

# DIN-Normungsarbeit in der Photogrammetrie und Fernerkundung – Stand und Perspektiven

SVEN BALTRUSCH<sup>1</sup> & RALF REULKE<sup>2</sup>

*Zusammenfassung: Die Normungsarbeit ist eine Gemeinschaftsaufgabe, die von den Experten der interessierten Kreise und den Mitarbeitern von DIN erfüllt wird. Das DIN fungiert als „runder Tisch“, an dem Vertreter der "interessierten Kreise" (z. B. Wirtschaft, Anwender, Wissenschaft und Forschung, öffentliche Hand) konsensbasiert Normen und Standards markt- und zeitgerecht erarbeiten. sDIN-Normen sind Empfehlungen, deren Anwendung freiwillig ist. Eine Anwendungspflicht kann sich aufgrund von Rechts- oder Verwaltungsvorschriften sowie aufgrund von Verträgen oder sonstigen Rechtsgründen ergeben. DIN-Normen bilden einen Maßstab für einwandfreies technisches Verhalten.*

*Für die Bereiche Photogrammetrie und Fernerkundung existiert der Normungsausschuss NA 005-03-02 AA „Photogrammetrie und Fernerkundung“. Dieser Arbeitsausschuss bearbeitet die Terminologie-Norm DIN 18716, Photogrammetrie und Fernerkundung – Begriffe, die durch die Festlegung von Begriffsdefinitionen eine Grundlage für eindeutige fachspezifische Kommunikation schafft und bei der photogrammetrischen Auswertung angewandt wird.*

*Anforderungen an Photogrammetrische Produkte werden in der Normenreihe DIN 18740 festgelegt, die bereits vielfach bei der Vergabe von Dienstleistungen als anzuhaltender Standard eingesetzt wird. Beispielhaft stellt die Normenreihe einen wesentlichen Baustein bei den Vergabeleistungen von photogrammetrischen Dienstleistungen der deutschen Landesvermessungsbehörden (Bildflüge, Digitale Orthophotos und Digitale Höhenmodelle) dar.*

*Aktuelle Projekte beschäftigen sich mit der Bildqualität, mit Hyperspektralscannern und der Bodenbewegungsanalyse auf Basis der Radarfernerkundung. Der Beitrag gibt einen aktuellen Überblick und will die Perspektiven diskutieren.*

## 1 Der DIN-Normungsausschuss NA005-03-02 „Photogrammetrie und Fernerkundung“

Der DIN-Normungsausschuss NA005-03-02 AA „Photogrammetrie und Fernerkundung“ setzt sich aus Vertretern von Behörden bzw. Verwaltungen, von Universitäten und Fachhochschulen sowie von Firmen zusammen. Außerdem werden projektbezogen Arbeitskreise eingerichtet, in denen Fachleute, zeitlich befristet, für das jeweilige Normungsvorhaben mitwirken.

Die Mitarbeit im DIN-Normungsausschuss erfolgt ehrenamtlich und wird von seinem Obmann Prof. Dr. rer. nat. Ralf Reulke koordiniert. Neben den Treffen der Ad hoc - Arbeitskreise finden zwei Sitzungen des Arbeitsausschusses im Jahr statt. Der Arbeitsausschuss ist weiterhin offen für neue Mitarbeiter. Internationale Aktivitäten sind in die Normungsarbeit integriert.

---

<sup>1</sup> Landesamt für innere Verwaltung Mecklenburg-Vorpommern, Amt für Geoinformation, Vermessungs- und Katasterwesen, 19059 Schwerin, Deutschland, E-Mail: sven.baltrusch@laiv-mv.de

<sup>2</sup> Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, 10099 Berlin, Deutschland, E-Mail: reulke@informatik.hu-berlin.de

Behörden und Industrie geben Themen vor, begleiten die Normentwicklung und wenden die Normen an. Die Normen vereinfachen das Verhältnis Auftraggeber – Auftragnehmer durch klare Festlegung der Ausgangssituation und der Angabe von Qualitätsmaßen. Ein entsprechendes Formblatt in der Normenreihe DIN 18740 formalisiert diese Beziehung.

Im Arbeitsausschuss werden aktuelle, dringende Probleme von Behörden und Industrie aufgegriffen und beraten (z.B. im Zusammenhang mit dem Normungsprojekt DIN 18740-6). Ein weiteres Beispiel ist die Beteiligung an einer Kameraevaluierung aktueller digitaler Kameras (DIN 18740-4), in Zusammenarbeit mit der EuroSDR und der DGPF.

Normen unterstützen die Lehrtätigkeit an den Universitäten, da sie fachliche Grundlagen komprimiert und übersichtlich darstellen.

## **2 DIN 18716**

Die DIN 18716 legt Begriffe der Photogrammetrie und Fernerkundung zur Erfassung und Charakterisierung von Oberflächen mit abbildenden digitalen Sensorsystemen fest. Sie dient der Vereinheitlichung der Grundbegriffe und Benennungen.

Die Norm 18716 beinhaltet folgende Abschnitte:

- Allgemeine Begriffe
- Physikalische Grundlagen
- Aufnahmeverfahren
- Auswerteverfahren

Sie enthält Begriffe, die für mehr als eine Norm der Normreihe DIN 18740 relevant sind. Spezielle Begriffe, die nur für eine Norm bzw. einen Normteil relevant sind, werden nur in dieser Norm definiert. Bei der Überarbeitung einer Norm der Reihe DIN 18740 sind somit ggfs. Anpassungen in DIN 18716 erforderlich. Es wird in so einem Fall ein Änderungsblatt der DIN 18716 parallel veröffentlicht. In regelmäßigen Abständen werden die Änderungen in einer neuen Vollversion der DIN 18716 zusammengeführt.

## **3 Die Normenreihe DIN 18740**

Die Normenreihe DIN 18740 legt Qualitätsanforderungen an photogrammetrische Produkte fest. Veröffentlicht wurden:

- DIN 18740-1:2001-11, Photogrammetrische Produkte - Teil 1: Anforderungen an Bildflug und analoges Luftbild (ohne Ersatz zurückgezogen)
- DIN 18740-2:2005-02, Photogrammetrische Produkte - Teil 2: Anforderungen an das gescannte Luftbild (ohne Ersatz zurückgezogen)
- DIN 18740-3:2015-08, Photogrammetrische Produkte - Teil 3: Anforderungen an das Orthobild
- DIN 18740-4:2016-04, Photogrammetrische Produkte - Teil 4: Anforderungen an digitale Kameras für Luftbild und Weltraumphotogrammetrie

- DIN 18740-5:2012-08, Photogrammetrische Produkte - Teil 5: Anforderungen an die Klassifizierung optischer Fernerkundungsdaten
- DIN 18740-6:2014-12, Photogrammetrische Produkte - Teil 6: Anforderungen an digitale Höhenmodelle
- DIN 18740-7:2014-12, Photogrammetrische Produkte - Teil 7: Anforderungen an das PAN-Sharpening

Grundsätzlich werden die Fachbegriffe, die in Ergänzung zu den in DIN 18716 definierten Begriffen für die jeweilige Norm erforderlich sind, definiert. Begriffe beinhalten stets eine englische Begriffsübersetzung.

In Anhängen sind Formblätter enthalten, welche die Definition des entsprechenden photogrammetrischen Produktes unterstützend ermöglichen sollen.

Im Folgenden werden die aktuellen Normen der Normenreihe DIN 18740 kurz vorgestellt.

### **3.1 DIN 18740-3: Anforderungen an das Orthobild**

Diese Norm legt Anforderungen an die Herstellung von Orthobildern aus Luft- und Satellitenbildern und daraus abgeleitete Orthobildprodukte fest. Sie dient dazu, die Qualitätsanforderungen an Orthobilder und an Orthobildprodukte festzulegen und die Abhängigkeit der Qualität dieser Produkte von den Teilprozessen und den einzelnen Einflussgrößen zu beschreiben.

Gegenüber der Vorgängerversion (DIN 18740-3:2003-10) wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) die überarbeitete Norm reduziert sich auf die Herstellung digitaler Endprodukte und deren Anforderungen;
- b) Anforderungen an analoge Endprodukte wurden gestrichen;
- c) Anhänge A und C wurden normativ;
- d) in Abschnitt 3 wurden die englischen Begriffe hinzugefügt;
- e) die Norm wurde redaktionell überarbeitet

Orthobilder 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.

DIN 18740-3 behandelt drei Schwerpunktthemen:

- allgemeine Anforderungen;
- Prüfung;
- Spezifikation für Orthobildprodukte.

### **3.2 DIN 18740-4: Anforderungen an digitale Kameras für Luftbild und Weltraumphotogrammetrie**

Die DIN 18740-4 gilt für digitale Kameras auf Flugzeug- und Satellitenplattformen, die Bildaufnahme und die dabei entstehenden Bilddaten. Diese Norm gilt für Bilddaten von digitalen Flächen- oder digitalen Zeilenkameras, die für messtechnische Zwecke eingesetzt werden.

Die DIN 18740-4 wurde auf Basis der Vorgängerversion (DIN 18740-4:2007-09) geändert:

- a) In der überarbeiteten Version wird bei den Anforderungen kein Unterschied zwischen Luftbild- und Satellitenkameras gemacht;
- b) der Titel wurde geändert;
- c) die Norm wurde generell überarbeitet und an den Stand der Technik angepasst.

Eine digitale Messkamera stellt einen Sensor dar. Sie ist integriert in ein Sensorsystem, welches u. a. auch die Plattform, das Positionsbestimmungssystem und die Navigation sowie die Datenspeicherung umfasst. Detektoren erfassen das durch das optische System projizierte Bild. Die Erfassung erfolgt über einzelne Detektorelemente oder Detektorarrays, die in der Fokalebene angeordnet sind (räumliche Diskretisierung). Die aus den Detektorelementen ausgelesenen elektrischen Signale werden anschließend digitalisiert (radiometrische Diskretisierung) und als zweidimensionales geordnetes Datenfeld für die Weiterverarbeitung zur Verfügung gestellt. Die einzelnen Elemente dieses Datensatzes werden als Pixel bezeichnet.

Das auf diese Weise entstandene digitale Bild ist Grundlage für photogrammetrische und fernerkundliche Anwendungen sowie für Visualisierungsaufgaben.

DIN 18740-4 behandelt drei Schwerpunktthemen:

- Kamerasystem;
- Bildaufnahme;
- digitales Bild

### **3.3 DIN 18740-5: Anforderungen an die Klassifizierung optischer Fernerkundungsdaten**

Diese Norm gilt für Landbedeckungsklassifizierungen auf der Grundlage multispektraler Luft- und Satellitenbilddaten, die mittels digitaler optischer Sensoren (Flächen- oder Zeilenkameras) hergestellt werden. Diese Sensoren müssen messtechnische Anforderungen (radiometrisch und geometrisch) erfüllen.

Satellitengestützte Sensoren stellen inzwischen eine geometrische Auflösung zur Verfügung, die bisher den Luftbildkameras vorbehalten war. Andererseits haben sich seit der Einführung digitaler Luftbildkameras auch die verwendeten geometrischen Auswertemethoden weitgehend angenähert, so dass frühere Unterscheidungsmerkmale zwischen flugzeug- und satellitengestützten Sensoren ihre Bedeutung verloren haben.

Die hohe geometrische Auflösung dieser digitalen Systeme bedingt dabei neue Algorithmen und Verfahren für die Auswertung und Interpretation der Bilddaten, insbesondere auch im Bereich der Klassifizierung und computergestützten Objekterkennung.

Digitale bildgebende Satellitensensoren sind im Gegensatz zu analogen (filmbasierten) Luftbildkameras in der Regel absolut kalibriert. Die radiometrischen Kalibrierinformationen ermöglichen eine Umrechnung der Bildgrauwerte (DN = „Digital Number“) in absolute Strahldichten. Für Satellitensysteme wird auf Grund des großen Abstandes zwischen Sensor und Objekt üblicherweise der Atmosphäreinfluss korrigiert.

Aus der absoluten radiometrischen Kalibrierbarkeit digitaler Sensoren ergeben sich neue Möglichkeiten für die Erstellung abgeleiteter Produkte, (z. B. bei der Klassifizierung), da diese Kameras die Eigenschaften hoher geometrischer Qualität mit denen radiometrischer Standards von Erdbeobachtungssystemen verbinden.

Die Klassifizierung setzt eine aus der fachlichen Sicht des Anwenders erfolgte genaue Festlegung und Beschreibung der zu klassifizierenden Objekte voraus. Sie erfordert eine

Objektidentifikation und Objektbeschreibung durch multispektrale und strukturelle Merkmale im Bild, die gegebenenfalls durch multitemporale Objekteigenschaften (z. B. Zu- oder Abnahme eines Merkmalswertes in einem festgelegten Zeitintervall) in ihrer Aussagefähigkeit ergänzt werden. Der Klassifizierungsprozess im engeren Sinne realisiert die Abbildung der aus den Bilddaten abgeleiteten Objekte auf die fachlichen, anwenderspezifischen Objektfestlegungen. Die Klassifizierung erfordert eine Vorverarbeitung der Bilddaten zur Herstellung einer vergleichbaren Datenqualität, die Gewinnung, Bereitstellung und Bearbeitung von Referenzdaten und Zusatzinformationen sowie die Nachbearbeitung.

DIN 18740-5 behandelt drei Schwerpunktthemen:

- Anforderungen an Sensoren und Aufnahmebedingungen;
- Anforderungen an Algorithmen und Verfahren;
- Genauigkeitsanforderungen.

### **3.4 DIN 18740-6: Anforderungen an digitale Höhenmodelle**

Diese Norm gilt für die Ableitung von digitalen Höhenmodellen, die auf der Grundlage terrestrischer oder flugzeug- bzw. satellitengestützter Erfassungsmethoden hergestellt werden. Diese Sensoren müssen geometrische Anforderungen erfüllen. Es werden sowohl Digitale Geländemodelle als auch Digitale Oberflächenmodelle behandelt. Die Höhenmodelle finden u.a. Anwendung in geobezogenen Aufgabenstellungen der Landesvermessung, der Umweltverwaltung, der Lagerstättenforschung und der Archäologie.

Die dreidimensionale Punktmenge eines Digitalen Höhenmodells (DHM) kann durch verschiedene Methoden erfasst werden. Hierbei reicht die Bandweite von der Digitalisierung analoger Quellen über photogrammetrische Methoden bis zum Airborne Laserscanning. Die Verfahren kommen je nach Projektdefinition hinsichtlich der erforderlichen Genauigkeit und Punktdichte unter Beachtung der Wirtschaftlichkeit zum Einsatz.

Ebenfalls aufgabenspezifisch werden die erforderlichen Elemente, wie z.B. Massenpunkte und geländecharakteristische Strukturelemente zur Beschreibung von DHM festgelegt. Die Oberflächenmodellierung ist letztendlich vom mathematischen Ansatz, z.B. der Wahl des Interpolationsverfahrens, Methodik der Vermaschung etc., abhängig.

Zunehmend gewinnt die dritte Dimension bei der Erfüllung von geo-bezogenen Aufgabenstellungen an Bedeutung. Das Anforderungsprofil der tatsächlichen Anwendung setzt hierbei die Genauigkeitsanforderungen und folglich die Klassenzugehörigkeit fest.

DIN 18740-6 behandelt drei Schwerpunktthemen:

- Erfassungsmethoden
- Klassifizierung von DHM
- Produktableitung aus DHM-Datensätzen und ihr praktischer Einsatz

### **3.5 DIN 18740-7: Anforderungen an das PAN-Sharpning**

Diese Norm gilt für Bilddaten, die durch Datenfusionsverfahren erzeugt wurden. Je nach eingesetztem Verfahren bilden fusionierte Bilddaten die Grundlage für Anwendungen in der Photogrammetrie, Kartographie und Fernerkundung.

Zur Verbesserung der Messgenauigkeit und damit auch zur Erweiterung der Verwendbarkeit von Sensoren ist es zweckmäßig, spektrale Daten unterschiedlicher Sensoren miteinander zu

fusionieren, um eine verbesserte geometrische und radiometrische spektrale Datengrundlage für eine digitale Weiterverarbeitung zu erhalten.

Daneben gibt es in der Photogrammetrie und Fernerkundung eine Vielzahl von zusätzlichen Anwendungen, die Fusionstechnologien verwenden:

- Auflösungsverbesserung
- Fusion von Bild- und Abstandsdaten (Orthophotoerstellung)
- Monitoring (Change Detection, Objektverfolgung/Tracking) mit Multisensorsystemen
- Orientierung (Kombination aus GPS, IMU, etc)
- Integration von Daten verteilter und mobiler Sensoren auf der Basis von Geo-Sensornetzwerken, Sensorschwärme, Muster- und Ereigniserkennung in verteilten Geodaten (-banken)

Diese Norm betrifft abbildende Sensoren und legt Anforderungen an Verfahren zum Pansharpening (Fusion auf Daten-/Signalniveau), der Fusion von niedriger aufgelösten multispektralen mit höher aufgelösten panchromatischen Daten, fest. Bei der Kombination von Daten unterschiedlicher Sensoren ist die exakte Koregistrierung der unterschiedlichen Datensätze im Subpixelbereich von entscheidender Bedeutung.

## **4 Aktuelle Normungsvorhaben**

Die Normenreihe DIN 18740 wird entsprechend der Einschätzung der technischen Entwicklungen in regelmäßigen Abständen aktualisiert. Neben einer Fortschreibung der vorhandenen Normen werden weitere Normen erarbeitet. Im Folgenden werden aktuelle Normungsvorhaben kurz vorgestellt.

### **4.1 DIN 18740-8: Anforderungen an die Bildqualität (Güte optischer Fernerkundungsdaten)**

Dieses Normungsvorhaben 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.

Satellitengestützte Sensoren stellen inzwischen eine geometrische Auflösung zur Verfügung, die bisher den Luftbildkameras vorbehalten war. Deshalb gilt das Normungsvorhaben sowohl für Daten von digitalen Luftbildkameras als auch von Satellitensystemen (z.B. SPOT, IKONOS, QUICKBIRD oder RapidEye). Die hohe geometrische Auflösung dieser digitalen Systeme bedingt dabei neue Algorithmen und Verfahren für die Auswertung und Interpretation der Bilddaten.

Die Bestimmung der Güte von Fernerkundungsdaten lässt sich prinzipiell in (spektral, true color) radiometrische und geometrische Aspekte unterscheiden. Für die Beschreibung lassen sich unterschiedliche Kenngrößen finden, die zum einen (spektral radiometrische und geometrische) Genauigkeitsaspekte (Wandlung von DN in Strahlungsgrößen, geometrische Punktgenauigkeit, z.B. CE90) aber auch Performancegrößen (SNR, MTF) betreffen. Hinzu kommen Artefakte und statistische Eigenschaften der Messfehler (Bildfehler).

Solche Bildfehler sind abhängig von

- der Vorverarbeitung (Rohdaten, PRNU, etc. korrigierte, Pansharpening),
- Fehler durch Algorithmen und mangelhafte Zusatzdaten (DGM, Atmosphärenparameter)
- Übertragungsfehler, etc.

Die Bestimmung der Güte kann auf unterschiedlichen Verarbeitungsniveaus erfolgen. Dies erfordert eine Vorverarbeitung der Bilddaten zur Herstellung einer vergleichbaren Datenqualität, die Gewinnung, Bereitstellung und Bearbeitung von Referenzdaten und Zusatzinformationen.

Die Erfassung der Güte von Fernerkundungsdaten bezogen auf die vorgesehene Anwendung entspricht der Validierung.

Neben Charakterisierung und Vergleich von Fernerkundungssystemen bzw. Bilddaten kann mit diesen Verfahren auch der Einfluss von Bildverarbeitungsalgorithmen (Kompression, Bildschärfung) untersucht werden. Für die Bewertung von Bildverarbeitungsalgorithmen sind jeweils nur, vom Algorithmus abhängige, spezielle Faktoren von Interesse. Bsp: Die Untersuchung des Einflusses von Kompressionsalgorithmen beschränkt sich auf die Untersuchung des Auftretens von Bildartefakten.

Die geometrische und radiometrische Genauigkeit sind ein Teil der Bildqualität und werden im Rahmen der Validierung bestimmt.

#### **4.2 Normungsvorhaben: Anforderungen an Hyperspektralscanner**

Hyperspektrale abbildende Sensoren erfassen einen zusammenhängenden Wellenlängenbereich mit einer hohen Anzahl von schmalbandigen Kanälen (abbildende Spektrometer). Die Wellenlängenbereiche entsprechen denen in der Fernerkundung (UV, VIS, NIR, SWIR, MIR, LWIR). Das Normungsvorhaben bezieht sich auf terrestrische Flugzeug- und Satellitensysteme. Dieses Normungsvorhaben befasst sich mit hyperspektralen Sensorsystemen und der Vorverarbeitung der damit gewonnenen Datensätze.

Eines der großen Probleme von hyperspektralen Sensoren ist die radiometrische und geometrische Kalibrierung. Einen Überblick zu Designs und wesentlichen Parameter zur Charakterisierung eines hyperspektralen Systems findet man in den Beitrag von SPIEB & REULKE (2017).

Die Kalibrierung eines hyperspektralen Sensors bezieht sich auf die jeweiligen spektralen und radiometrischen Messbereiche, des Blickwinkels, der spektralen, geometrischen und radiometrischen Auflösung, der Messgenauigkeit und der Stabilität und Zuverlässigkeit der Daten. Das bedeutet auch, dass die Kalibrierung eines Sensors in regelmäßigen Abständen kontrolliert und ggf. auch aktualisiert werden muss, um die Zuverlässigkeit der Daten über längere Operationszeiträume garantieren zu können. Das sollte entweder vom Hersteller des Sensors selbst, vom Anwender nach entsprechenden Vorschriften des Herstellers oder von autorisierten Labors durchgeführt werden.

#### **4.3 Normungsvorhaben: Anforderungen an die Bodenbewegungsanalyse**

Inhalt dieser Norm ist die satellitengestützte Bodenbewegungsüberwachung. Typische Anwender von radargestützten Beobachtungen des Untergrundes sind die Bergbau- und Energieindustrie, Anwendungen für Infrastruktur und Ingenieur- oder Bauwesen. Nutzer von solchen Systemen sind weiterhin Versicherungen sowie die Verteidigung und der Heimatschutz.

Fragestellungen beziehen sich meist auf Überwachungsaufgaben im Bergbau oder Pipelines, Überwachung für Baustellen, Deiche und Dämme. Natürlich ist die Identifizierung und Veränderungsdetektion ein wichtiges Problem.

Die Parameter des Sensors, aber auch der Prozessierung haben Einfluss auf die Qualität des Endprodukts. Zu den Sensorparametern zählen zum Beispiel Radiometrie und SNR des Systems. Geometrisch ist die Genauigkeit der Lokalisierung im Vergleich zu Referenzinformationen von Bedeutung.

Analog zu optischen Systemen lassen sich eine Reihe von Anforderungen an die Datenakquisition formulieren. Dazu zählen Aufnahmebedingungen (Probleme z.B. durch Kohärenzverlust infolge von Schnee, Wasser), hochgenaue Positionsbestimmung, Aufnahmeplanung unter Berücksichtigung von Orbit und topographische Gegebenheiten am Beobachtungsort.

Weitere Probleme, die im Rahmen einer Norm behandelt werden, sind die interferometrische Auswertung und die Anforderungen an die Koregistrierung, Abschließend beschäftigt sich die Norm mit einer Qualitätsbewertung der Daten, der Zwischen und Endprodukte. Die Produkte werden mit einer Dokumentation ausgeliefert.

## **5 Zusammenfassung und Ausblick**

Die Standardisierungsprojekte werden unter Kollegen gut angenommen. Die Normen unterstützten die Vorbereitung, Durchführung und Bewertung von kommerziellen und wissenschaftlichen Projekten.

Die DIN Normen dienen dem Wissenstransfer und unterstützen den Transfer von wissenschaftlichen Ergebnissen hin zur praktischen Anwendungen von Firmen und der zuständigen Verwaltung. Die entwickelten Standards dienen auch als offizielle Spezifikationen für Ausschreibungen der öffentlichen Verwaltungen in Bezug auf die Dienstleistungsindustrie in Photogrammetrie, Fernerkundung und Geomatik.

## **6 Literaturverzeichnis**

DIN 18740-3:2015-08, 2015: Photogrammetrische Produkte - Teil 3: Anforderungen an das Orthobild, Beuth Verlag GmbH.

DIN 18740-4:2016-04, 2016: Photogrammetrische Produkte - Teil 4: Anforderungen an digitale Kameras für Luftbild und Weltraumphotogrammetrie, Beuth Verlag GmbH.

DIN 18740-5:2012-08, 2012: Photogrammetrische Produkte - Teil 5: Anforderungen an die Klassifizierung optischer Fernerkundungsdaten, Beuth Verlag GmbH.

DIN 18740-6:2014-12, 2014: Photogrammetrische Produkte - Teil 6: Anforderungen an digitale Höhenmodelle, Beuth Verlag GmbH.

DIN 18740-7:2014-12, 2014: Photogrammetrische Produkte - Teil 7: Anforderungen an das PAN-Sharpning, Beuth Verlag GmbH.

DIN 18740-8 (Entwurfsstatus): Anforderungen an Digitale Höhenmodelle

DIN 18740-9 (Entwurfsstatus): Anforderungen an das PAN-Sharpning

SPIESS, CH. & REULKE, R., 2017: Vergleich der optischen Eigenschaften von hyperspektralen Kameras. Publikationen der Deutschen Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation e.V., Band 26, T. Kersten (Hrsg.), 37. Wissenschaftlich-Technische Jahrestagung der DGPF, 8.-10. März 2017 an der Hochschule für angewandte Wissenschaften Würzburg-Schweinfurt, Tagungsband auf CD-ROM, 390-401.