

	DIN 18740-8	
ICS 07.040; 37.040.01	Einsprüche bis 2024-03-05	
Entwurf		
Photogrammetrische Produkte – Teil 8: Anforderungen an die Bildqualität (Güte optischer Fernerkundungsdaten) Photogrammetric products – Part 8: Requirements for image quality (quality of optical remote sensing data) Produits photogrammétriques – Partie 8: Exigences en matière de qualité d’image (qualité des données optiques de télédétection)		
Anwendungswarnvermerk Dieser Entwurf mit Erscheinungsdatum 2024-01-05 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und Stellungnahme vorgelegt. Weil das beabsichtigte Dokument von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses Entwurfs besonders zu vereinbaren. Stellungnahmen werden erbeten – vorzugsweise online im Norm-Entwurfs-Portal von DIN unter www.din.de/go/entwuerfe bzw. für Norm-Entwürfe der DKE auch im Norm-Entwurfs-Portal der DKE unter www.entwuerfe.normenbibliothek.de, sofern dort wiedergegeben; – oder als Datei per E-Mail an nabau@din.de möglichst in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann im Internet unter www.din.de/go/stellungnahmen-norm-entwuerfe oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter www.dke.de/stellungnahme abgerufen werden; – oder in Papierform an den DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau), 10772 Berlin oder Am DIN-Platz, Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin. Es wird gebeten, mit den Kommentaren zu diesem Entwurf jegliche relevanten Patentrechte, die bekannt sind, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.		
Gesamtumfang 31 Seiten		
DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau)		

Inhalt

	Seite
Vorwort	4
Einleitung	5
1 Anwendungsbereich	6
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe	6
4 Anforderungen an die Güte von Fernerkundungsdaten	12
4.1 Allgemeines	12
4.1.1 Abhängigkeiten und Verfahren	12
4.1.2 Ausgangsdaten	13
4.1.3 Registrierung (Ko-Registrierung)	13
4.1.4 Externe Zusatzinformationen	13
4.1.5 Durchführung der Gütebestimmung	13
4.1.6 Bestimmung der radiometrischen Qualitätsgrößen	14
4.1.7 Geometrische Genauigkeit	14
4.1.8 Artefakte	15
4.2 Voraussetzung für Bewertung	15
4.3 Bewertungsprozess	16
4.3.1 Allgemeines	16
4.3.2 SNR	16
4.3.3 MTF-Analyse mit Testmustern	16
4.3.4 National Image Interpretability Rating Scale	16
4.3.5 Andere Metriken	16
4.3.6 Referenzdaten, Ground Truth und zusätzliche Angaben	17
4.4 Speicherung und Dokumentation	17
4.4.1 Allgemeines	17
4.4.2 Metadaten	17
4.4.3 Dokumentation	17
Anhang A (informativ) Artefakte	18
Anhang B (informativ) MTF-Bestimmung von Fernerkundungssensoren	21
Anhang C (informativ) NIIRS — Anwendungsbeispiel für einen kombinierten Parameter	26
C.1 NIIRS (siehe 3.19)	26
C.2 NIIRS und Image Quality Equations (VIS & IR)	26
C.3 Berechnung von PSF, MTF und RER	27
C.4 Signal-Rausch-Verhältnis (SNR)	27
C.5 NIIRS-Bestimmung	27
C.6 NIIRS von IKONOS & TerraSAR-X (MS und SAR)	28
C.7 Schlussfolgerungen	29
Literaturhinweise	30

Bilder

Bild 1 — Darstellung der Intensitätsverteilung des Beugungsmusters für eine kreisförmige Apertur	11
Bild A.1 — Spiegelnde Reflexion (en: specular reflectance), Beispiel 1	18
Bild A.2 — Spiegelnde Reflexion, Beispiel 2	18
Bild A.3 — Striping Effekt, Beispiel 1	19
Bild A.4 — Striping Effekt, Beispiel 2	19
Bild A.5 — Einfluss von Resamplingkernel und Pan-Sharpning	20
Bild A.6 — Einfluss von Wolken	20

Bild B.1 — Bestimmung der Point-Spread-Funktion σ_{PSF} am Beispiel einer Brückenkante 22

Bild B.2 — Einfluss der Größe der betrachteten Fläche (en: Region of Interest, RoI) für eine
Analyse nach der Slanted-Edge-Methode 23

Bild B.3 — Schematischer Ablauf der Auflösungsbestimmung 25

Bild C.1 — Beispiel für die Berechnung des NIIRS 28

Bild C.2 — Abhängigkeit der räumlichen Auflösung des NIIRS von IKONOS und Vergleich mit
TerraSAR-Daten 29

Tabellen

Tabelle C.1 — Einfluss der Variation der PSF auf den NIIRS 28

Tabelle C.2 — Einfluss der Variation des SNR auf den NIIRS 28

Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Arbeitsausschuss NA 005-03-02 AA „Photogrammetrie und Fernerkundung“ im DIN-Normenausschuss Bauwesen (NABau) erarbeitet.

DIN 18740 besteht unter dem allgemeinen Titel *Photogrammetrische Produkte* aus den folgenden Teilen:

- Teil 3: *Anforderungen an das Orthobild*
- Teil 4: *Anforderungen an digitale Kameras für Luftbild- und Weltraumphotogrammetrie*
- Teil 5: *Anforderungen an die Klassifizierung optischer Fernerkundungsdaten*
- Teil 6: *Anforderungen an digitale Höhenmodelle*
- Teil 7: *Anforderungen an das Pan-Sharpening*

Aktuelle Informationen zu diesem Dokument können über die Internetseiten von DIN (www.din.de) durch eine Suche nach der Dokumentennummer aufgerufen werden.

Einleitung

Photogrammetrie und Fernerkundung stellen Verfahren bereit, die aus Bilddaten geometrische und thematische Informationen gewinnen und verarbeiten. Zur Erfassung geo-bezogener Bilddaten wird eine Vielzahl von Sensoren (z. B. Kameras, Radar, Laser) eingesetzt. Entsprechend der Zielsetzung der Normenreihe DIN 18740 legt die vorliegende Norm die Qualitätsanforderungen an die Güte von optischen Fernerkundungsdaten fest.

Dieses Dokument gilt für Daten von digitalen Luftbildkameras sowie von Satellitensystemen und Konstellationen. Satellitengestützte Sensoren stellen inzwischen eine geometrische Auflösung zur Verfügung, die den geometrischen Auflösungen von klassischen, flugzeug-gestützten Luftbildkameras nahekkommt. Da es generische Unterschiede bezüglich Sensoren und Aufnahmebedingungen zwischen Satelliten und Luftbildsystemen gibt, bezieht sich dieses Dokument auf die Qualitätsuntersuchungen der gelieferten Fernerkundungsdaten.

Die hohe geometrische Auflösung dieser digitalen Systeme erfordern neue Algorithmen und Verfahren für die Auswertung und Interpretation der Bilddaten.

Parameter, welche die Bildqualität beschreiben, werden z. B. für folgende Anwendungsgebiete benötigt:

- Sensor- und Missionsdesign;
- Vergleich von Sensoren (in aussagekräftigen Parametern und Zahlen);
- Bildqualität – Sensorauflösung;
- Algorithmenentwicklung;
- Kalibrierung eines Sensors im Betrieb durch zusätzliche Geo-Informationen (en: vicarious calibration);
- Rückverfolgbarkeit (en: traceability) auf standardisierte Kenngrößen und Instrumente.

Für die Parameter der Bildqualität gibt es keine objektive Definition, weshalb es auch keinen allgemeinen Standard für die Beschreibung der Bildqualität gibt. Im Allgemeinen hängt die notwendige Qualität der Bilddaten von dem zu lösenden Problem ab (z. B. Punktdetektion und Ko-Registrierung, Objekterkennung und -verfolgung, Klassifizierung in der Fernerkundung, Bilder, die mit dem menschlichen Sehsystem in Beziehung stehen) und kann nicht generell für jedes abbildende System auf gleiche Weise definiert werden.

Bildqualität hängt allgemein von den folgenden Faktoren ab:

- Bildinhalt (Struktur);
- Leistungsvermögens des Sensors;
- Genauigkeit (geometrisch, radiometrisch, spektral);
- andere Faktoren.

Im Anhang A werden anhand von Bildausschnitten Beispiele für auftretende Artefakte gegeben. Im Anhang B werden die spezifischen Parameter eines einzelnen Projekts zur Bildqualität angegeben und gezeigt, wie Parameter zur Beschreibung der Bildqualität ermittelt werden können. Im Anhang C erfolgen grundlegende Erläuterungen zum *National Imagery Interpretability Rating Scale* (NIIRS).

Dieses Dokument ist so gestaltet, dass entsprechend der Anwendung Spielraum für die Festlegung von Projektparametern gegeben ist.

1 Anwendungsbereich

Dieses Dokument gilt für die Bestimmung der Güte optischer Fernerkundungsdaten auf der Grundlage multispektraler Luft- und Satellitenbilder, die mittels digitaler optischer Sensoren (Flächen- oder Zeilenkameras) hergestellt werden. Diese Sensoren müssen messtechnische Anforderungen (radiometrisch und geometrisch) erfüllen.

Aktive Sensoren (Radarsysteme und Laserscanner) werden in diesem Dokument nicht betrachtet.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Dokumente werden im Text in solcher Weise in Bezug genommen, dass einige Teile davon oder ihr gesamter Inhalt Anforderungen des vorliegenden Dokuments darstellen. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

DIN 6174¹, *Farbmetrische Bestimmung von Farbmaßzahlen und Farbabständen im angenähert gleichförmigen CIELAB-Farbenraum*

DIN 18716:2017-06, *Photogrammetrie und Fernerkundung — Begriffe*

DIN 18740-1:2001-11¹, *Photogrammetrische Produkte — Teil 1: Anforderungen an Bildflug und analoges Luftbild*

DIN 18740-2:2005-02¹, *Photogrammetrische Produkte — Teil 2: Anforderungen an das gescannte Luftbild*

DIN 18740-3:2015-08¹, *Photogrammetrische Produkte — Teil 3: Anforderungen an das Orthobild*

DIN 18740-4:2017-04, *Photogrammetrische Produkte — Teil 4: Anforderungen an digitale Kameras für Luftbild- und Weltraumphotogrammetrie*

DIN 51009, *Optische Atomspektroskopie — Allgemeine Grundlagen und Begriffe*

DIN EN ISO 9000, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe*

DIN ISO 9022-3, *Optik und Photonik — Umweltprüfverfahren — Teil 3: Mechanische Beanspruchung*

ISO 7137, *Aircraft — Environmental conditions and test procedures for airborne equipment*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die Begriffe nach DIN 6174, DIN 18716:2017-06, DIN 18740-1:2001-11, DIN 18740-2:2005-02, DIN 18740-3:2015-08, DIN 18740-4:2017-04, DIN 51009, DIN EN ISO 9000, ISO 7137, DIN ISO 9022-3 und die folgenden Begriffe.

DIN und DKE stellen terminologische Datenbanken für die Verwendung in der Normung unter den folgenden Adressen bereit:

- DIN-TERMinologieportal: verfügbar unter <https://www.din.de/go/din-term>
- DKE-IEV: verfügbar unter <https://www.dke.de/DKE-IEV>

¹ Zurückgezogen.

3.1

Atmosphärenkorrektur

Verfahren zur Beseitigung des Einflusses der Atmosphäre bei der Analyse des radiometrischen Signals und der Bestimmung des Reflexionsvermögens der Oberfläche

Anmerkung 1 zum Begriff: Im Allgemeinen werden durch die Atmosphärenkorrektur auch Einflüsse durch die Sonnen- und Satellitengeometrie korrigiert (allerdings keine BRDF).

3.2

Bilddatenrestauration

Verfahren zur Beseitigung sensorspezifischer Effekte

Anmerkung 1 zum Begriff: Beispiele sind Verringerung von Verschmierungen im Bild, die durch die PSF eines Sensors beschrieben werden können.

3.3

räumliche Abtastung des Detektors en **Detector Spatial Sampling**

für ein durch Beugung begrenztes System ist die Bildauflösung abhängig von einem Qualität-Sampling-Verhältnis (Q-Faktor: Detektorgröße relativ zur Größe des Beugungsringes).

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu weiteren Erläuterungen siehe z. B. [1].

3.4

Grauwert

DN, en: Digital Number

numerischer Wert eines Pixels, normalerweise auf einer Skala zwischen 0 und 255.

3.5

Dunkelsignal-Ungleichmäßigkeit

DSNU, en: Dark Signal Non-Uniformity

quantitative Beschreibung von Inhomogenitäten des Dunkelsignals eines Pixelarrays

BEISPIEL CMOS-Detektormatrix

3.6

Effektives Sichtfeld

EIFOV, en: Effective Instantaneous Field-of-View

Fläche, die ein Pixel eines Detektors unter Berücksichtigung des Raumwinkels erfasst

3.7

allgemeine Gleichung zur Bildqualität

GIQE, en: General Imagery Quality Equation

kombinierte Größe zur Bewertung der Bildqualität, die neben der GSD, SNR und MTF (hier RER) auch den Einfluss der Verarbeitungsalgorithmen (z. B. Bilddatenrestauration) berücksichtigt

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu weiteren Erläuterungen siehe z. B. [6].

3.8

tatsächliche Bodenauflösung

GRD, en: Ground Resolving Distance

minimale Distanz zwischen zwei Objekten, die als getrennte Objekte wahrgenommen werden können

Anmerkung 1 zum Begriff: GRD ist ein visuelles Maß und kann durch einen entsprechend geschulten Bildanalysten bestimmt werden.

Anmerkung 2 zum Begriff: GRD lässt sich aus der Full-Width Half-Maximum (FWHM) der Point Spread Function (PSF) abschätzen:

$$\text{GRD} = m \times \text{FWHM} \quad (1)$$

$$m = \frac{h}{f} \quad (2)$$

Dabei ist

h die Flughöhe;

f die Brennweite des optischen Systems.

3.9

Bodenauflösung

GSD, en: Ground Sample Distance

lineare Distanz zwischen den Pixelmittelpunkten am Boden, in den Objektraum projizierter Pixelabstand

Anmerkung 1 zum Begriff: Der Pixelabstand ist z. B. auf die Mitte der Pixel bezogen und ist entsprechend dem Samplingtheorem die Grundlage der Auflösungsbestimmung.

3.10

Kalibrierung

Prozess der Quantifizierung der (spektralen und räumlichen) Eigenschaften eines Systems auf bekannte, kontrollierte Signaleingänge

3.11

Kalibrierungskoeffizient

radiometrischer Kalibrierungskoeffizient

Funktionsparameter einer linearen oder nicht-linearen Beziehung, um dem Grauwert im Bild (Pixelwert) eine absolute physikalische Strahlungsgröße zuzuordnen

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Kalibrierungskoeffizienten werden je nach Anbieter bereits in der Vorprozessierungskette des Anbieters angewendet, bzw. werden den Daten in den Metadaten beigelegt.

3.12

Kantenspreizfunktion

en **Edge-Spread-Function**

Auflösung des Systems bei einer Kante mit hohem Kontrast

Anmerkung 1 zum Begriff: Die Ableitung der ESF erzeugt die Zeilenspreizfunktion (LSF), die die Systemantwort auf eine Zeile mit hohem Kontrast ist.

3.13

Klassifizierung

Zuordnung von Objektmerkmalen zu abstrakt definierten Klassen von Eigenschaften der Erdoberfläche und die Unterscheidung von Objekten und Objektzuständen auf der Basis von Bilddaten

3.14

Ko-Registrierung

räumliche genaue Überlagerung von einzelnen spektralen Bändern eines einzelnen Bilddatensatzes oder von mehreren Bilddatensätzen

Anmerkung 1 zum Begriff: Das kann multispektrale, multitemporale oder multi-sensorale Bilddaten gleicher oder unterschiedlicher geometrischer Auflösung betreffen.

3.15

Kreuz-Kalibrierung

radiometrische Kalibrierung mehrerer Satellitensysteme oder Kameras desselben Systems auf denselben Standard durch Vergleich mit einem weiteren kalibrierten Sensor, der als Referenz dient.

Anmerkung 1 zum Begriff: Kreuz-Kalibrierung wird in der Regel durchgeführt, um die Daten unterschiedlicher Kameras im gleichen Auswertungsprozess (z. B. Klassifizierung) weiterverarbeiten zu können. Eine Kreuz-Kalibrierung von Instrumenten, die im gleichen Zeitraum betrieben werden, erfordert eine sorgfältige räumliche und zeitliche Bezugnahme, der Instrumente, bei der die Informationen verglichen werden, wenn die Instrumente den gleichen Ausschnitt der Erdoberfläche aus den gleichen Betrachtungswinkeln betrachten.

Anmerkung 2 zum Begriff: Eine exakte Kreuz-Kalibrierung setzt in der Regel dieselben spektralen Eigenschaften (Spektralbereich, FWHM der spektralen Empfindlichkeit, usw.) der zu kreuz-kalibrierenden Systeme voraus (z. B. DMC und LANDSAT). Für Systeme unterschiedlicher spektraler Eigenschaften lassen sich Workflows finden, bei denen Skalierungsfaktoren für definierte Oberflächenbeschaffenheiten und Atmosphärenzustände bereitgestellt werden. Diese Vorgehensweise wird Interoperabilität bezeichnet.

Anmerkung 3 zum Begriff: Die notwendige Güte einer Kreuz-Kalibrierung ist besonders durch die Art der geplanten Auswertung bestimmt.

Anmerkung 4 zum Begriff: Unter der Annahme gleicher spektraler Eigenschaften der Sensoren genügt bereits die Absolutkalibrierung.

3.16

Linearität der Sensorsignalcharakteristiken

Zusammenhang zwischen dem gemessenen Grauwert und der Strahldichte vor dem Sensor (en: at-sensor radiance) durch eine lineare Beziehung:

$$L = \{c(\tau_{\text{int}}) \cdot S[DN]\}_{i,j}^{ch} \quad (3)$$

Dabei ist

L die Strahldichte, in $\text{W}/\text{m}^2\text{sr}$;

τ_{int} die Integrationszeit;

S das gemessene Signal, hängt von Strahlungsfluss und Integrationszeit (Exposer) ab;

DN Digital Number (Grauwert);

i,j die Pixelnummerierung;

c Wellenlänge des jeweiligen Kanals (z. B. für multi- und hyperspektrale Sensoren).

Anmerkung 1 zum Begriff: Das Linearitätsverhalten steht mit den Kalibrierkoeffizienten in einem engen Zusammenhang.

Anmerkung 2 zum Begriff: Nichtlinearitäten können durch Modifikation dieser Gleichung berücksichtigt werden.

Anmerkung 3 zum Begriff: Für die radiometrische Kalibrierung des Sensors stehen häufig keine Quellen für die Variation der Strahldichte zur Verfügung. Gewöhnlich geht man davon aus, dass die Exposer (Produkt aus Strahlungsfluss und Integrationszeit) auch durch die Integrationszeit variiert werden kann.

Anmerkung 4 zum Begriff: Eine analoge Beziehung gilt auch für das Dunkelsignal. Hier kann neben der Integrationszeit auch die Sensortemperatur variiert werden.

3.17

Minimale auflösbare Temperaturdifferenz

MRTD, en: Minimum Resolvable Temperature Difference

Performanceparameter für Infrarotsysteme, welcher die Frequenzabhängigkeit von SNR/MTF betrachtet

Anmerkung 1 zum Begriff: MRTD ist ein Performanceparameter für Infrarotsysteme.

Anmerkung 2 zum Begriff: Sie betrachtet die Frequenzabhängigkeit von SNR/MTF. So kann z. B. die minimale Temperaturdifferenz mittels eines Balkenmusters bewertet werden.

3.18

Modulationsübertragungsfunktion

MTF, en: Modulation Transfer Function

Absolutbetrag der optischen Transferfunktion als Funktion der Raumfrequenz

Anmerkung 1 zum Begriff: Siehe auch 3.20.

3.19

NIIRS, en: National Imagery Interpretability Rating Scale

Maß für die Bildqualität bezogen auf die Interpretierbarkeit von Objekten in Bildern

Anmerkung 1 zum Begriff: NIIRS wird anhand der General Imagery Quality Equation (GIQE) bewertet.

3.20

Objekterkennung

Erkennung räumlich ausgedehnter und separierbarer Strukturen in den Bilddaten

3.21

photogrammetrisches Produkt

fernerkundliche Bildprodukte, die zur geometrischen oder thematischen Analyse von Oberflächeneigenschaften, Beschaffenheit oder anderer Charakteristiken benutzt werden sollen

3.22

Point Target Spatial Phasing Relative to Pixel Center

räumlicher Versatz zwischen dem Zentrum eines Detektors und der Zielposition

Anmerkung 1 zum Begriff: Zu weiteren Erläuterungen siehe z. B. [1].

3.23

PRNU, en: Pixel Response Non-Uniformity

Inhomogenitäten der Empfindlichkeit der einzelnen lichtsensitiven Elemente eines Pixelarrays bei Aktivierung

3.24

Punktspreizfunktion

PSF, en: Point Spread Function

charakteristische Reaktion eines (optischen) abbildenden Systems auf ein punktförmiges, mit hohem Kontrast erscheinendes Objekt

3.25

Rauschen

en **noise**

zeitlich variierendes und nicht gewolltes Systemrauschen, welches die Messung negativ beeinflussen kann: Shot (Photon), Dark & Read Noise, Shot & Dark Noise hat eine Poisson-Charakteristik