

FLUG-LEITFADEN · THERMOGRAFIE-INSPEKTION

PV-THERMOGRAFIE-INSPEKTION *FLUGANLEITUNG*

Anleitung zur Drohnenbefliegung für die thermografische Auswertung mit **DJI Mavic 3T**, **Matrice 4T(D)** und **Matrice 30T**.

Damit unsere KI jedes Modul zuverlässig auswerten und in ein maßhaltiges 3D-Modell einrechnen kann, müssen die Aufnahmen einige einfache Vorgaben erfüllen. Dieser Leitfaden fasst alles zusammen, was du vor und während des Flugs beachten solltest – mit Skizzen zu den wichtigsten Flugmanövern auf den Folgeseiten.



15–25 m
FLUGHÖHE Ü. MODUL



≤ 3 m/s
FLUGGESCHWINDIGKEIT



60–70 %
ÜBERLAPPUNG (EMPF.)



> 600 W/m²
EINSTRahlung



März–Okt
INSPEKTIONSZEITRAUM

1 DATENERFASSUNG Flugparameter

Höhe, Tempo und Bildüberlappung bestimmen, wie scharf und lückenlos die Anlage erfasst wird. Halte dich an folgende Werte:

FLUGHÖHE ÜBER DEN MODULEN

DROHNE	IR-BRENNWEITE	EMPFOHLENE FLUGHÖHE
DJI Mavic 3T	40 mm	ca. 15–20 m
DJI Matrice 30T	40 mm	ca. 15–20 m
DJI Matrice 4T(D)	52 mm	ca. 15–25 m

FLUGGESCHWINDIGKEIT

Maximal 3 m/s. Langsamer fliegen liefert schärfere Thermografien und verhindert Bewegungsunschärfe der IR-Sensoren.

BILDÜBERLAPPUNG

- In Flugrichtung: **min. 50 %**, empfohlen 60–70 %
- Seitlich (Side-lap): **min. 20 %**

Flugausrichtung & Manöver

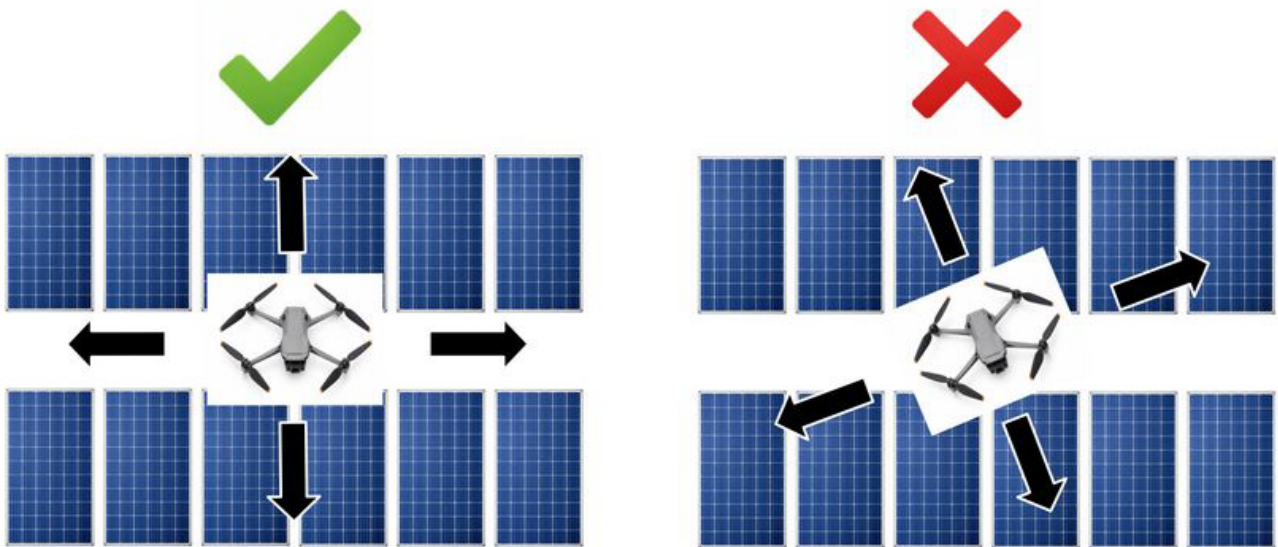
Aufnahmen über den Modulen müssen **stets exakt längs oder quer** zu den Modulreihen ausgerichtet sein – niemals schräg. Je nach Gimbal-Winkel gelten unterschiedliche Regeln.

NADIR-Flug (Gimbal-Pitch -90°)

Senkrechter Blick von oben. Die Flugrichtung darf wahlweise **quer oder längs** zu den Modulreihen verlaufen.

NADIR-FLUG (gimbal-pitch -90°)

quer oder längs zu den Modulen, nicht schräg



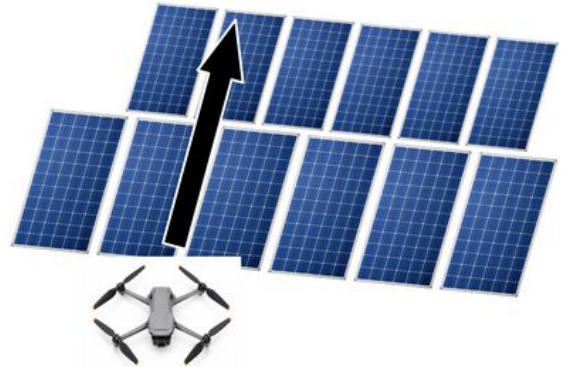
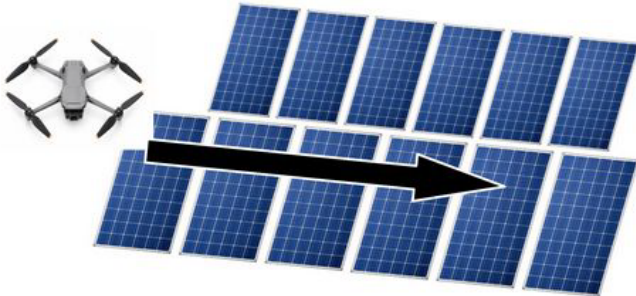
Richtig: Bahnen exakt längs oder quer zu den Modulen. Falsch: schräg über die Modulfelder.

Oblique-Flug (Gimbal-Pitch $> -90^\circ$)

Schräger Blick auf die Module. Hier muss die Flugrichtung **zwingend längs** zu den Modulreihen erfolgen – nicht quer.

OBLIQUE-FLUG (gimbal-pitch $> -90^\circ$)

entlang der Modulreihen, nicht quer



Beim schrägen Blickwinkel immer entlang der Modulreihen fliegen.

Wendemanöver

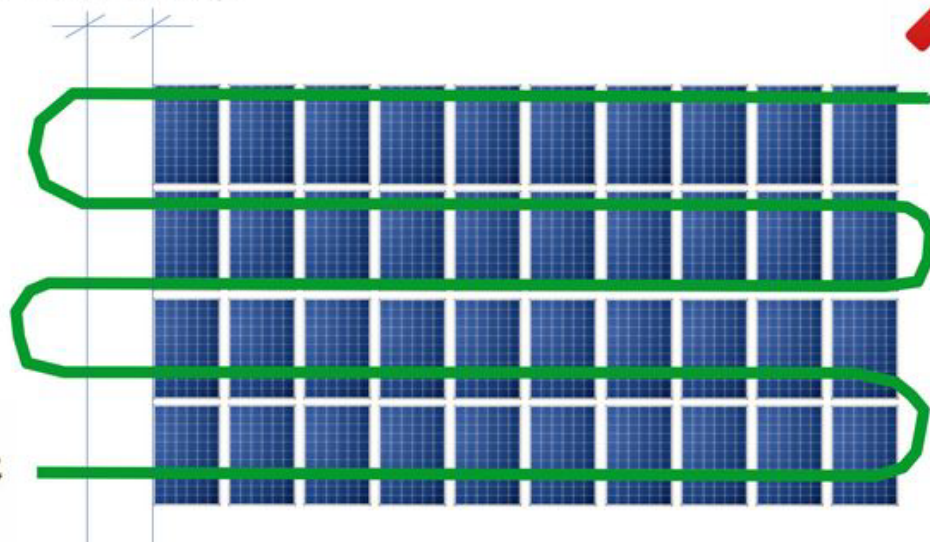
Bei Flügen mit Blickrichtung in Flugrichtung (dynamischer Yaw) müssen Wendemanöver **außerhalb der Modulfelder** stattfinden. So bleibt die Drohne über den Modulen immer sauber ausgerichtet.

WENDEMANÖVER

bei Gebietsroutenflug: außerhalb der Modulflächen



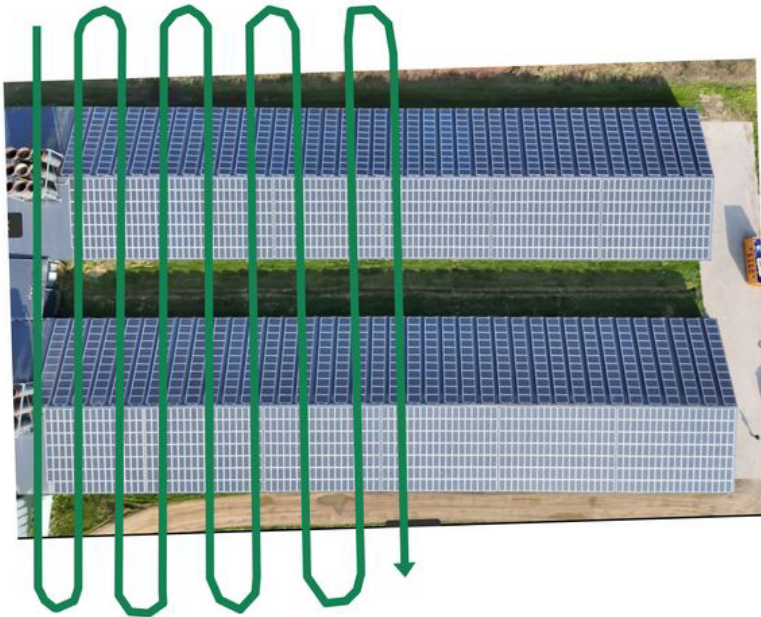
min. 1x overlap



Drehungen weit außerhalb der Modulflächen ansetzen; über den Modulen mindestens eine Bahn überlappen.

Zwei bewährte Flugstrategien

Option 1: NADIR Gebietsrouten-Flug (gimbal-pitch -90°)
 zusätzlich Einzelaufnahmen wie Übersichtsbilder, auf denen man die Stringfehler
 gut sieht, oder auch Nahaufnahmen von Modulen.



Oder alternativ die Bahnen links-
 rechts statt oben-unten, das ist
 egal. Hauptsache ausgerichtet an
 den Modulen und nicht schräg.
 Und wichtig: die Wendemanöver
 so weit draußen, dass die
 Drehung nicht über den Modulen
 stattfindet.

Option 1 – NADIR-Gebietsroutenflug (-90°). Bahnen oben-unten oder links-rechts, immer an den Modulen
 ausgerichtet; Wendemanöver weit außerhalb.

Option 2: Jedes Dach mit festem gimbal pitch passend zur Dachschräge
 (senkrechter Blick auf die Module) und festem Yaw (Drohne schaut immer in die
 gleiche Richtung), schön parallel entlang der Module
 Wie bei Option 1 mit beliebigen Zusatzbildern.



Option 2 – fester Gimbal-Pitch je Dachschräge, fester Yaw. Senkrechter Blick auf die Module, parallel entlang der
 Reihen – einmal drüber oder als Gebietsroutenflug in mehreren Bahnen.



ZUSÄTZLICHE AUFNAHMEN

Unabhängig vom Gebietsroutenflug kannst du zusätzlich einzelne Nahaufnahmen von Modulen
 oder Überblicksbilder (z. B. von Stringfehlern) machen. Sie werden automatisch in das 3D-
 Modell eingerechnet und verbessern die Detailtiefe der Gesamtauswertung.

Erforderliche Metadaten & Umgebung

Für die Auswertung brauchen wir einige Angaben zur Anlage und zu den Aufnahmebedingungen. Bitte fülle dazu das Projektformular aus (Name, Adresse, Nennleistung, Einstrahlung, Temperatur usw.).



Immer: ein Überblicksfoto

Mindestens ein Foto, auf dem die **gesamte Anlage** zu sehen ist. Optional zusätzlich als IR-Bild, wenn machbar.



Einstrahlung > 600 W/m²

Per **Pyranometer** messen oder grob abschätzen über de.tutiempo.net/sonnenstrahlung.

INSPEKTIONSZEITRAUM



Fliege nur zwischen März und Oktober

Im Winterhalbjahr steht die Sonne in Mitteleuropa zu flach und die Einstrahlung ist zu gering, um die 600 W/m² sicher zu erreichen. Wähle einen klaren Tag um die Mittagszeit.

GUT ZU WISSEN

Praxis-Hinweise

Nahaufnahmen von Modulen

Nahaufnahmen einzelner Module verbessern die Qualität der Auswertung und werden automatisch in den Bericht aufgenommen – als sichtbare und/oder IR-Bilder. Wichtig: Das Modul muss **zentral und vollständig im Bild** sichtbar sein, mit etwas Umgebung drumherum.



Modul zentriert, vollständig, mit etwas Rand – hoch- oder querformatig.

WICHTIGE EINSTELLUNG

Bei der Gebietsrouten-/ Missionsplanung **70 % Überlappung auf beiden Achsen** einstellen.



Beispiel einer Gebietsroutenplanung im Missionsplaner: Bahnen sauber an den Modulreihen ausgerichtet, Bildabstand für die gewünschte Überlappung gesetzt.



DACHANLAGEN MIT UNTERSCHIEDLICHEN AUSRICHTUNGEN

Hat ein Objekt mehrere Dachflächen mit unterschiedlicher Neigung oder Ausrichtung, fliege jede Fläche einzeln nach **Option 2** ab: fester Gimbal-Pitch passend zur jeweiligen Dachschräge (senkrechter Blick auf die Module) und fester Yaw, schön parallel entlang der Modulreihen. Zusatzbilder wie bei Option 1 jederzeit möglich.

VOR DEM ABHEBEN

Kurz-Checkliste

- ✓ Klarer Tag, März–Oktober, um die Mittagszeit
- ✓ Einstrahlung > 600 W/m² geprüft
- ✓ Flughöhe & Überlappung im Missionsplaner gesetzt
- ✓ Tempo ≤ 3 m/s, Bahnen längs/quer ausgerichtet
- ✓ Wendemanöver außerhalb der Modulfelder geplant
- ✓ Überblicksfoto + Projektformular bereit