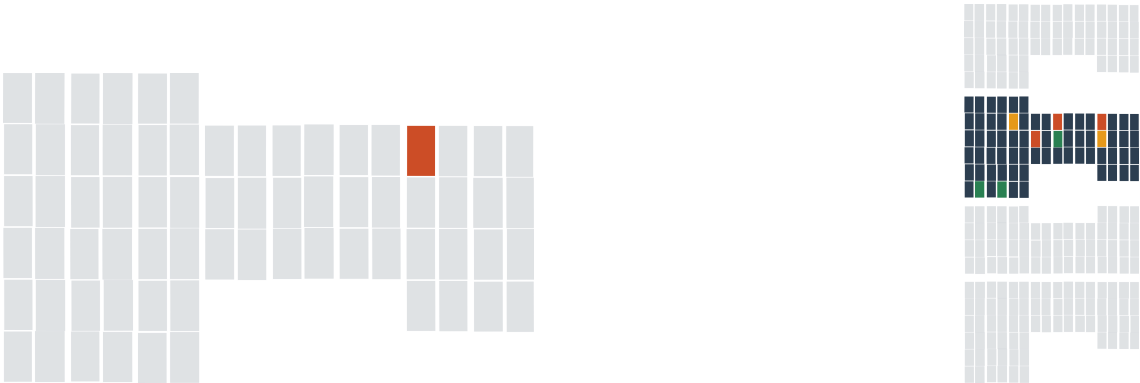
Modul ID: 858249

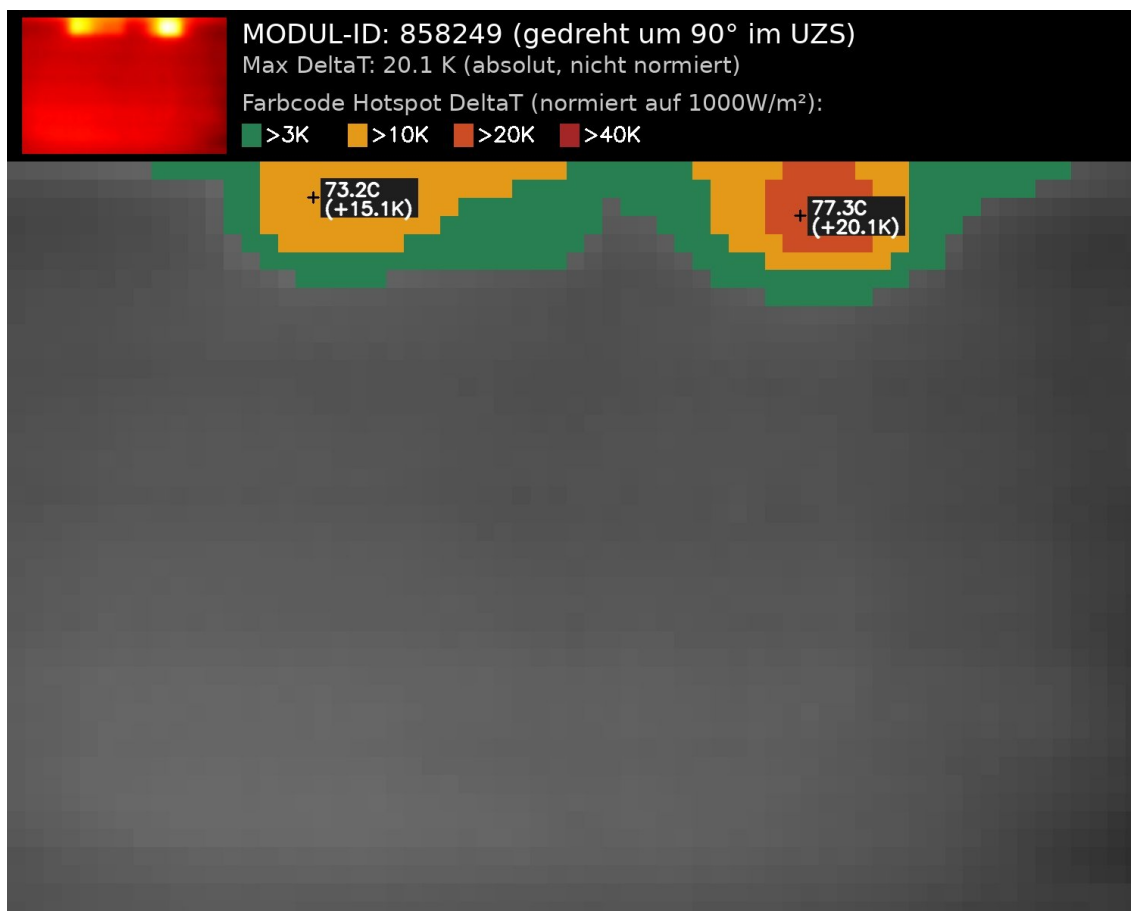


Normalbild im sichtbaren Spektrum

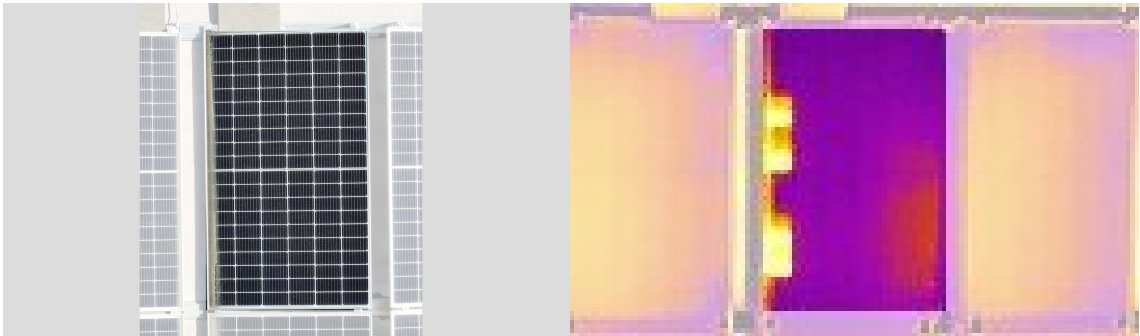
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	59.19
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	77.25
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	18.1
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	7 5 1 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	77.9/100
Bewertung	DEFEKT
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154606_0027_T.JPG 2026-05-26 15:46:06+02:00, Pixelauflösung: 24.3mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 21.11m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858249**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

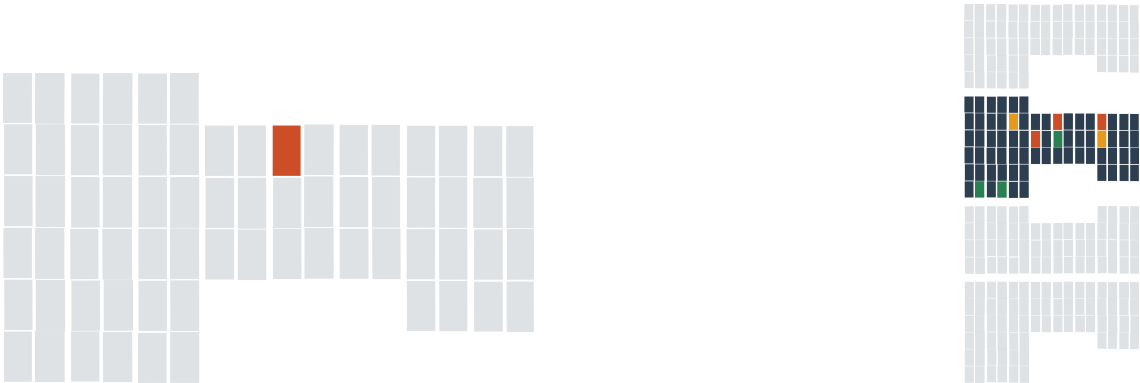
Modul ID: 858316



Normalbild im sichtbaren Spektrum

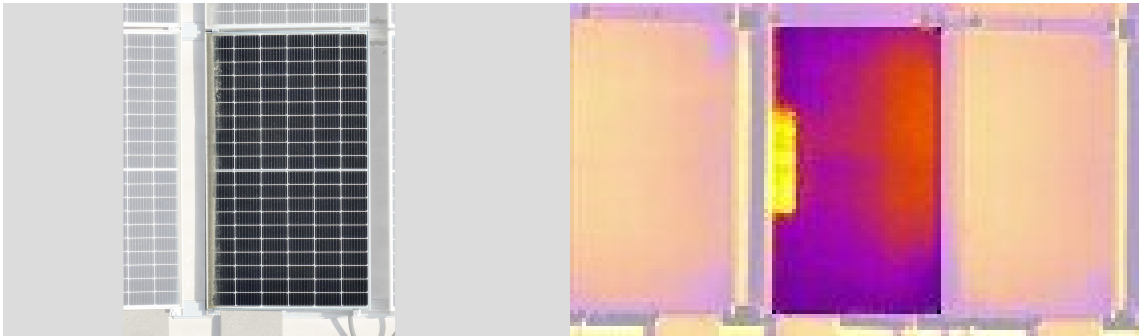
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	59.52
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	76.23
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	16.7
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	7 6 1 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	81.3/100
Bewertung	DEFEKT
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154635_0049_T.JPG 2026-05-26 15:46:35+02:00, Pixelauflösung: 25.3mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.86m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858316**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

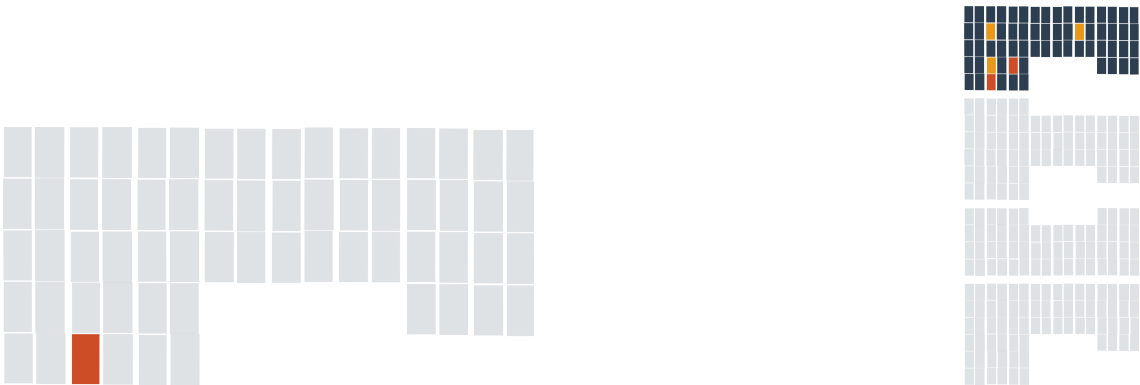
Modul ID: 858324



Normalbild im sichtbaren Spektrum

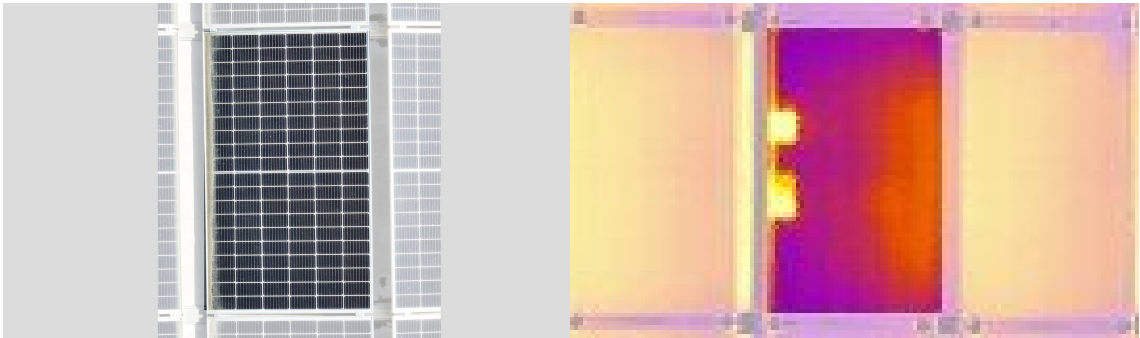
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.01
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	77.25
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	16.2
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	4 3 3 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	84.5/100
Bewertung	DEFEKT
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154726_0087_T.JPG 2026-05-26 15:47:26+02:00, Pixelauflösung: 24.6mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.31m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858324**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

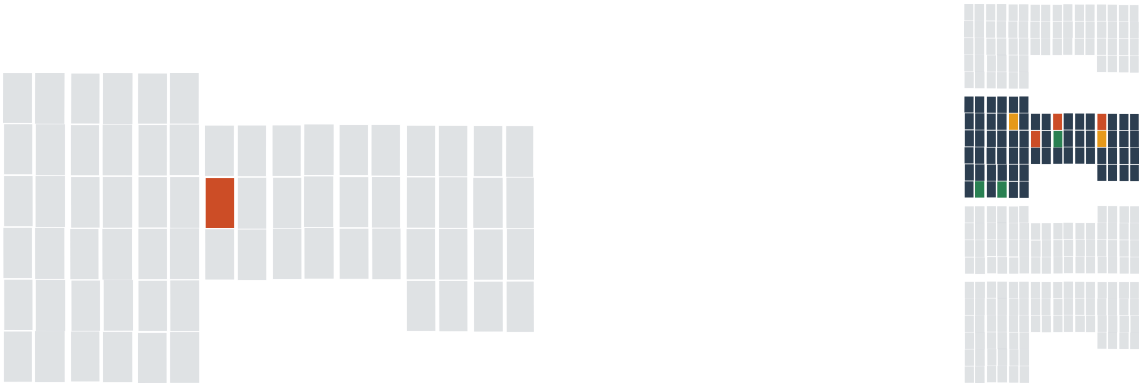
Modul ID: 858247



Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.01
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	76.36
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	15.4
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	5 4 1 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	88.6/100
Bewertung	DEFEKT
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154634_0048_T.JPG 2026-05-26 15:46:34+02:00, Pixelauflösung: 25.8mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.74m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

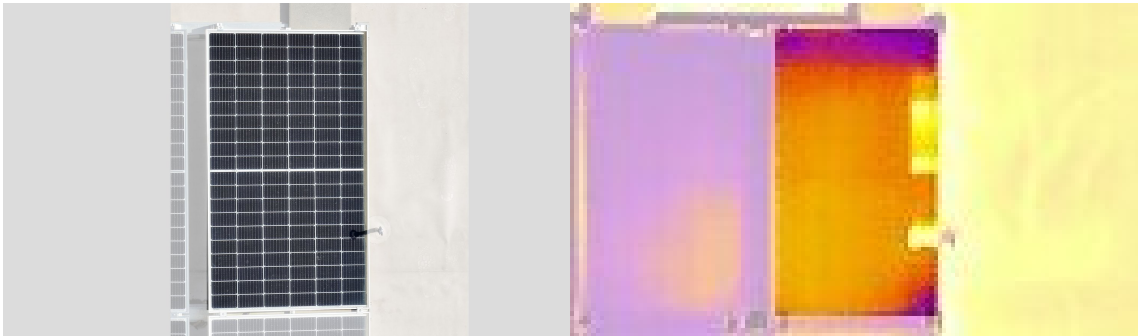


Modul ID:858247

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



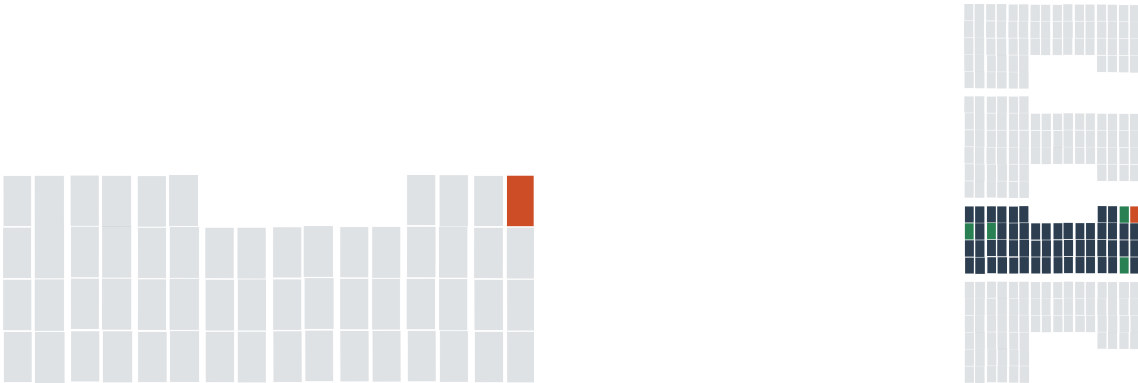
Modul ID: 858421

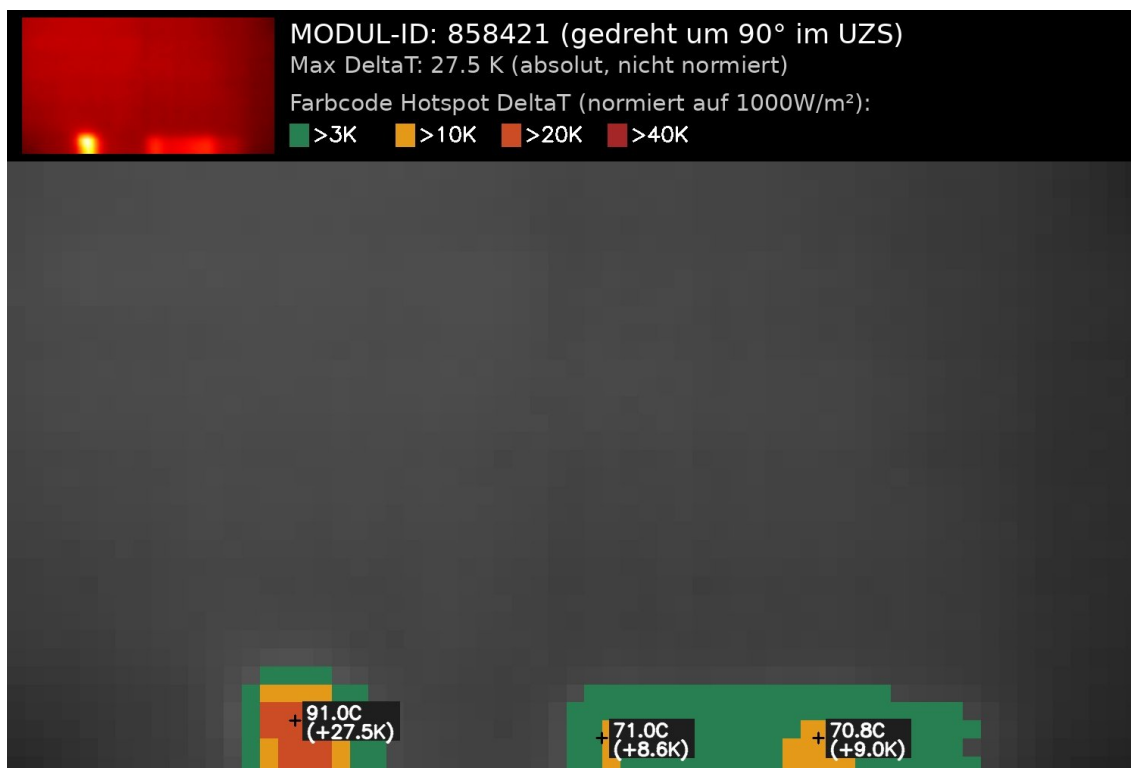


Normalbild im sichtbaren Spektrum

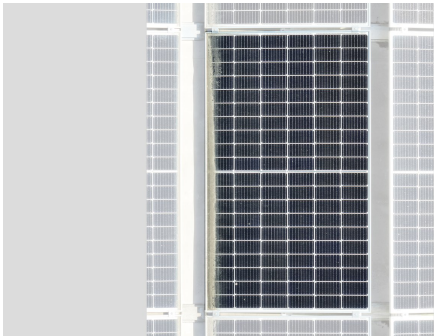
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	63.67
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	90.99
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	27.3
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	6 3 1 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	88.9/100
Bewertung	DEFEKT
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154542_0009_T.JPG 2026-05-26 15:45:42+02:00, Pixelauflösung: 26.3mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 21.46m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

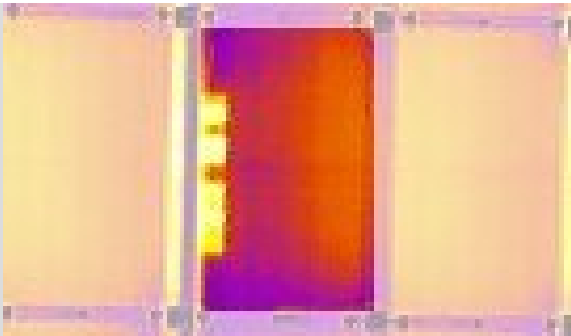


Modul ID:858421**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

Modul ID: 858240

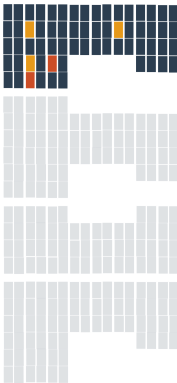
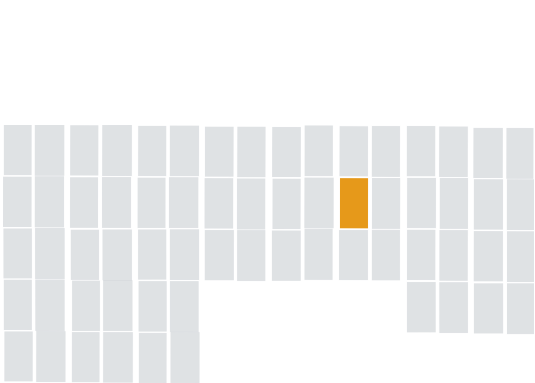


Normalbild im sichtbaren Spektrum



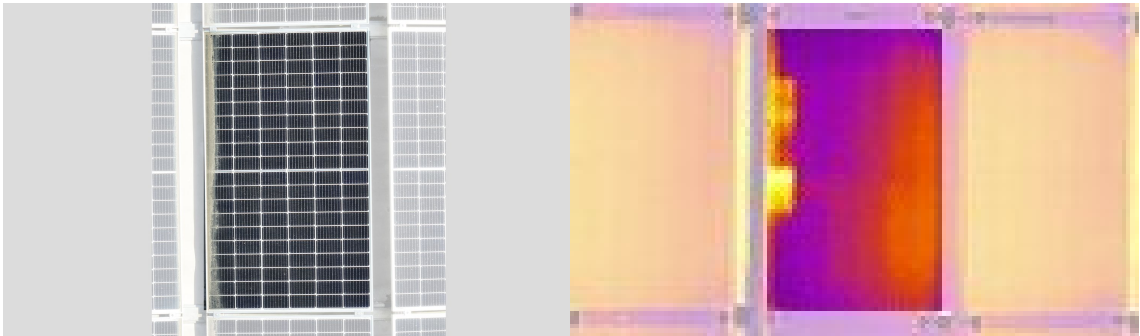
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	60.18
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	73.66
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	13.5
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	6 6 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	74.0/100
Bewertung	WARNUNG
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154602_0024_T.JPG 2026-05-26 15:46:02+02:00, Pixelauflösung: 25.7mm, Fluggeschwindigkeit: 2.3m/s, Abstand: 20.89m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858240**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

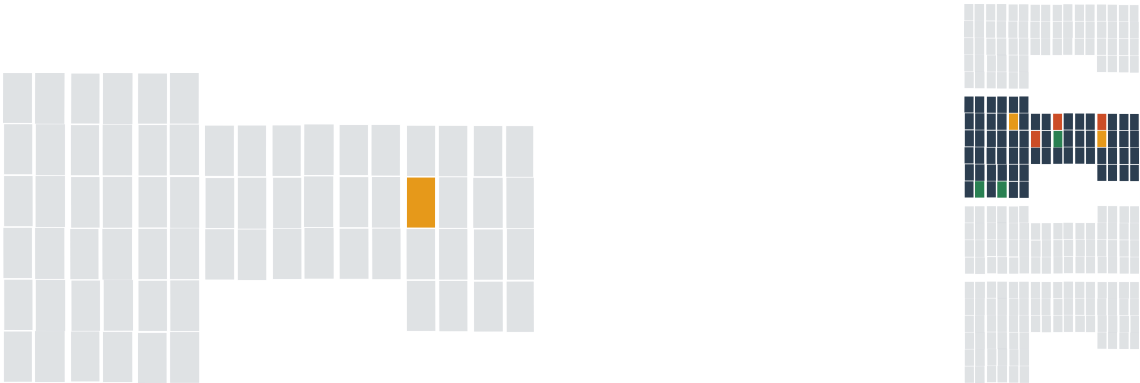
Modul ID: 858219



Normalbild im sichtbaren Spektrum

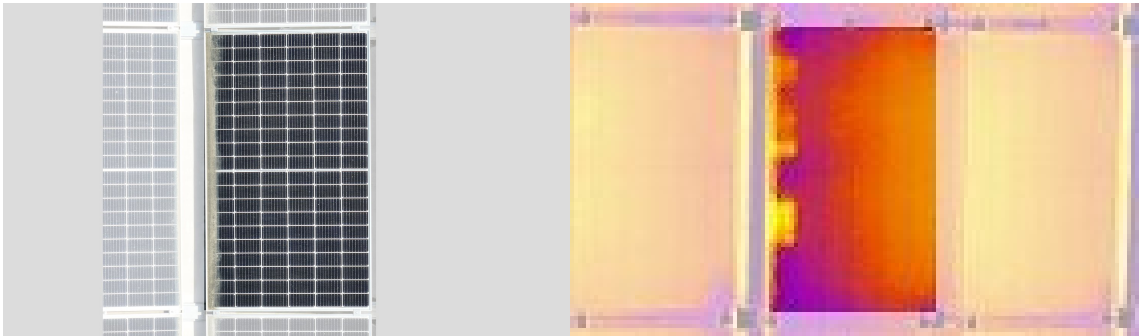
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	60.18
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	70.61
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	10.4
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	6 4 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	85.2/100
Bewertung	WARNUNG
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154606_0027_T.JPG 2026-05-26 15:46:06+02:00, Pixelauflösung: 25.7mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 21.15m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858219**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

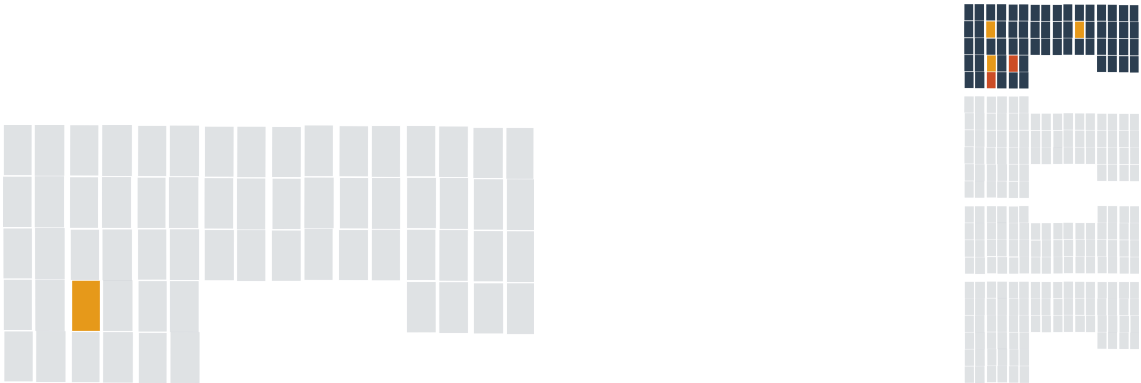
Modul ID: 858321



Normalbild im sichtbaren Spektrum

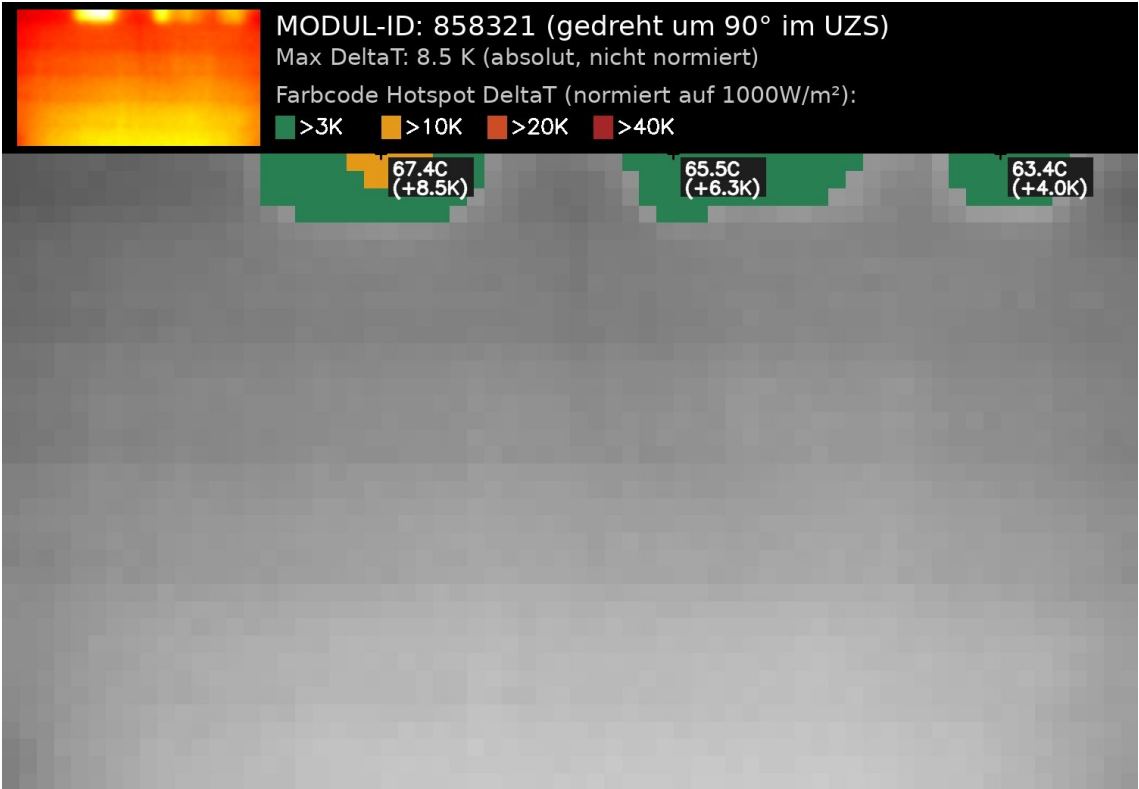
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.59
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	67.43
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	5.8
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	4 1 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	96.6/100
Bewertung	WARNUNG
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154728_0088_T.JPG 2026-05-26 15:47:28+02:00, Pixelauflösung: 25.0mm, Fluggeschwindigkeit: 2.5m/s, Abstand: 20.36m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

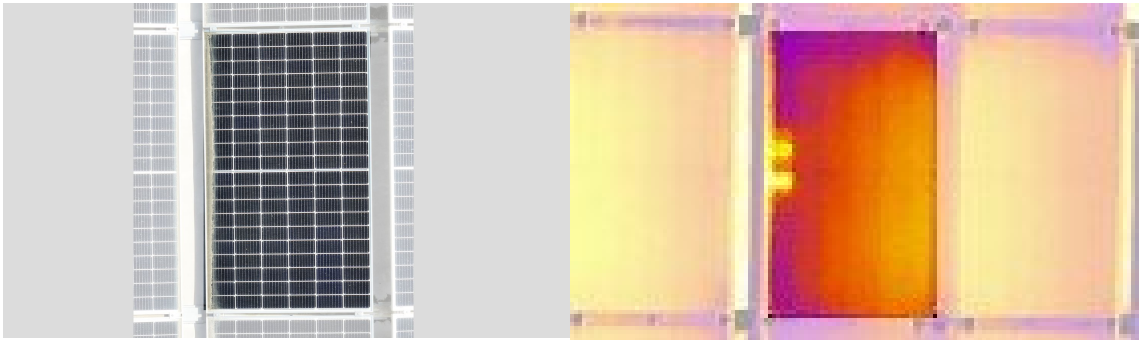


Modul ID:858321

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



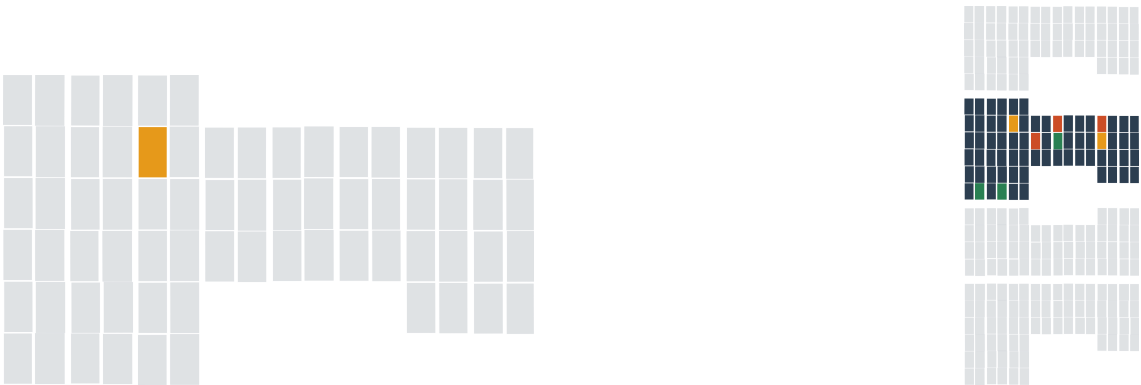
Modul ID: 858317



Normalbild im sichtbaren Spektrum

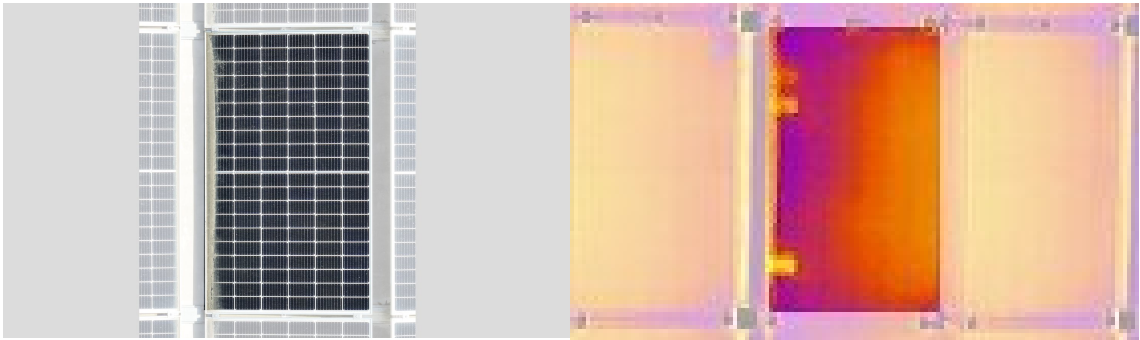
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.26
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	68.35
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	7.1
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	3 1 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	97.5/100
Bewertung	WARNUNG
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154656_0064_T.JPG 2026-05-26 15:46:56+02:00, Pixelauflösung: 24.8mm, Fluggeschwindigkeit: 2.5m/s, Abstand: 20.52m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858317**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

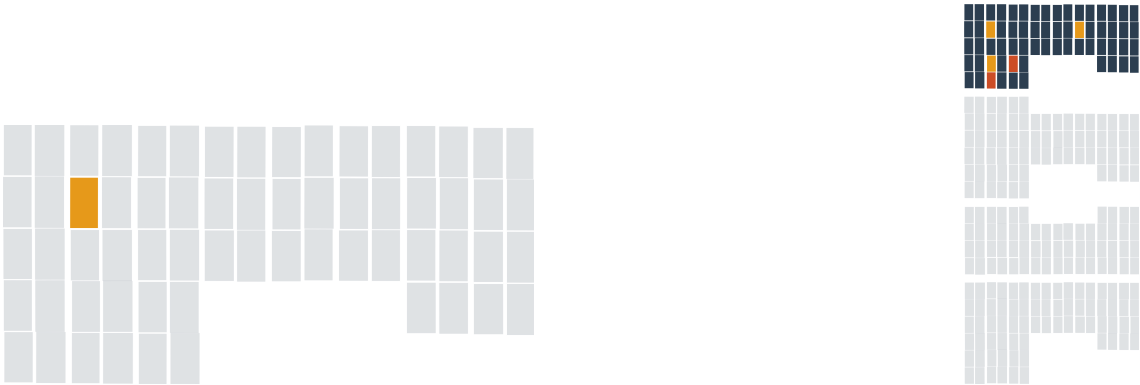
Modul ID: 858412



Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.26
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	67.35
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	6.1
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	3 1 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	98.4/100
Bewertung	WARNUNG
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154729_0089_T.JPG 2026-05-26 15:47:29+02:00, Pixelauflösung: 25.1mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.41m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

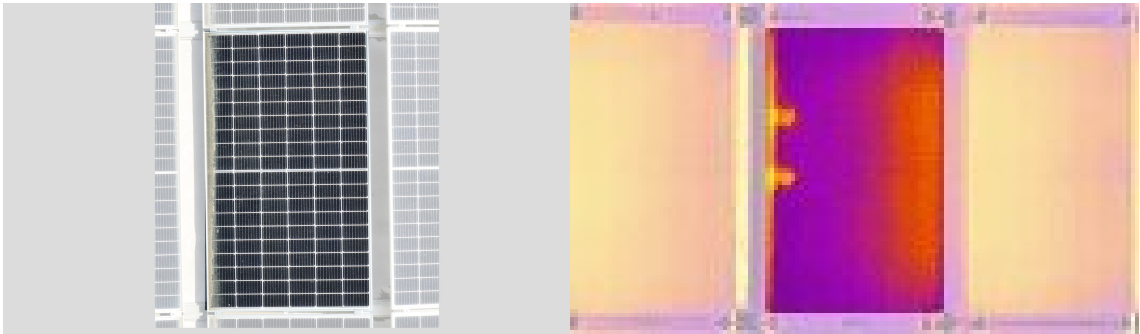


Modul ID:858412

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



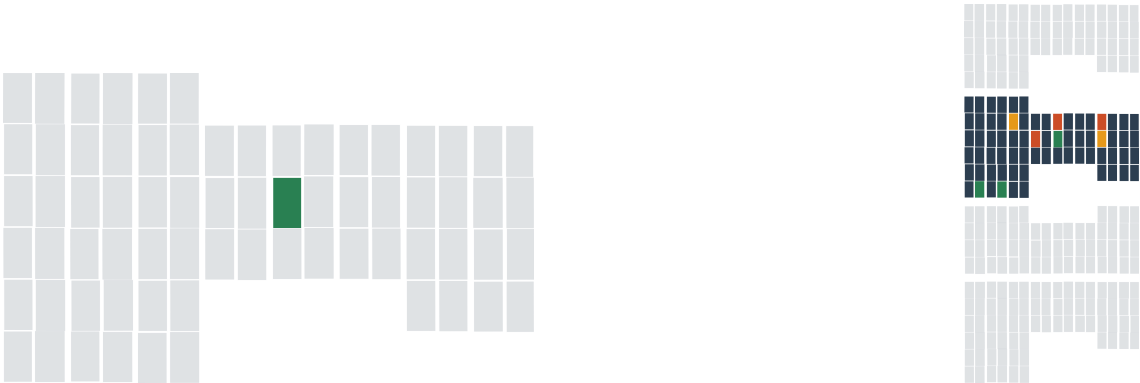
Modul ID: 858336



Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	60.18
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	64.67
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	4.5
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	4 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	98.8/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154634_0048_T.JPG 2026-05-26 15:46:34+02:00, Pixelauflösung: 25.8mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.84m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

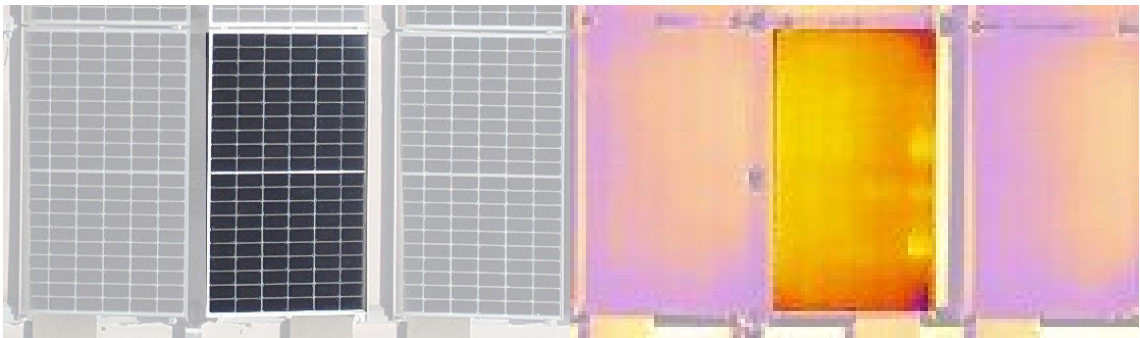


Modul ID:858336

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



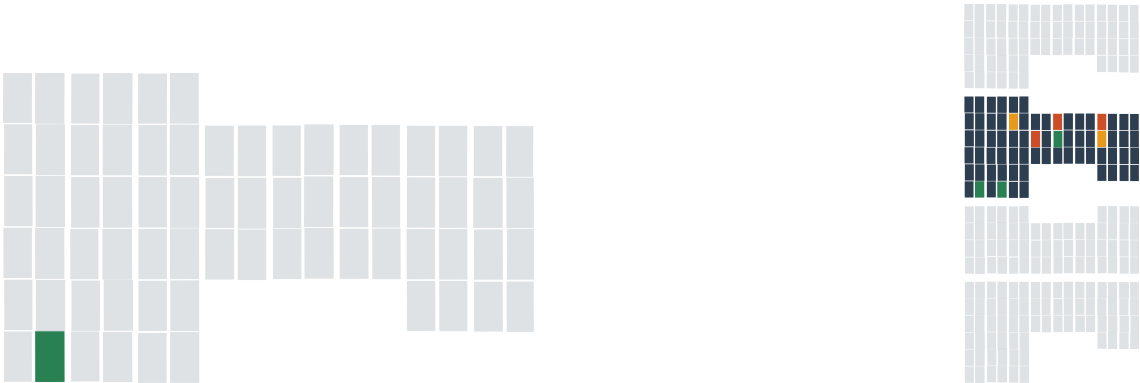
Modul ID: 858347



Normalbild im sichtbaren Spektrum

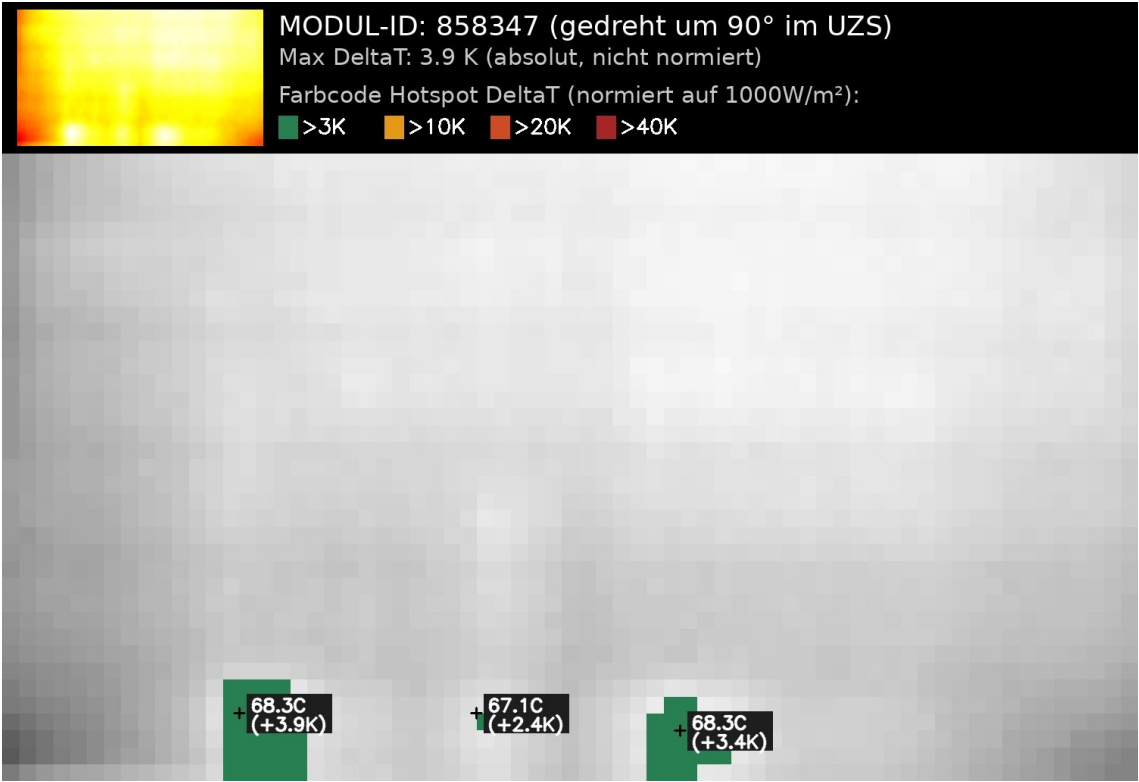
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	66.18
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	68.35
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.2
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	3 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	99.2/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154722_0084_T.JPG 2026-05-26 15:47:22+02:00, Pixelauflösung: 25.8mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.26m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858347

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



Modul ID: 858378



Normalbild im sichtbaren Spektrum

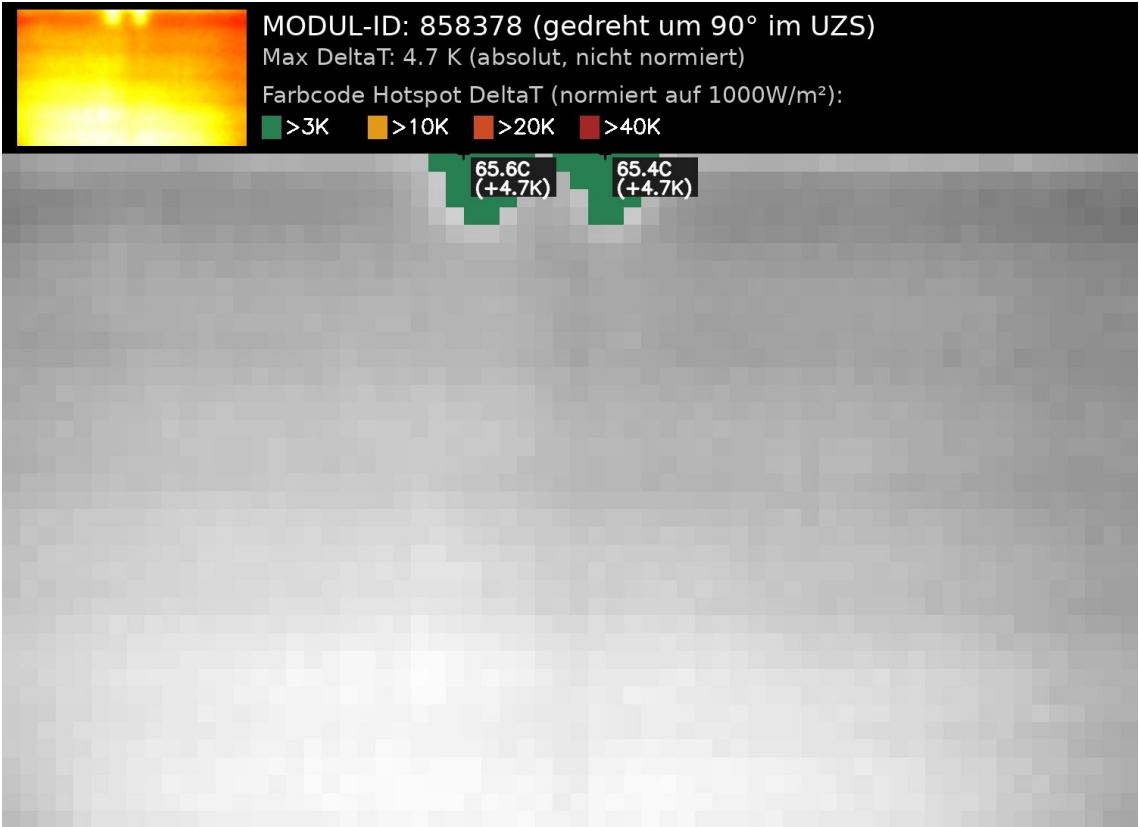
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	62.76
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	65.59
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.8
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	2 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	99.5/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154704_0070_T.JPG 2026-05-26 15:47:04+02:00, Pixelauflösung: 25.1mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.45m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

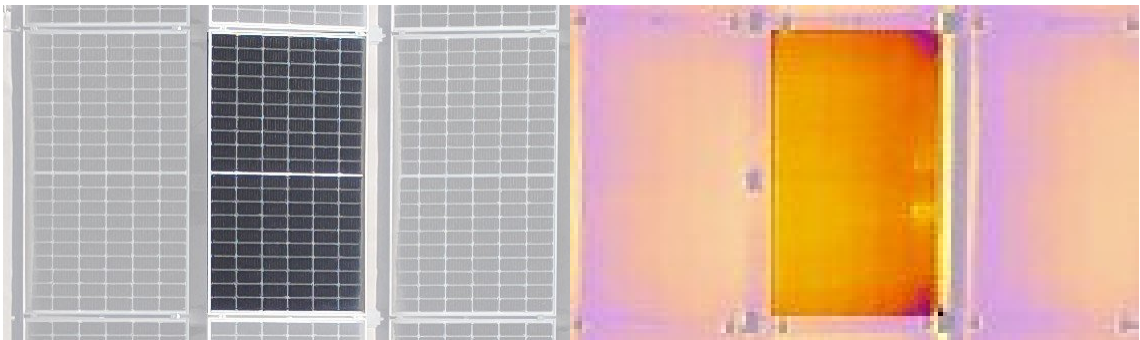


Modul ID:858378

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



Modul ID: 858375

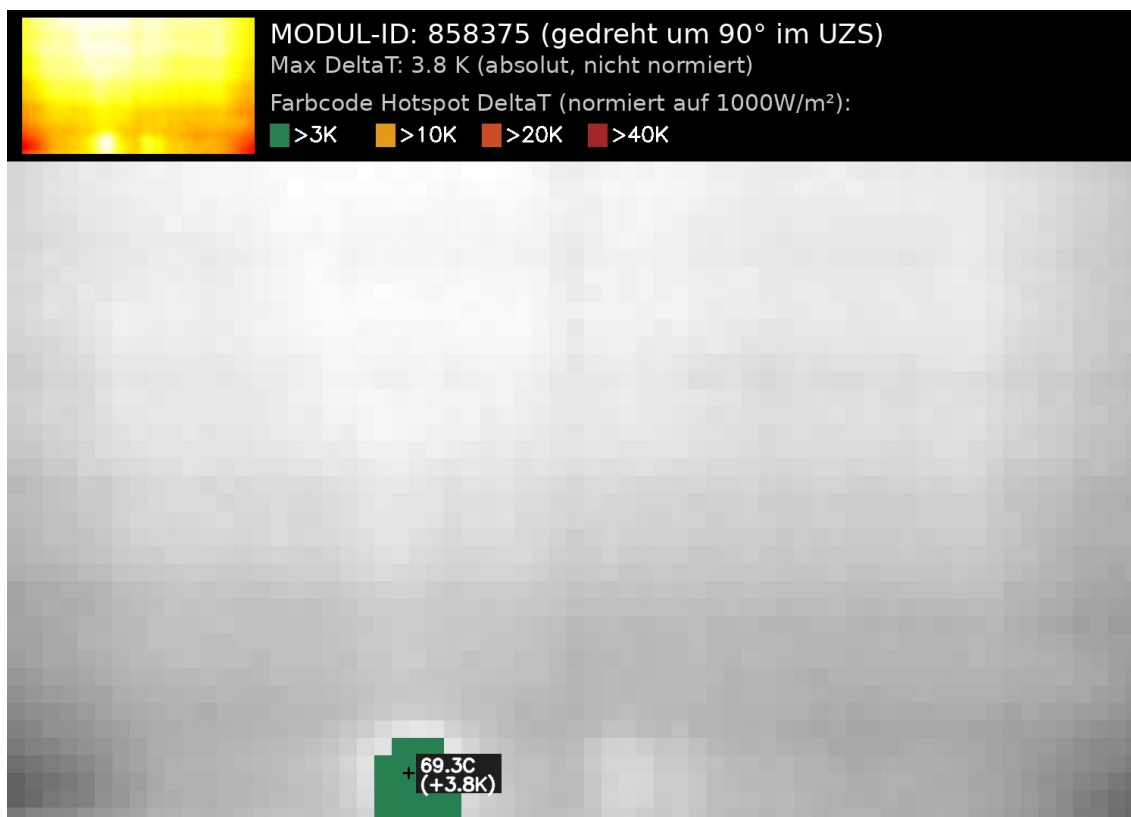


Normalbild im sichtbaren Spektrum

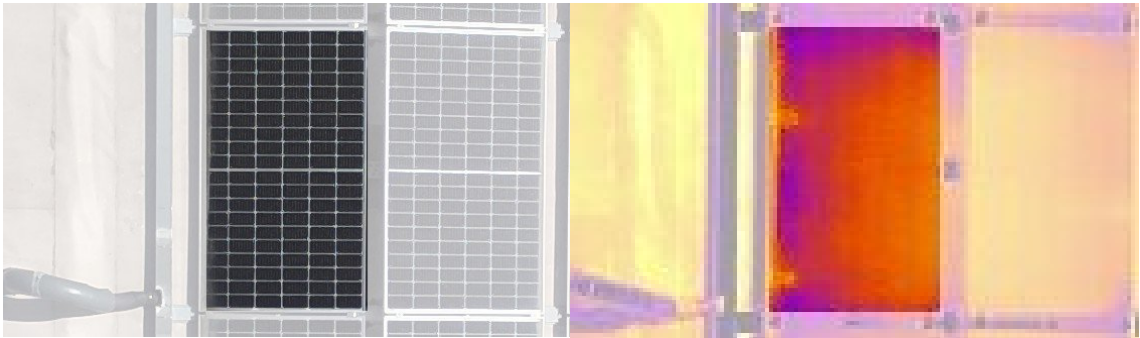
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	67.1
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	69.26
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.2
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	1 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	99.6/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154717_0080_T.JPG 2026-05-26 15:47:17+02:00, Pixelauflösung: 25.6mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.19m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858375**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

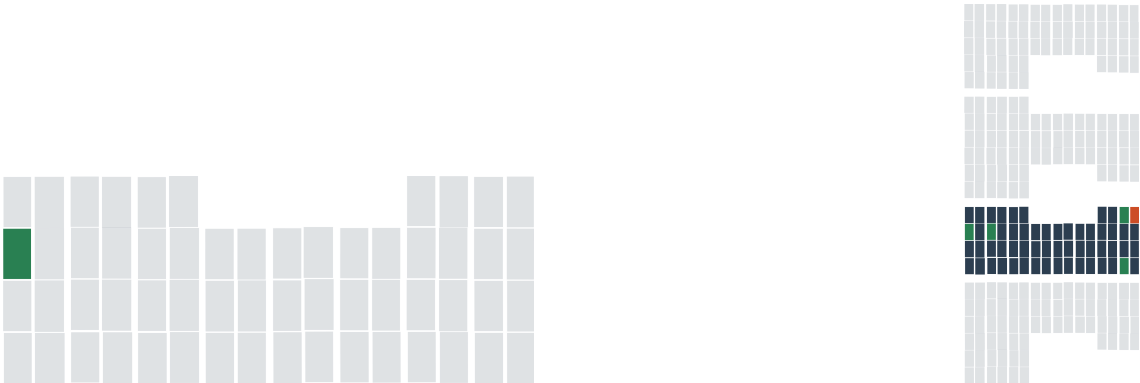
Modul ID: 858351



Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	62.51
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	65.18
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.7
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	1 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	99.7/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154719_0082_T.JPG 2026-05-26 15:47:19+02:00, Pixelauflösung: 24.7mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.04m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	

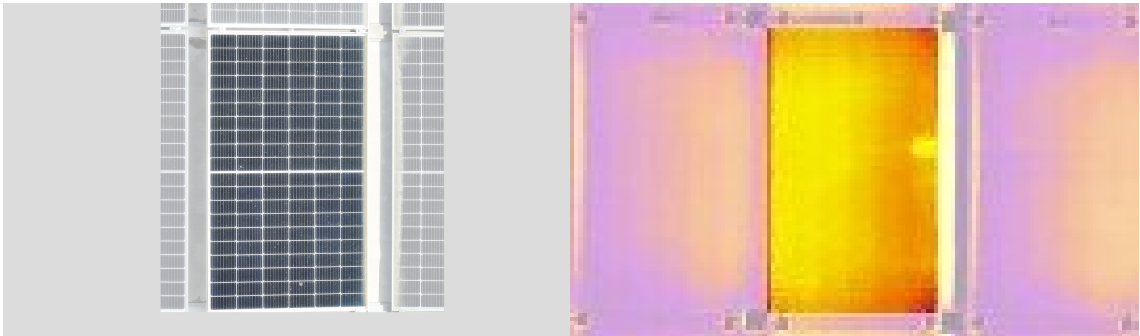


Modul ID:858351

Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung



Modul ID: 858291



Normalbild im sichtbaren Spektrum

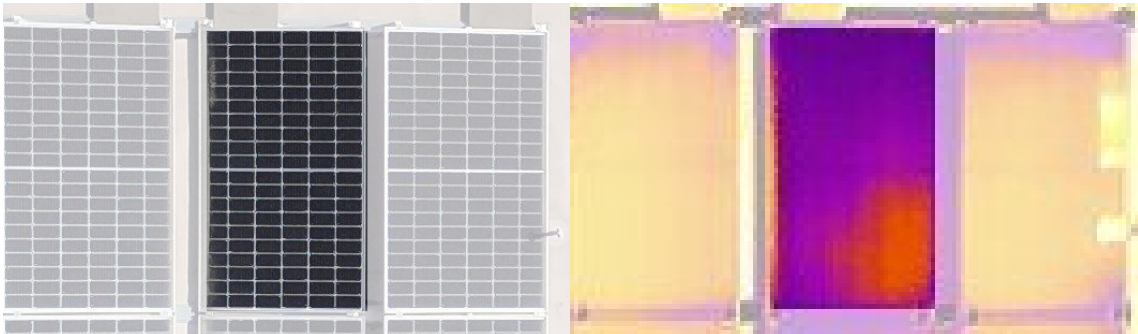
Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	67.1
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	69.43
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.3
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	1 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	99.7/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154627_0043_T.JPG 2026-05-26 15:46:27+02:00, Pixelauflösung: 25.5mm, Fluggeschwindigkeit: 2.5m/s, Abstand: 20.71m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID:858291**Darstellung der detaillierten thermografischen Auswertung**

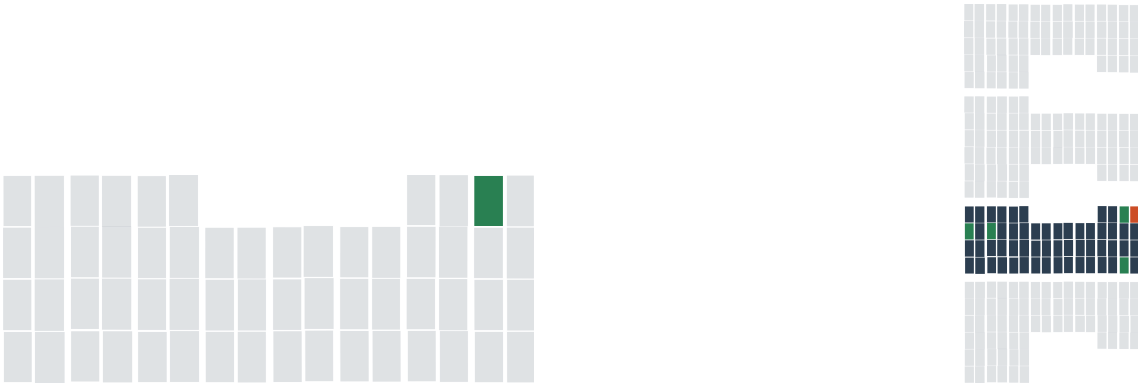
Modul ID: 858259



Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	59.6
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	62.09
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.5
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	0 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	100.0/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Unbekannt
DJI_20260526154542_0009_T.JPG 2026-05-26 15:45:42+02:00, Pixelauflösung: 26.6mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 21.44m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Modul ID: 858300



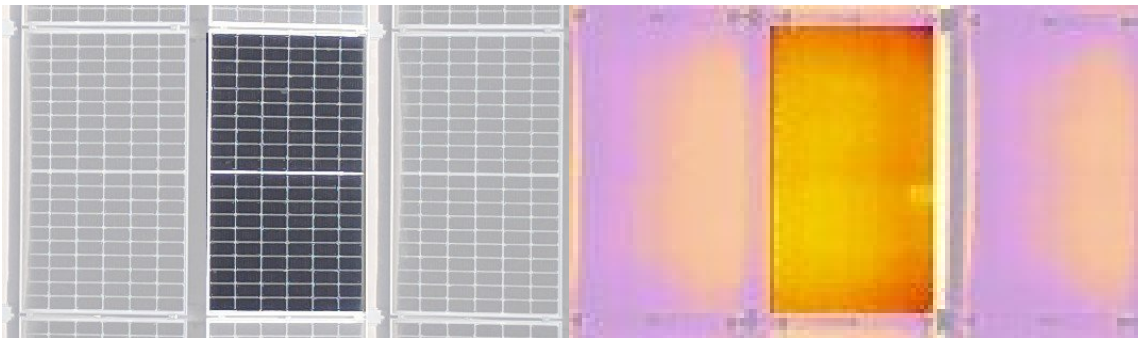
Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.43
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	64.67
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	3.2
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	0 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	100.0/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154540_0007_T.JPG 2026-05-26 15:45:40+02:00, Pixelauflösung: 25.7mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 21.38m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



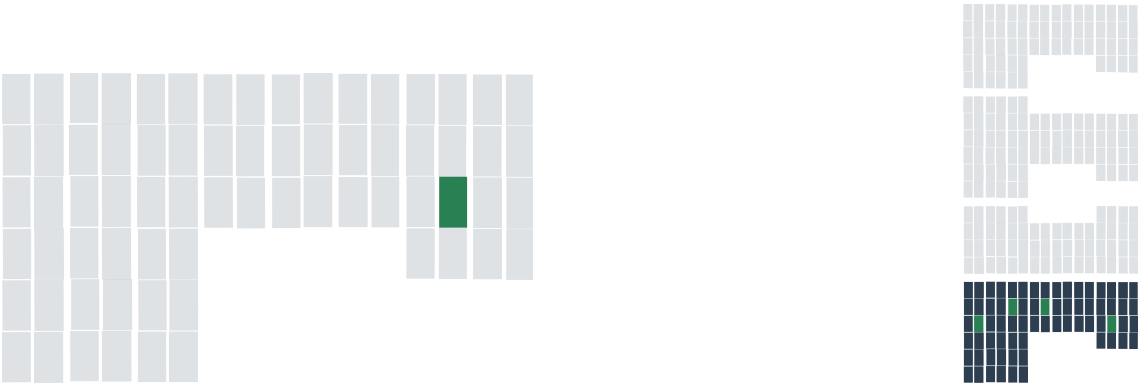
Modul ID: 858193



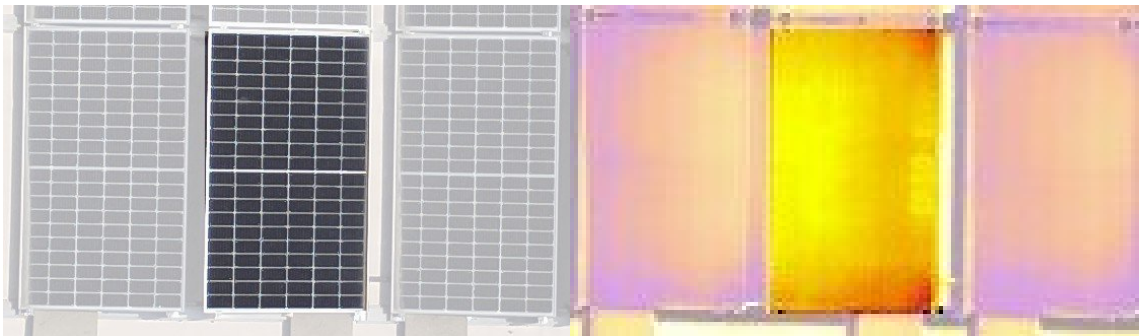
Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	67.26
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	68.93
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	1.7
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	0 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	100.0/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154614_0033_T.JPG 2026-05-26 15:46:14+02:00, Pixelauflösung: 26.8mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 21.21m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



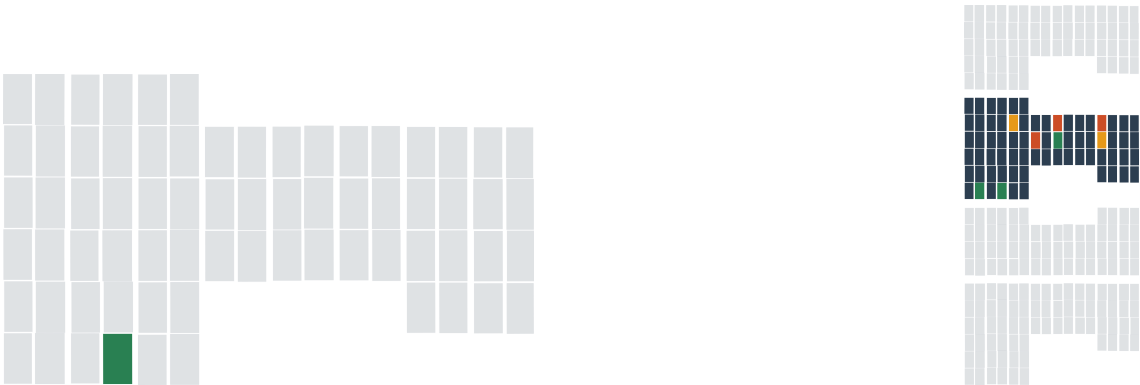
Modul ID: 858348



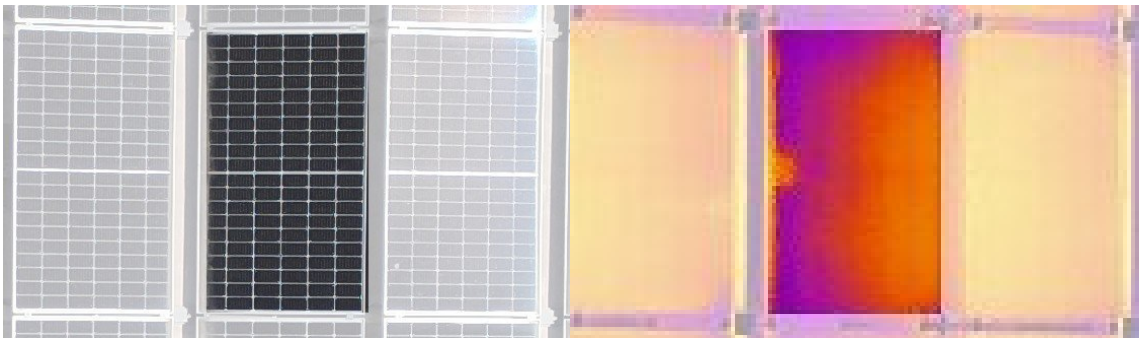
Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	66.85
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	69.01
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.2
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	0 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	100.0/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154658_0066_T.JPG 2026-05-26 15:46:58+02:00, Pixelauflösung: 25.0mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.46m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



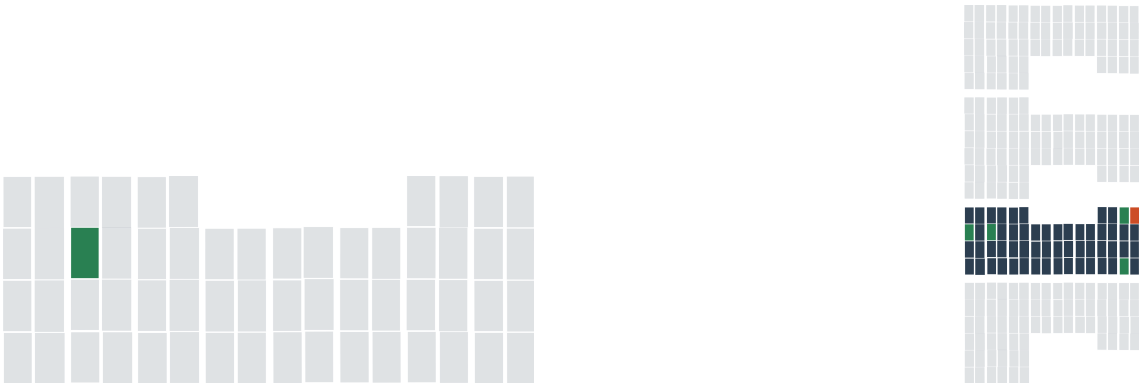
Modul ID: 858350



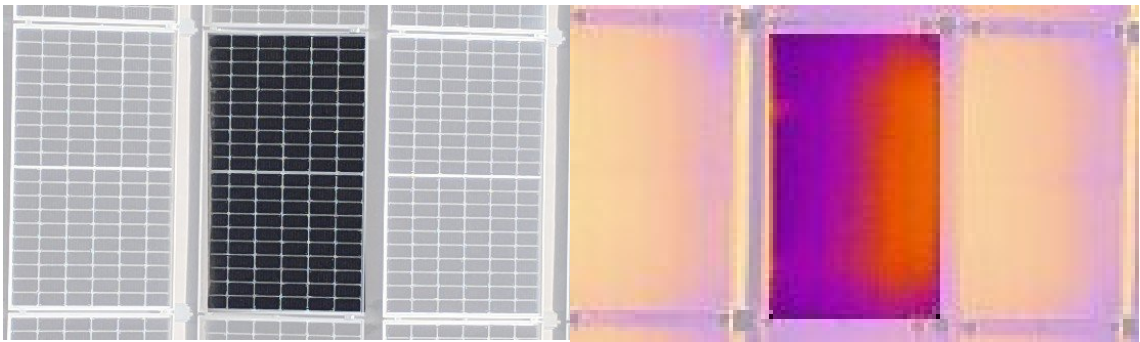
Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	62.18
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	65.01
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	2.8
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	0 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	100.0/100
Bewertung	BEOBACHTEN
Mögliche Grundursachen	Verschmutzung oder Bewuchs
DJI_20260526154719_0082_T.JPG 2026-05-26 15:47:19+02:00, Pixelauflösung: 25.2mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.34m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



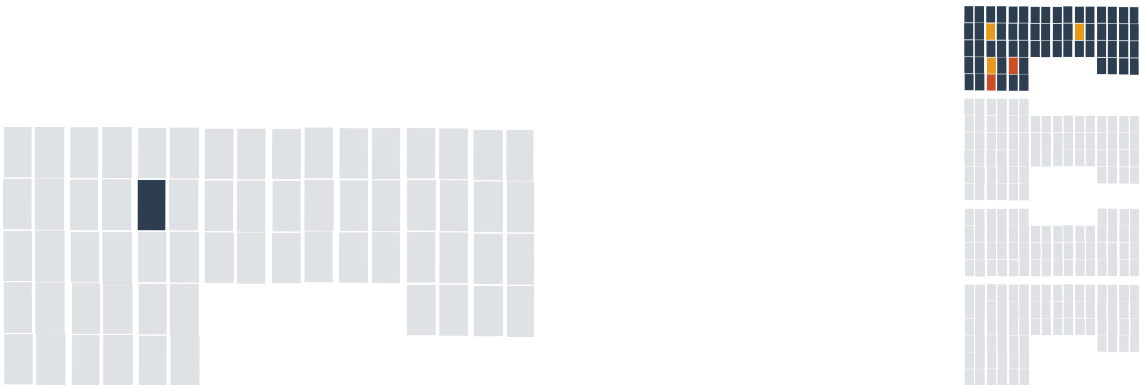
Modul ID: 858331



Normalbild im sichtbaren Spektrum

Radiometrische Thermografieaufnahme

Metrik	Wert
GPS Koordinate	48° 52' 21.83" N 9° 20' 55.12" E
Mittlere Temperatur (T_median) [°C]	61.18
Maximale Temperatur (T_max) [°C]	64.42
Max. Temperaturdifferenz zum Median (ΔT_max) [K]	3.2
Anzahl der Hotspots mit ΔT > 3K 10K 20K 40K	0 0 0 0
PID-Verdachtsindex	0/100
Anzahl Bypassfehler	0
Gesamtzustandsindex (Health Index)	100.0/100
Bewertung	NORMAL
Mögliche Grundursachen	n/a
DJI_20260526154652_0061_T.JPG 2026-05-26 15:46:52+02:00, Pixelauflösung: 25.1mm, Fluggeschwindigkeit: 2.4m/s, Abstand: 20.45m, G: 850W/m² Hinweis: das Originalbild kann je nach Flugrichtung der Drohne um 180° gedreht sein gegenüber den Bildern auf dieser Seite.	



Erläuterung der Begriffe und Metriken

Begriff / Metrik	Erklärung
Health Index (0–100)	Der Health Index beschreibt den geschätzten Leistungszustand eines PV-Moduls in Prozent. Grundlage ist eine thermografisch basierte Abschätzung potenzieller Zell- bzw. Teilstringverluste (z.B. durch Hotspots oder Bypass-Diodenfehler). 100 entspricht einem thermisch unauffälligen Modul, reduzierte Werte deuten auf wahrscheinliche Leistungsdegradation hin.
$\Delta T_{\max}$	$\Delta T_{\max}$ beschreibt die maximale Temperaturabweichung nach oben im Vergleich zur mittleren Temperatur (Median) des Moduls. Diese Metrik ist ein Maß dafür wie stark ein Modul ungleich thermisch belastet wird.
Hotspot ΔT	Das ΔT pro Hotspot beschreibt die maximale Temperaturdifferenz eines erwärmten Bereichs innerhalb eines Moduls im Vergleich zu den umliegenden Referenzbereichen. Lokale Übertemperaturen (Hotspots) können auf Zellschäden, Kontaktierungsprobleme oder erhöhte Serienwiderstände hinweisen und führen abhängig von ihrer Ausprägung zu einer teilweisen Leistungsreduktion. Bei dieser Metrik werden die ΔT Werte normiert auf die Nenneinstrahlung von 1000W/m^2 mit Exponent $x=1.5$
PID (Potential Induced Degradation)	PID bezeichnet eine spannungsinduzierte Degradation von Solarzellen, die zu flächigen oder substrukturartigen Erwärmungsmustern führen kann. Sie entsteht durch Leckströme zwischen Zellmaterial und Rahmen bzw. Erdpotential und kann erhebliche Leistungsverluste verursachen.
Bypassdioden-Fehler	Ein Defekt einer Bypassdiode führt typischerweise zum Ausfall eines Modul-Teilstrings (meist ca. ein Drittel der Modulleistung bei 3 Dioden). Thermografisch zeigt sich dies durch deutlich erhöhte Temperaturbereiche oder inaktive Zellzonen mit charakteristischem Muster.
Hotspot-Verlustabschätzung	Die Leistungsabschätzung bei Hotspots erfolgt zellbasiert. Das Modul wird virtuell in Zellsegmente unterteilt; abhängig von der gemessenen Temperaturdifferenz wird eine anteilige Leistungsreduktion pro betroffener Zelle modelliert. Höhere ΔT -Werte führen zu einer stärkeren Gewichtung des Leistungsverlustes.
Schätzung der Leistungsdegradation (Gesamtanlage)	Die Abschätzung der Anlagen-Gesamtdegradation erfolgt über eine Monte-Carlo-Simulation, welche Modulzustände, erkannte Fehlerklassen sowie mögliche Stringkonfigurationen probabilistisch berücksichtigt. Das Ergebnis stellt eine statistisch fundierte Näherung der wahrscheinlichen Gesamtleistungsreduktion dar, jedoch keine elektrische Ersatzmessung der Anlage.

Hinweis: Alle Kennwerte basieren auf zerstörungsfreier thermografischer Analyse zum Zeitpunkt der Befliegung unter den vorherrschenden Betriebs- und Umweltbedingungen.

Normative Grundlagen, Methodik und Haftungshinweise

Die durchgeführte Thermografie-Inspektion der Photovoltaikanlage erfolgte unter Berücksichtigung der technischen Richtlinie **DIN IEC/TS 62446-3 (VDE V 0126-23-3):2018-04** „Photovoltaik(PV)-Systeme – Anforderungen an Prüfung, Dokumentation und Instandhaltung – Teil 3: Photovoltaische Module und Betriebsanlagen – Infrarot-Thermografie im Freien“. Die Aufnahmeparameter (u.a. Emissionsgrad, reflektierte Umgebungstemperatur, Einstrahlungsbedingungen, Betrachtungswinkel und Umgebungsbedingungen) wurden entsprechend den anerkannten Regeln der Technik gewählt und dokumentiert.

Die Datenerfassung erfolgte mittels unbemannter Luftfahrtsysteme (UAS) mit radiometrischer Infrarotkamera. Die Auswertung der Bilddaten wurde softwaregestützt unter Einsatz automatisierter Bildverarbeitung, KI-basierter Objekterkennung (u.a. Segmentierungs- und Klassifikationsmodelle) sowie photogrammetrischer 3D-Rekonstruktion durchgeführt. Hierbei wurden Modulflächen segmentiert und thermografische Kennwerte auf Pixelebene (u.a. T_{median} , ΔT_{max} , Hotspot-Detektion und Klassifizierung nach Temperaturdifferenzklassen) ermittelt. Zur kontinuierlichen Verbesserung der Auswertesoftware können in Einzelfällen anonymisierte Einzelbilder aus Inspektionen in den Trainingsdatensatz übernommen werden.

Die dargestellten thermischen Auffälligkeiten stellen eine zum Zeitpunkt der Messung gültige Zustandsbewertung unter den herrschenden Betriebs- und Umweltbedingungen dar. Thermische Anomalien können betriebs-, last- oder einstrahlungsabhängig variieren. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage relativer Temperaturdifferenzen innerhalb einzelner Module sowie im Vergleich zu Referenzbereichen gleicher String- oder Modulausrichtung.

Eine vollständige elektrotechnische Bewertung der Photovoltaikanlage, insbesondere eine quantitative Bestimmung der tatsächlichen Anlagenleistung oder des Jahresertrags, ist nicht Bestandteil dieser Untersuchung. Es wurden keine Kennlinienmessungen (I-V), Isolationsmessungen, Stringstrommessungen oder netzanalytischen Prüfungen durchgeführt, sofern diese nicht ausdrücklich separat beauftragt wurden. Mangels detaillierter Schaltpläne, Verschaltungsinformationen oder historischer Betriebsdaten erfolgt keine verbindliche Aussage zur elektrischen Gesamtperformance der Anlage.

Dieser Bericht stellt eine sachverständige technische Zustandsanalyse auf Basis zerstörungsfreier thermografischer Prüfverfahren dar. Eine rechtliche Bewertung im Sinne eines Sachmangels, einer Garantie- oder Gewährleistungsfrage obliegt ausschließlich dem Hersteller, Installateur oder einem hierzu befugten Gutachter. Aus den dargestellten thermischen Befunden können keine unmittelbaren Ansprüche auf Leistungszusagen oder Mindererträge abgeleitet werden. Eine Haftung für Folgeschäden oder Ertragsausfälle wird im Rahmen der gesetzlichen Zulässigkeit ausgeschlossen.

Die durchgeführte Inspektion liefert eine fundierte und normorientierte Aussage zum thermischen Gesundheitszustand der Photovoltaikanlage und stellt eine belastbare Entscheidungsgrundlage für Wartung, Instandhaltung und Garantieabwicklungen dar.

Wolfram Liese

Dipl.-Ing. Elektrotechnik und Informationstechnik
TÜV Rheinland zertifizierter PV Service Techniker
dronalise, Buchenstr. 26, 71409 Schwaikheim
info@dronalise.com