

Photogrammetrische Produkte

Teil 3: Anforderungen an das Orthophoto

DIN**18740-3**

ICS 07.040; 37.040.99; 91.020

Photogrammetric products — Part 3: Requirements for the orthophoto

Produits photogrammétriques — Partie 3: Exigences de l'orthophoto

Inhalt

	Seite
Vorwort	2
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	3
3 Begriffe	3
4 Allgemeine Anforderungen	6
4.1 Grundlegende Qualitätsparameter	6
4.2 Analoges Messbild	6
4.3 Digitales Messbild	8
4.4 Digitales Höhenmodell	9
4.5 Digitales Orthophoto	10
4.6 True Orthophoto	12
4.7 Digitales Orthophotomosaik	11
4.8 Digitale Orthophotokarte	12
4.9 Speicherung und Ausgabe von Orthophotoprodukten	12
5 Prüfung von Orthophotoprodukten	13
5.1 Allgemeines	13
5.2 Prüfung von digitalen Orthophotoprodukten	13
5.3 Prüfung von analogen Orthophotoprodukten	14
Anhang A (informativ) Spezifikation für Orthophotoprojekte	15
Anhang B (informativ) Beispiel für die Spezifikation von Orthophotoprojekten	19
Anhang C (informativ) Beispiel eines Prüfberichtes nach DIN 18740-3	24
Stichwortverzeichnis	26
Bilder	
Bild B.1 — Flurbereinigung Leutenbach-Winnenden (B 14)	23

Fortsetzung Seite 2 bis 29

Normenausschuss Bauwesen (NABau) im DIN Deutsches Institut für Normung e.V.

Vorwort

Diese Norm wurde vom Normenausschuss Bauwesen (NABau), Fachbereich 03 „Vermessungswesen; Geoinformation“, Arbeitsausschuss „Photogrammetrie und Fernerkundung“ erarbeitet.

Die Photogrammetrie ist ein Verfahren, geometrische und semantische Informationen zu gewinnen und zu verarbeiten. Gegenstand der Aerophotogrammetrie ist die Aufnahme und die Auswertung von Luftbildern.

Die Normenreihe DIN 18740 legt die Anforderungen an ausgewählte photogrammetrische Produkte der Aerophotogrammetrie fest.

DIN 18740 „*Photogrammetrische Produkte*“ besteht aus:

- *Teil 1: Anforderungen an Bildflug und analoges Luftbild*
- *Teil 2: Anforderungen an das gescannte Luftbild (in Vorbereitung)*
- *Teil 3: Anforderungen an das Orthophoto*
- *Teil 4: Anforderungen an digitale Kameras und digitale Luftbilder (in Vorbereitung).*

DIN 18740-3 behandelt drei Schwerpunktthemen:

- allgemeine Anforderungen (siehe Abschnitt 4);
- Prüfung (siehe Abschnitt 5) und
- Spezifikation für Orthophotoprodukte (siehe Formblatt nach Anhang A).

Im Abschnitt 4 sind alle Qualitätsanforderungen zusammengefasst, die bei Orthophotoprodukten einzuhalten sind. Abschnitt 5 enthält die Prüffestlegungen, die zur Verifizierung der Anforderungen notwendig sind. Im Formblatt nach Anhang A werden die spezifischen Parameter und Fehlergrenzen eines einzelnen Orthophotoprojektes angegeben.

Anhang B (informativ) und Anhang C (informativ) enthalten ein Beispiel einer Spezifikation bzw. ein Beispiel eines Prüfberichtes.

Diese Norm ist so gestaltet, dass der Anwender entsprechend seiner Anwendung Spielraum für die Festlegung von Qualitätsanforderungen und der Projektparameter hat.

1 Anwendungsbereich

Diese Norm gilt für digitale Orthophotos aus Luftbildern und daraus abgeleitete Orthophotoprodukte. Sie dient dazu, die Qualitätsanforderungen an das digitale Orthophoto und an Orthophotoprodukte festzulegen und die Abhängigkeit der Qualität dieser Produkte von den Teilprozessen und den einzelnen Einflussgrößen zu beschreiben.

Sie gilt für Orthophotos, die aus digitalen Messbildern abgeleitet sind, welche entweder aus analogen Luftbildern durch Analog/Digital-Wandlung entstanden oder mit digitalen Luftbildkameras direkt aufgezeichnet sind.

Digitale Orthophotos sind die geometrische und weitgehend auch semantische Grundlage für die Herstellung und Laufendhaltung von Karten, die Gewinnung und Aktualisierung topographischer Grunddaten und die Datenverknüpfung in Geoinformationssystemen. Darüber hinaus dienen sie als Interpretations- und Planungshilfe in unterschiedlichen Fachgebieten, wie z. B. in der Flurneuordnung.

2 Normative Verweisungen

Diese Norm enthält durch datierte oder undatierte Verweisungen Festlegungen aus anderen Publikationen. Diese normativen Verweisungen sind an den jeweiligen Stellen im Text zitiert, und die Publikationen sind nachstehend aufgeführt. Bei datierten Verweisungen gehören spätere Änderungen oder Überarbeitungen dieser Publikationen nur zu dieser Norm, falls sie durch Änderung oder Überarbeitung eingearbeitet sind. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe der in Bezug genommenen Publikation (einschließlich Änderungen).

DIN 18709-1:1995-10, *Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen — Teil 1: Allgemeines*.

DIN 18709-2:1986-04, *Begriffe, Kurzzeichen und Formelzeichen im Vermessungswesen; Ingenieurvermessung*.

DIN 18716-1:1995-11, *Photogrammetrie und Fernerkundung — Teil 1: Grundbegriffe und besondere Begriffe der photogrammetrischen Aufnahme*.

DIN 18716-2:1996-07, *Photogrammetrie und Fernerkundung — Teil 2: Besondere Begriffe der photogrammetrischen Auswertung*.

DIN 18716-3, *Photogrammetrie und Fernerkundung — Teil 3: Begriffe der Fernerkundung*.

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

DIN 55350-12:1989-03, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Merkmalsbezogene Begriffe*.

DIN 55350-21:1982-05, *Begriffe der Qualitätssicherung und Statistik; Begriffe der Statistik; Zufallsgrößen und Wahrscheinlichkeitsverteilungen*.

DIN EN ISO 9000:2000-12, *Qualitätsmanagementsysteme — Grundlagen und Begriffe (ISO 9000:2000); Dreisprachige Fassung EN ISO 9000:2000*.

3 Begriffe

Für die Anwendung dieser Norm gelten die Begriffe der Normen in Abschnitt 2 sowie die folgenden.

3.1 Photogrammetrie, Topographie

3.1.1

digitales Orthophoto

digitales Bild (siehe DIN 18716-2), das geometrisch einer orthogonalen Projektion abgebildeter Objekte auf eine Bezugsfläche (siehe DIN 18709-1) entspricht

3.1.2

true Orthophoto (auch strenges Orthophoto)

digitales Orthophoto, in dem sichttote Räume (siehe 3.2.7) weitgehend beseitigt sind

Ein true Orthophoto setzt voraus:

- a) ein hochqualifiziertes digitales Höhenmodell;
- b) sich mehrfach überdeckende Ausgangsbilder und
- c) Algorithmen zum Auffinden und Auffüllen sichttoter Räume.

3.1.3

digitales Orthophotomosaik

Verband aus mehreren aneinander grenzenden digitalen Orthophotos, die im Grenzbereich radiometrisch angepasst sind

3.1.4

digitale Orthophotokarte

Kombination von digitalem Orthophoto oder Orthophotomosaik mit kartographischen Informationen

3.1.5

Georeferenzierung

Zuordnung von Bildelementen zum Landeskoordinatensystem

3.1.6

Messbild

Bild mit bekannter oder bestimmbarer innerer Orientierung zur Rekonstruktion des Aufnahmestrahlenbündels

[DIN 18716-1:1995-11]

3.1.7

Bildtransformation

geometrische und/oder radiometrische Veränderungen des Bildes

[DIN 18716-1:1995-11]

3.1.8

digitales Höhenmodell (DHM)

Menge der digital gespeicherten Höhenwerte von Punkten, die die Höhenstruktur des Objektes hinreichend repräsentieren

[DIN 18709-2:1986-04]

ANMERKUNG Das bei der Orthophotoberechnung zu Grunde gelegte Höhenmodell kann ein digitales Gelände- oder Oberflächenmodell sein.

3.1.9

Gelände

Grenzfläche zwischen der festen Erde und der Luft bzw. dem Wasser

[DIN 18709-1:1995-10]

3.1.10

digitales Geländemodell (DGM)

Menge der digital gespeicherten Lage- und Höhenwerte von Punkten, die das Gelände in seiner dreidimensionalen Form hinreichend repräsentieren

[DIN 18709-2:1986-04]

3.1.11

Bodenpixel

Pixel, dessen Dimension auf das Gelände bezogen ist

3.1.12**Bildtiefe**

Anzahl der Bits eines Bildpixels zur Darstellung des Grauwertumfanges je Spektralkanal

3.1.13**Orthophotomaßstab**

Verhältnis einer Strecke in der analogen Ausgabe eines Orthophotos zur entsprechenden horizontalen Objektstrecke

3.1.14**Passpunkt**

in Bildern sicher identifizierbarer Objektpunkt, dessen Bild- oder Modellkoordinaten gemessen und dessen Objektkoordinaten in einem übergeordneten (z. B. geodätischen) Koordinatensystem bekannt sind

[DIN 18716-2:1996-07]

3.1.15**Kontrollpunkt**

in Bildern identifizierbarer Objektpunkt, dessen Objektkoordinaten in einem übergeordneten Koordinatensystem mit einer Standardabweichung bekannt sind, die signifikant niedriger ist als die Standardabweichung des im Verfahren zu kontrollierenden Punktes

3.2 Qualitätssicherung**3.2.1****Qualität**

Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt

[DIN EN ISO 9000:2000-12]

3.2.2**Standardabweichung**

positive Quadratwurzel aus der Varianz

[DIN 55350-21:1989-04]

3.2.3**Standardabweichung des digitalen Orthophotos**

Standardabweichung in den x- und y-Lagekoordinaten von Objektpunkten, ermittelt aus den georeferenzierten Koordinaten im Orthophoto und den Sollkoordinaten der Objektpunkte

3.2.4**zulässige geometrische Restklaffung**

zulässiger Abstand identischer Objekte des digitalen Höhenmodelles im Angrenzungsbereich der Orthophotos

3.2.5**zulässige radiometrische Differenz**

zulässige Differenz in den Grauwerten identischer Objekte im Angrenzungsbereich benachbarter Orthophotos

3.2.6**Lageversetzung**

abbildungsbedingte Versetzung von Objekten im Orthophoto, die im digitalen Höhenmodell nicht berücksichtigt sind

3.2.7**sichttoter Raum**

durch Abbildungsgeometrie und Objekte bedingte Verdeckung im Bild

3.2.8

Doppelabbildung

zweifache Abbildung eines Objektes über der Geländeoberfläche bei geländebezogenen Orthophotos

3.2.9

Standardabweichung des digitalen Höhenmodells

Standardabweichung der Höhe von Punkten im Höhenmodell, berechnet aus den Differenzen zwischen Höhenmodell und Gelände

4 Allgemeine Anforderungen

4.1 Grundlegende Qualitätsparameter

4.1.1 Geometrische Auflösung des digitalen Orthophotos

Die Größe s_o des Bodenpixels des Orthophotos ist unter Beachtung des Verwendungszweckes des Orthophotos festzulegen. Hat das kleinste zu identifizierende Objekt am Boden die Größe g_o , so ist s_o im Bereich von $0,3 g_o$ bis $0,5 g_o$ zu wählen.

Die Größe s_o des Bodenpixels ist im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.1.2 Standardabweichung der Lagekoordinaten des digitalen Orthophotos

Die Standardabweichung σ_{XY} der georeferenzierten Lagekoordinaten des digitalen Orthophotos ist unter Beachtung des Verwendungszweckes des Orthophotos festzulegen. Sie beträgt das n -fache der Größe des Bodenpixels, wobei σ_{XY} zwischen $0,5 s_o$ und $3,0 s_o$ liegen kann. Für Orthophotos hoher geometrischer Qualität muss $\sigma_{XY} \leq s_o$ sein.

ANMERKUNG Bei natürlichen und künstlichen Objekten ober- und unterhalb des Höhenmodells treten Lageversetzungen und sichttote Räume auf. Die Standardabweichung σ_{XY} gilt nicht für Punkte in diesen Bereichen.

Die Standardabweichung σ_{XY} ist im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.1.3 Bildtiefe des digitalen Orthophotos

Die Bildtiefe des digitalen Orthophotos muss bei Schwarzweißbildern mindestens 8 bit und bei Farbbildern mindestens 8 bit je Farbkanal betragen.

4.2 Analoges Messbild

Für Bildflug und analoges Luftbild sind die in DIN 18740-1 festgelegten Anforderungen einzuhalten.

4.2.1 Aufnahmekamera

Sind radiale Lageversetzungen von Objekten ober- und unterhalb des digitalen Höhenmodells (z. B. Bauwerke, hohe Vegetation) gering zu halten, ist ein Normalwinkelobjektiv zu verwenden.

Das einzusetzende Kamerasystem ist im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.2.2 Maßstab der analogen Messbilder

Der Maßstab der analogen Messbilder ist unter Wahrung der für das Orthophoto vereinbarten Größe der Bodenpixel und der geometrischen Auflösung des digitalen Messbildes (siehe auch 4.3.4.1) festzulegen.

Beträgt die Größe des Bodenpixels des Orthophotos das n -fache des auf den Boden projizierten Pixels des digitalen Messbildes, berechnet sich der Bildmaßstab näherungsweise aus:

$$M_b = 1 : m_b$$

$$M_b \approx \frac{n \times |s_b|}{|s_o| \times 10\,000}$$

mit $n \geq 1$

Dabei ist

M_b der Bildmaßstab;

m_b die Bildmaßstabszahl;

$|s_b|$ der Wert des Pixelabstandes des digitalen Messbildes in Mikrometer(μm);

$|s_o|$ der Wert des Bodenpixels des digitalen Orthophotos in cm.

Der Maßstab der analogen Messbilder ist im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.2.3 Überdeckung

Zur Minimierung radialer Lageversetzungen von Objekten ober- und unterhalb des digitalen Höhenmodells (z. B. Bauwerke, hohe Vegetation) sind für die Ableitung des Orthophotos die Randbereiche der Messbilder zu vermeiden. Bei Bildverbänden ist eine entsprechende Längsüberdeckung (z. B. 70 %) und Querüberdeckung (z. B. 30 %) zu wählen.

ANMERKUNG Ist zur besseren Interpretation dieser Objekte ihre perspektive Abbildung im Orthophoto erwünscht, werden die Messbilder bei Bildverbänden mit den Standardüberdeckungen von $p = 60 \%$ und $q = 20 \%$ (stereoskopisch) oder $p = q = 20 \%$ (einfach) aufgenommen.

Zur Erzeugung von true Orthophotos ist ein hoher Überdeckungsgrad mit ausreichender Querüberdeckung (z. B. 60 %) notwendig.

Die Überdeckungswerte sind im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.2.4 Kontrastausgleich

Liegt die maximale Dichte von Negativvorlagen bei Schwarzweißfilmen mehr als 1,5 über dem Basisschleier (siehe DIN 18740-1), muss ein Kontrastausgleich (siehe DIN 18716-2) erfolgen. Er kann analog oder digital durchgeführt werden. Bei digitalem Kontrastausgleich muss die Bildtiefe des Messbildes mindestens 10 bit je Pixel betragen.

Ein Kontrastausgleich ist im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.3 Digitales Messbild

4.3.1 Analog/Digital-Wandlung (A/D-Wandlung)

Die A/D-Wandlung (siehe DIN 18716-2) des analogen Messbildes muss mit einem geeigneten Scanner durchgeführt werden. Ist die geometrische Auflösung des analogen Messbildes vollständig zu erhalten, ist ein Pixelabstand s_b zu verwenden von:

$$s_b = \frac{500}{A}$$

Dabei ist

A das Auflösungsvermögen in Linienpaaren je mm (Lp/mm);

s_b der Pixelabstand in Mikrometer (μm).

Für die Ableitung von Orthophotos kann s_b größer gewählt werden (siehe 4.3.4.1).

4.3.2 Geometrische Qualität der A/D-Wandlung

Die Scannerkoordinaten dürfen um höchstens 8 μm von ihrem Sollwert abweichen. Die Einhaltung dieser Qualitätsanforderung ist durch ein geeignetes Prüfverfahren, z. B. mit Hilfe einer gescannten Präzisionsgitterplatte an mindestens 20 Gitterpunkten, nachzuweisen. Der zeitliche Abstand und die sachliche Veranlassung dieser Prüfung müssen den Vorgaben des Herstellers entsprechen.

4.3.3 Geometrische Qualität der digitalen Kamera

Die geometrische Qualität der digitalen Kamera muss der einer analogen photogrammetrischen Kamera entsprechen.

4.3.4 Auflösung des digitalen Messbildes

4.3.4.1 Geometrische Auflösung

Die geometrische Auflösung des digitalen Messbildes ist vom Zweck der Orthophotoherstellung abhängig. Der Pixelabstand s_b sollte 30 μm nicht überschreiten und darf, bezogen auf das Gelände, nicht größer als das Bodenpixel des Orthophotos sein.

Die geometrische Auflösung des digitalen Messbildes ist im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.3.4.2 Bildtiefe

Die Bildtiefe muss mindestens 256 Graustufen (= 8 bit/Pixel) je Farbkanal umfassen. Bei Einzelbildern sollte der ganze Dynamikbereich (digital verfügbarer Grauwertumfang) ausgefüllt sein. Bei Bildverbänden ist der Dynamikbereich der Einzelbilder auf den Dynamikbereich des gesamten Verbandes abzustimmen.

4.3.5 Speicherung des digitalen Messbildes

Der Datenträger und das Format der Daten sind im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.3.6 Innere Orientierung

Im gescannten Messbild müssen sämtliche Bildmarken (siehe DIN 18716-1) enthalten sein. Zur Rekonstruktion des Aufnahmestrahlenbündels sind die Daten des Kalibrierungszertifikats der Aufnahmekamera zu verwenden. Die Koordinaten im Scannersystem sind unter Verwendung aller Bildmarken durch eine geeignete Transformation, z. B. Affintransformation, in das Koordinatensystem der Aufnahmekamera zu überführen.

Die Verbesserungen der Bildkoordinaten in den Bildmarken des gescannten Messbildes nach Berechnung der inneren Orientierung dürfen 10 µm nicht überschreiten.

4.3.7 Äußere Orientierung

Die Daten der äußeren Orientierung (siehe DIN 18716-1) können mit verschiedenen Verfahren, z. B. durch satellitengestützte Bildtriangulation (siehe DIN 18716-2), bestimmt werden.

Die Qualität der äußeren Orientierung muss sicherstellen, dass die Standardabweichung der Lagekoordinaten berechneter Bodenpunkte nicht größer als das 0,5fache der festgelegten Standardabweichung σ_{XY} der georeferenzierten Lagekoordinaten des Orthophotos ist.

Die Einhaltung dieser Qualitätsanforderungen ist zu dokumentieren.

4.4 Digitales Höhenmodell

4.4.1 Allgemeines

Die Qualität des digitalen Höhenmodells bestimmt maßgeblich die Qualität des Orthophotos.

Typ des digitalen Höhenmodells, Begrenzung, Punktverteilung und Qualitätsanforderungen sind im Formblatt nach Anhang A festzulegen.

4.4.2 Einfluss von Höhenfehlern

Ein Höhenfehler Δh verursacht näherungsweise folgenden radialen Lagefehler Δr_o des Orthophotos, bezogen auf das Gelände:

$$\Delta r_o \approx \frac{r'}{c} \times \Delta h$$

Dabei ist

r' radialer Abstand des Punktes vom Nadir im Messbild ($\approx$ Bildmitte);

c die Kamerakonstante;

Δh der Höhenfehler.

4.4.3 Typ des digitalen Höhenmodells

4.4.3.1 Allgemeines

Der Typ des zu Grunde zu legenden digitalen Höhenmodells (digitales Gelände- oder Oberflächenmodell oder Mischform) hat sich an dem Verwendungszweck, der Standardabweichung σ_{XY} der georeferenzierten Lagekoordinaten des herzustellenden Orthophotos und, sofern eine analoge Ausgabe vorgesehen ist, dem Zielmaßstab zu orientieren.