

PV-Inspektion: vom Wärmebild zum Arbeitsauftrag

Für PV-Betrieb und Instandhaltung: Befunde einem Modul zuordnen, fachlich prüfen und mit Bildnachweis übergeben. Ein Pilotvorschlag für Deutschland, noch kein lieferfähiges Produktangebot.

Entscheidung und deutsche Referenz

Fraunhofer ISE beschreibt Thermografie, Elektrolumineszenz und Feldmessungen als Methoden der PV-Qualitätssicherung. Daraus folgt keine Partnerschaft und kein Wirksamkeitsnachweis unseres Systems. Unsere technische Arbeitshypothese: Der Engpass liegt häufig zwischen auffälligem Bild, korrekter Modul-ID und prüfbarem Wartungsauftrag. Das muss der Betreiber bestätigen.

Pilotablauf und Liefergegenstände

1. Anlagenplan, Modul-IDs und bestehende Prüfberichte aufnehmen. 2. Betreiber legt Zugang und geeignete Aufnahmebedingungen fest. 3. RGB-, radiometrische Wärmebilder und GNSS-/Zeitprotokolle erfassen. 4. Befunde mit Anlagenplan verknüpfen. 5. Fachperson prüft auch unauffällige Vergleichsbereiche. 6. Befundliste, Originalbilder, Unsicherheiten und Arbeitsaufträge übergeben. Ein heißer Bildbereich beweist allein keinen elektrischen Defekt.

Wo RTK hilft und wo nicht

RTK unterstützt die räumliche Zuordnung; es ersetzt weder radiometrische Kalibrierung noch die Zuordnung zur tatsächlichen Modulgeometrie. Belichtungsereignis, Kamerapose, Hebelarm und Raumbezug müssen zusammenpassen. Einstrahlung, Wind, Reflexion, Abschattung und Lastzustand dokumentieren; Grenzwerte mit der prüfenden Fachperson festlegen. Netz-RTK, eigene Basis oder PPK werden anhand Netzabdeckung, Rohdaten und geforderter Ergebniszeit gewählt.

A / B und Verantwortliche

A: CiRC als Kandidat für eine vollständig nachzuweisende Fluggerät-Konfiguration anfragen. B: Sensor-, Positionierungs-, Kommunikations- und Auswertungspaket in eine vorhandene Plattform integrieren, erst nach Schnittstellenprüfung. LOCOSYS, HiDES und AVerMedia/AAEON sind Kandidaten, keine bestätigte Stückliste. Anlagenbetreiber definiert Abnahme; Integrator verantwortet vereinbarte Schnittstellen; Flugbetreiber verantwortet Einsatz; Elektrofachperson bewertet den Befund. Einkauf und Budgetfreigabe sind als Rollenannahme zu bestätigen.

RFQ: diese Angaben ermöglichen die Prüfung

Bundesland, Anlagenfläche und Modulzahl, Dach/Freifläche, Anlagenplan und ID-Schema, vorhandene Drohne/Firmware, Wärmebildkamera und Rohformat, Netzabdeckung, Zielbericht und heutiger Personalaufwand. Keine Zugangsdaten oder sensiblen Anlagenpläne in öffentliche Links schreiben. Für die erste Anfrage genügt eine freigegebene PDF-Zusammenfassung.

Quellen: S14, S16, S18, S19, S20, S21

Katastrophenerkundung: ein prüfbares Lagebild

Für Lageführung und Geodaten-Teams: aktuelle Beobachtungen, Datenlücken und Unsicherheit gemeinsam übergeben. Einstieg mit einer geplanten Übung, nicht mit einem ungetesteten System im Einsatz.

Historische Evidenz und heutige Fragestellung

DLR berichtet über die Ahrtal-Übung vom 29. Oktober 2022: Drohnen- und Satellitendaten wurden vor Ort ausgewertet und in Lagebilder integriert; alternative Kommunikationswege bei Mobilfunkausfall wurden untersucht. Das ist ein historischer Forschungsnachweis, keine aktuelle Leistungszusage unserer Plattform. Unser Pilot prüft die Zeit bis zur ersten fachlich freigegebenen Karte für einen begrenzten Straßen- oder Anlagenbereich.

Vom Auftrag zur verwendbaren Karte

1. Einsatzleitung priorisiert Gebiet und Informationsbedarf. 2. Betreiber koordiniert Luftraum, Zugänge und Erfassung. 3. Bilder und Rohdaten lokal sichern. 4. Vorläufige Übersicht mit Aufnahmezeit und Lücken erstellen. 5. Geodaten-Team prüft Raumbezug und unabhängige Kontrollpunkte. 6. Beobachtungen, Unsicherheit und offene Prüfung an die Lageführung übergeben. Ein Bildbefund allein bestätigt weder Tragfähigkeit noch sichere Befahrbarkeit einer Brücke.

Offline zuerst, Korrekturen getrennt betrachten

Mobilfunk, NTRIP und Bildübertragung können getrennt ausfallen. Korrekturausfall ist nicht automatisch C2-Ausfall. Bei fehlenden Korrekturen Zustand und Datenalter protokollieren; nur nach freigegebenem Betriebskonzept weiterarbeiten oder abbrechen. PPK benötigt geeignete Rover- und Referenzrohdaten und liefert keine sofortige Korrektur für die Flugregelung. Für abgeschattete Bereiche keine feste GNSS-Genauigkeit versprechen.

A / B und Lieferverantwortung

A: GEOSAT für Vermessung und Datenprodukte anfragen; CiRC als Fluggerät-/Missionssystem-Kandidat prüfen. B: Positionierung, Bildaufnahme, lokale Speicherung und Datenübergabe als abgegrenztes Paket. Funk und Edge-Rechner nur nach Leistungs-, Gewichts- und Schnittstellenprüfung auswählen. Einsatzfreigabe bleibt beim zuständigen Betreiber; ein Integrator ersetzt keine Einsatzleitung. Deutsche Bedarfsträger und Beschaffungsrollen sind noch zu validierende Marktannahmen.

Für eine konkrete Anfrage

Übungsgebiet und Bundesland, priorisierte Entscheidungen, gewünschte Kartenformate, Ziel-CRS und Höhensystem, vorhandene Referenzdaten, Netzverfügbarkeit, bestehende Fluggeräte und Sensoren, zulässige Datenempfänger sowie heutige Zeit bis zur freigegebenen Karte angeben. Exakte sensible Einsatzorte gehören in freigegebene private Unterlagen.

Quellen: S15, S16, S17, S2, S3

Zwei Beschaffungswege: Gesamtsystem oder Kernpaket

Taiwanische Anbieter als Gesprächskandidaten; Herkunft und Eignung werden für die konkrete Konfiguration geprüft.

A: vollständige Konfiguration

Der vereinbarte Ausschluss chinesischer Lieferanteile umfasst die ausdrücklich definierten Ebenen: Fluggerät, Antrieb, Batterie/BMS, Flugsteuerung, Navigation, Funk, Nutzlast, Bodenstation, Firmware und externe Dienste. Herstellerland, Eigentumsverhältnisse und Unterlieferanten sind getrennte Fragen. Benötigt werden Teilenummern, Revisionen, Herkunftsnachweise, Softwareliste und Änderungsfreigabe. Eine pauschale Länderbezeichnung oder Herstellererklärung ersetzt diese Prüfung nicht.

B: kritisches Funktionspaket

Der Vertrag benennt die geprüften Module und ausdrücklich ausgenommene Teile des vorhandenen Fluggeräts. Ein Paket kann Positionierung, Datenfunk, Sensorik, Edge-Verarbeitung und Missionssoftware umfassen. Ein qualifiziertes Paket macht das Gesamtfluggerät nicht automatisch beschaffungsfähig. Flugsteuerung, Nutzlast und Begleitrechner müssen hinsichtlich Stromversorgung, Masse, Zeitbasis, Datenprotokoll und Ausfallverhalten geprüft werden.

Anbieter und belegte Rollen

CiRC: veröffentlichte Inspektions-, Kartierungs- und Katastrophenanwendungen. GEOSAT: dokumentierte UAV-/Geodatendienstleistungen. LOCOSYS: GNSS-/RTK- und Lageprodukte. HiDES: Datenfunk, mit eigener Erklärung zur taiwanischen Lieferkette. AVerMedia D137SM: Drohnen-Carrier-Board. AAEON: eingebettete Rechner für UAV-Anwendungen. Dies sind Auswahlkandidaten; keine gemeinsame Lösung, Partnerschaft oder bestandene Gesamtprüfung ist belegt. Thermalsensor, Antrieb und Batteriepaket bleiben konkrete Beschaffungslücken.

Deutschland und Verantwortungsmatrix

Nicht-chinesische Herkunft ist kein Ersatz für Betriebsfreigabe, Funkzulässigkeit oder die Bedingungen einer konkreten Ausschreibung. US-Begriffe wie NDAA oder Blue UAS nicht als pauschale deutsche Zulassung verwenden. Vor Angebot: Vertragspartner, Integrator, Flugbetreiber, Datenverantwortlicher, Wartung und Gewährleistung benennen. Diese Plattform nimmt derzeit den Bedarf auf; sie bestätigt keine Lieferzusage der genannten Hersteller.

Quellen: S16, S17, S18, S19, S20, S21, S11

Pilotbrief: Datenfluss, Abnahme und Arbeitszeit

Gemeinsame Prüfbasis für PV-Inspektion und Katastrophenerkundung. Alle Grenzwerte werden vor dem Versuch vereinbart.

Lokale Verarbeitung und externe Dienste

An Bord: Sensoraufnahme, Empfänger-/Flugstatus und Zeitereignisse protokollieren. Bodenrechner: Datenintegrität prüfen, vorläufige Karte oder Befundliste erzeugen und lokal sichern. Extern: SAPOS stellt nach Anmeldung Korrekturen bereit; optionaler Cloudspeicher erhält nur freigegebene Daten. Flugregelung darf nicht von unserem Anfrage-Backend abhängen. Eigentum, Hostingregion, Zugriff, Löschung und Updateverantwortung vor Datentransfer vertraglich festlegen. Dies ist ein Zielentwurf, keine bereits betriebene Flugarchitektur.

Deutsche Referenz und Dienstwahl

Bundesland, tatsächlichen SAPOS-Zugang, Mountpoint, RTCM-Nachrichten, GGA, Empfängerfirmware und Netzabdeckung dokumentieren. ZSS nennt zum Prüfdatum 30.09.2026 für HEPS 10 EUR pro Monat je Kennung und 100 EUR einmalige Anmeldeverwaltung; Landesangebote können abweichen. Eine Kennung ist nicht für gleichzeitige Gerätenutzung vorgesehen. Ziel-CRS, Realisierung/Epoche und Höhenbezug explizit benennen; ellipsoidische Höhe ist nicht automatisch DHHN2016-Höhe. Aktuelle Landesbedingungen vor Bestellung erneut prüfen.

Messbare Kriterien, noch keine Zielwerte

PV: korrekte Modulzuordnung, bestätigte Treffer und Fehlalarme; übersehene Befunde nur aus einer unabhängig geprüften Stichprobe bewerten. Katastrophe: vereinbarte Gebietsabdeckung, Lagefehler an unabhängigen Kontrollpunkten und Zeit bis zum freigegebenen Kartenprodukt. Beide: Fixed/Float und fehlende Epochen, Re-Fix-Zeit, Datenverlust, Nachflugbedarf, manueller Prüfaufwand und Ausfallfälle dokumentieren. Median, 95%-Quantil und Stichprobengröße nennen; fehlende Ergebnisse nicht als Nullfehler zählen.

Arbeitszeit nachvollziehbar vergleichen

Vergleich bei gleichem Gebiet, Lieferumfang und Prüfstandard. Personenstunden = Summe aller Personenzeiten für Vorbereitung, Anfahrt, Aufnahme, Verarbeitung, Prüfung und Nacharbeit. Differenz = bisherige Personenstunden minus Pilot-Personenstunden. Prozentuale Ersparnis = Differenz / bisherige Personenstunden $\times 100$, nur bei positiver Vergleichsbasis. Verstrichene Zeit separat messen; parallele Arbeit nicht doppelt als Zeitgewinn zählen. Keine Einsparung wird vor Messung behauptet.

Abgabe und Entscheidung

Konfigurationsliste, Verantwortungsmatrix, Originaldaten, Verarbeitungsrevision, Prüftabelle, Ausfälle und Abweichungen gemeinsam liefern. Zuerst technische Eignung und Datenqualität bewerten; dann NRE, Geräte, Einrichtung, Schulung und laufende Betreuung getrennt anbieten. Auftraggeber entscheidet anhand dokumentierter Ergebnisse über Fortsetzung. Preise, Termine und Abnahmeschwellen sind noch offen.

Quellen: S2, S3, S14, S15

Quellen und Grenzen

Redaktionelle Zusammenfassung und technische Vorschläge. Keine bestätigte Lieferfähigkeit, Partnerschaft oder Produktmessung.

S2 / ZSS · Gebühren & Anmeldung

<https://zentrale-stelle-sapos.de/gebuehren-anmeldung/>

S3 / LDBV Bayern · SAPOS FAQ

https://www.ldbv.bayern.de/produkte/dienste/sapos_faq.html

S11 / EASA · Operating a drone

<https://www.easa.europa.eu/en/domains/drones-air-mobility/operating-drone>

S14 / Fraunhofer ISE · Digitale Qualitätssicherung von PV-Kraftwerken

<https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/solkraftwerke-und-integrierte-photovoltaik/photovoltaische-kraftwerke/digitale-qualitaetssicherung-von-pv-kraftwerken.html>

S15 / DLR · Drohnen sammeln Daten für schnelle Katastrophenhilfe, 2022

<https://www.dlr.de/de/aktuelles/nachrichten/2022/04/drohnen-sammeln-daten-fuer-schnelle-katastrophenhilfe/>

S16 / CiRC · Applications

<https://www.coretronic-robotics.com/application>

S17 / GEOSAT · Taiwan Excellence profile

<https://ap1.taiwanexcellence.org/en/award/product/109250>

S18 / LOCOSYS · GNSS and RTK

<https://www.locosystech.com/>

S19 / HiDES · Communication systems

<https://hides.com.tw/>

S20 / AVerMedia · D137SM

<https://professional.avermedia.com/br/product-detail/D137SM>

S21 / AAEON · Digital Drone Launch Guide

<https://solutions.aaeon.com/aaeons-digital-drone-launch-guide/>