

Qualitätsstandards für photogrammetrische Produkte

Reiner Schwebel

Zusammenfassung

Der Arbeitsausschuss »Photogrammetrie und Fernerkundung« des Deutschen Instituts für Normung (DIN) erarbeitet im Rahmen der Normenreihe DIN 18740 Qualitätsstandards für photogrammetrische Produkte. Für Bildflüge und analoge Luftbilder, Scanner und gescannte Luftbilder und für digitale Orthophotos liegen gültige Normen vor; für digitale Kameras und digitale Luftbilder ist eine Norm in Vorbereitung.

Die Normen beinhalten jeweils einen allgemeinen Teil mit grundlegenden Qualitätsanforderungen an das Produkt, einen projektspezifischen Teil mit vom Benutzer definierten Produkt- und Projektparametern und Angaben zur Prüfung des Produkts. Mit der Normenfamilie DIN 18740 steht Auftraggebern und Auftragnehmern eine flexible technische Basis für Dienstleistungen zur Verfügung; sie trägt dazu bei, ein hohes Qualitätsniveau der photogrammetrischen Produkte sicherzustellen.

Summary

The working group »Photogrammetry and Remote Sensing« of the German Standardization Institute (DIN) introduces with the series of standards of DIN 18740 quality standards for photogrammetric products. For the Photo Flight and Analogue Imagery, Scanners and scanned Aerial Photographs as well as for Orthophotos the series is ready made and the standard for Digital Cameras and Digital Imagery is drafted.

These standards consist of a general part introducing the basic requirements as for the quality and a product and a project specific part for the user to define specific parameters to be satisfied. With the series of standards 18740, the contractors obtain a flexible technical foundation for the provision of services and thus to maintain a high quality level for the products delivered.

1 Einleitung

Die Standardisierung oder Normung ist für die heutige technisierte und globalisierte Welt von grundlegender Bedeutung. Der Transfer von Daten zum Beispiel, die Definition von Qualitätsanforderungen und komplexe technische Vertragswerke sind tägliche Praxis und bedürfen allgemeingültiger Regelungen. Das Deutsche Institut für Normung und dessen Gremien stellen sich auf nationaler und internationaler Ebene dieser Aufgabe.

Die Grundsätze der Normungsarbeit sind in DIN 820-1 wie folgt niedergelegt:

Normung ist die planmäßige Vereinheitlichung von materiellen und immateriellen Gegenständen zum Nutzen der

Allgemeinheit. Sie fördert die Rationalisierung und Qualitätssicherung in Wirtschaft, Technik, Wissenschaft und Verwaltung. Sie dient der Sicherheit von Menschen und Sachen sowie der Qualitätsverbesserung in allen Lebensbereichen.

Die Normung schafft weltweit einheitliche Standards für Systemfunktionen, für die Austauschbarkeit von Komponenten und für die Vergleichbarmachung von Anforderungsprofilen. Die Strategie erfolgreicher Unternehmen und Institutionen besteht darin, eigene Technologien und Erfahrungen in die nationale und internationale Normung einfließen zu lassen.

Im Bereich Photogrammetrie und Fernerkundung wurde mit der DIN-Reihe 18716 Teil 1–3 (1995, 1996, 1997) der Vereinheitlichung von Begriffen der photogrammetrischen Aufnahme und Auswertung sowie der Fernerkundung entsprechend dem damaligen Stand der Technik Rechnung getragen. In der Folgezeit hat sich der DIN-Arbeitsausschuss »Photogrammetrie und Fernerkundung« der Qualitätssicherung von wichtigen photogrammetrischen Produkten gewidmet. Ergebnis dieser Arbeit ist die neue Normenreihe DIN 18740 »Photogrammetrische Produkte« als Beitrag zur nationalen Normung in der Photogrammetrie.

2 DIN – Organisation und Arbeitsweise

Das DIN Deutsches Institut für Normung e. V. ist ein eingetragener Verein, dem per Staatsvertrag die Aufgaben der Normung in Deutschland und der europäischen und internationalen Normung übertragen sind. DIN bildet damit die Plattform, um mit Kompetenz und Effizienz allen interessierten Kreisen (Hersteller, Handel, Verbraucher, Dienstleistungsunternehmer, Wissenschaft und Staat) die aktive Mitarbeit in den nationalen und internationalen Gremien und die Gestaltung der Normen zu ermöglichen.

Die fachliche Arbeit wird in insgesamt ca. 3100 DIN-Arbeitsausschüssen geleistet, in denen ca. 27000 Experten ehrenamtlich engagiert sind. DIN betreut ca. 29000 deutsche und 15000 internationale Normen mit ca. 400 hauptberuflich tätigen Mitarbeitern. Jährlich werden ca. 2000 neue Normen erarbeitet (siehe DIN Geschäftsbericht 2004). Finanziell trägt sich DIN im Wesentlichen selbst durch den Verkauf der Normen und durch Dienstleistungen. Organisatorisch sind die Arbeitsgebiete in Normenausschüsse, Fachbereiche und Arbeitsausschüsse gegliedert.

Die Normungsarbeit findet auf drei Ebenen statt:

- die nationale Normung für den Bereich der Bundesrepublik Deutschland, niedergelegt in DIN-Normen
- die europäische Normung für die Staaten der EU, vom Europäischen Komitee für Normung (CEN) erarbeitet und als EN-Standards veröffentlicht und
- die internationale Normung, durchgeführt von der »Internationalen Organisation für Standards« (ISO) und resultierend in ISO-Standards.

Das Deutsche Institut für Normung vertritt die Bundesrepublik in den europäischen und internationalen Gremien.

Normen, verabschiedet von den Normungsgremien, sind a priori nicht rechtsverbindlich. Sie werden durch Staatsverträge, Gesetze, Verträge oder Vereinbarungen zwischen den interessierten Kreisen verbindlich. Dabei können sie sowohl international, als auch europäisch und national gültig sein (ISO, EN, DIN). Im Bereich Vermessungswesen/Geoinformation/Photogrammetrie werden die vorhandenen Normen im Allgemeinen auf der Basis freiwilliger Vereinbarungen zwischen den Partnern umgesetzt.

3 Normungsgremien für Photogrammetrie und Fernerkundung

3.1 Nationale Normung

Der Arbeitsausschuss 005-03-02 »Photogrammetrie und Fernerkundung« ist einer der vier Arbeitsausschüsse des Fachbereiches 005-03 »Vermessungswesen; Geoinformation«, der wiederum im Normausschuss Bauwesen (NABau) angesiedelt ist. Der Fachbereich, geleitet von H. Knoop, umfasst die Arbeitsausschüsse:

- AA 005-03-01 Geodäsie,
- AA 005-03-02 Photogrammetrie und Fernerkundung,
- AA 005-03-03 Kartographie und Geoinformation,
- AA 005-03-04 Geodätische Instrumente und Geräte

Der Arbeitsausschuss »Photogrammetrie und Fernerkundung«, geleitet von R. Schwebel (1996–2005) bzw. R. Reulke (ab 2005), vereint momentan 12 Fachleute aus den Bereichen Forschung/Lehre, Wirtschaft und öffentlicher Dienst.¹ Mit dieser Zusammensetzung wird der unterschiedlichen Interessenlage Rechnung getragen und der besonders bei Qualitätsnormung wichtige Konsens der interessierten Kreise ermöglicht.

¹ Mitglieder des Arbeitsausschusses 005-03-02: J. Albertz, H. P. Bähr, C. Dörstel, J. Geßler, H. Knoop, K. U. Komp, H. Krauß, W. Kresse, R. Reulke, S. Schenk, R. Schwebel und M. Wiggenhagen

Die speziellen Aufgaben im Bereich Photogrammetrie und Fernerkundung sind:

- Definition von Fachbegriffen
- Festlegung von Qualitätsanforderungen an Systeme, Produkte und Verfahren
- Festlegung von Prüfverfahren
- Strukturierung und Modellierung von photogrammetrischen Daten (siehe 3.2) und
- Standardisierung von Datenschnittstellen (siehe 3.2)

Der Arbeitsausschuss hat bisher zwei Normungsprojekte erarbeitet: Die Normenreihe DIN 18716 »Photogrammetrie und Fernerkundung« definiert Fachbegriffe und besteht aus drei Teilen:

- Teil 1: *Grundbegriffe und besondere Begriffe der photogrammetrischen Aufnahme* (1995)
- Teil 2: *Besondere Begriffe der photogrammetrischen Auswertung* (1996)
- Teil 3: *Begriffe der Fernerkundung* (1997)

Die seit 1997 erarbeitete Normenreihe DIN 18740 »Photogrammetrische Produkte« legt schwerpunktmäßig Qualitätsanforderungen für digitale Produkte der Luftbildphotogrammetrie fest und wird im Abschnitt 4 näher beschrieben.

3.2 Internationale Normung

Die internationale Normung von ISO betrifft vor allen Bilddaten für Photogrammetrie und Fernerkundung im Anwendungsfeld Geographische Informationssysteme. Die ISO-Standards werden im Rahmen von ISO/TC 211 »Geographic Information/Geomatics« (TC = Technical Committee) in der Working Group 6 »Imagery« und unter weiterer Beteiligung des DIN-Arbeitsausschusses »Kartographie und Geoinformation« (nationaler Spiegelausschuss zu ISO/TC 211) erarbeitet. Federführung und Koordinierung auf deutscher Seite liegen in den Händen von W. Kresse (Kresse, 2005). Die Projekte (mit geplanter Veröffentlichung) sind:

- ISO 19101-2 »Imagery reference model« (6/2006)
- ISO 19115-2 »Metadata-Part for imagery and gridded data« (10/2007)
- ISO 19129 »Imagery, gridded and coverage data framework« (10/2005)
- ISO 19130 »Sensor data models for imagery and gridded data« (5/2007)

Neben der ISO existieren weitere Gremien, die sich mit der internationalen Standardisierung befassen. Das Open Geospatial Consortium (OGC) widmet sich Standards für die Nutzung des Internets für die Übertragung von Sensordaten aus dem Bereich der Photogrammetrie und Fernerkundung. GeoTIFF ist ein von Systemherstellern und Anwendern getragenes Datenformat zur Speicherung der

Georeferenzierung von Orthophotos und Satellitenbildern. Details hierzu finden sich in Kresse, 2005.

Die »Deutsche Gesellschaft für Photogrammetrie, Fernerkundung und Geoinformation« (DGPF) hat 2002 einen eigenen Arbeitskreis »Internationale Standardisierung DGPF« gegründet, der sich Fragen der nationalen und internationalen Standardisierung widmet (Leitung W. Kresse).

4 Qualitätsnormen für photogrammetrische Produkte

4.1 Grundsätzlicher Aufbau

Bei der Auswahl der Normungsvorhaben hat sich der DIN Arbeitsausschuss von drei Grundsätzen leiten lassen:

- der Normungsgegenstand soll wirtschaftlich bedeutend sein und dem Stand der Technik entsprechen
- der Normungsgegenstand soll ein Kernprodukt der Photogrammetrie sein und
- die Normenfamilie soll praxisorientiert und so strukturiert sein, dass jeder Normteil ein in sich abgeschlossenes Anwendungsfeld komplett abdeckt.

Entsprechend diesen Grundsätzen wurde die Normenreihe DIN 18740 für bildorientierte Produkte der Luftbildphotogrammetrie konzipiert. Anwendungsfelder wie digitale Höhenmodelle oder die Erfassung topographischer Daten sind nicht mit einbezogen, da deren Qualitätsanforderungen wesentlich von behördlichen Vorgaben bestimmt sind.

Die Normenreihe umfasst die folgenden Teile:

- 18740-1 »Anforderungen an Bildflug und analoge Luftbilder« (veröffentlicht 11/2001)
- 18740-2 »Anforderungen an das gescannte Luftbild« (veröffentlicht 2/2005)
- 18740-3 »Anforderungen an das Orthophoto« (veröffentlicht 10/2003)
- 18740-4 »Anforderungen an digitale Luftbildkameras und an digitale Luftbilder« (Normentwurf 6/2006)

Die Normen sind nach folgendem Schema aufgebaut:

Vorwort

- 1 Anwendungsbereich
- 2 Normative Verweisungen
- 3 Begriffe
- 4 Allgemeine Anforderungen
- 5 Prüfung

Anhang mit Formblatt zur Projektspezifizierung
Stichwortverzeichnis

Im jeweiligen Abschnitt 3 werden wichtige Begriffe der digitalen Photogrammetrie definiert, die nicht in der Nor-

menreihe DIN 18716 zu finden sind. Die grundlegenden Anforderungen sind jeweils im Abschnitt 4 festgelegt und betreffen produzierende Systeme, Verfahren, die erzeugten Produkte und deren Dokumentation.

Die projektspezifischen Anforderungen an das jeweilige Produkt sind als Formblatt im Anhang zusammengestellt und betreffen Parameter und Eigenschaften des individuellen Projektes. Mit diesen Spezifikationen wird den Anwendern der Normen, also sowohl den Auftraggebern als auch den dienstleistenden Unternehmen, der notwendige Spielraum in der Projektgestaltung gelassen und gleichzeitig die Gewissheit gegeben, alle für die Produktfestlegung notwendigen Parameter erfasst zu haben. Die Vervielfältigung des Formblattes ist gestattet, es kann von der Homepage der DGPF heruntergeladen werden. Die Projektspezifikationen haben sich für die Praxis als besonders wertvoll erwiesen. Die Normen werden abgerundet mit einem Stichwortverzeichnis zum gezielten Suchen nach Begriffen und Vorgaben.

Die Normenreihe bietet somit den Auftragnehmern und Auftraggebern eine neutrale und technisch fundierte Plattform zur Festlegung von Produkteigenschaften und deren Kontrolle und ist daher die Basis der Qualitätssicherung.

4.2 Gesichtspunkte zu den einzelnen Normen

4.2.1 Bildflug und analoges Luftbild

Die 2001 veröffentlichte Norm DIN 18740-1 (DIN, 2001, Schwebel, 2001) trägt der Tatsache Rechnung, dass auch heute noch der weitaus größte Teil der Luftbildaufnahmen mit analogen Reihenschlitzkameras ausgeführt wird. Im Hinblick auf die Probleme am Markt, auf die oftmals unvollständigen und unrealistischen Ausschreibungen und Angebote bei Bildflügen war eine Norm zur Qualitätssicherung von Bildflugprodukten überfällig. Zudem hängt die Qualität von gescannten Luftbildern entscheidend von der Qualität des analogen Bildes ab – was nicht im Bild enthalten ist, kann auch nicht herausgeholt werden.

Die Norm oder Auszüge aus ihr werden in der Praxis erfolgreich eingesetzt (siehe Kiefer, 2002).

4.2.2 Scanner und gescanntes Luftbild

Das gescannte Luftbild ist im Produktionsprozess der digitalen Photogrammetrie von grundlegender Bedeutung und wird diese auch während der nächsten Jahre behalten. Dafür sprechen auch die Verkaufszahlen von photogrammetrischen Scannern.

Die Norm gibt nicht nur Hilfestellung bei der Definition eines qualitativ hochwertigen Endproduktes, dem gescannten Bild, sie hilft auch den eingesetzten Scanner bezüglich seiner geometrischen und radiometrischen Leistungsfähigkeit einzuordnen, um so die Erwartungs-

haltung an das zu liefernde Produkt realistisch zu gestalten (Neumann, 2005).

Neben der Klassifizierung des Scanners wurde besonderer Wert auf die Nachvollziehbarkeit seiner Leistungsfähigkeit gelegt. In DIN 18740-2 ist hierzu der Nachweis der geometrischen Kalibrierung sowie der radiometrischen Dynamik des Scanners vorgesehen. Bei der Spezifikation des Scanprojektes ist dieser Nachweis eine optionale Vereinbarung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer.

4.2.3 Das digitale Orthophoto

Digitale Orthophotos werden heute in unterschiedlichen Fachgebieten und mit verschiedenen Ansprüchen eingesetzt. Bei topographisch orientierten Anwendungen spielt die geometrische Genauigkeit eine wesentliche Rolle, bei fernerkundlichen Anwendungen steht zum Beispiel die Bodenauflösung im Vordergrund. Der im Jahr 2003 veröffentlichten Norm DIN 18740-3 »Anforderungen an das Orthophoto« (DIN, 2003) liegt deshalb ein parametergesteuerter Ansatz zur Qualitätssicherung zu Grunde. Damit kann die Qualität von Orthophotos, Orthophotomosaiken und Orthophotokarten systematisch geplant und kontrolliert werden (Schwebel, 2004).

Ausgehend von den grundlegenden Parametern der Bodenauflösung und der geforderten Lagegenauigkeit des Orthophotos werden der Typ des Höhenmodells und Eigenschaften der Orthophotoprodukte festgelegt. Daraus lassen sich die Anforderungen an die Ausgangsdaten (Bild, Höhenmodell, Orientierung), die Verarbeitungsprozesse, die Ausgabe und die Prüfung der Geometrie und Radiometrie ableiten. Die Norm enthält ebenfalls Aussagen zu Qualitätsanforderungen an das »true Orthophoto«.

Die Norm sieht eine Reihe von Prüfungen vor, die in der Projektspezifikation von Auftraggeber und Auftragnehmer zu vereinbaren sind und in einem Prüfbericht dokumentiert werden können. Die zulässigen Grenzwerte der Prüfgrößen werden in Abhängigkeit von den grundlegenden Parametern festgelegt.

Die geometrische Prüfung umfasst:

- die Überlagerung des Orthophotos mit Karten- oder GIS-Daten,
- den Vergleich der georeferenzierten Passpunktkoordinaten im Orthophoto mit den Sollwerten,
- den entsprechenden Vergleich mit Kontrollpunkten und
- bei Orthophotomosaiken die Messung von Restklaffungen.

Der Umfang der Prüfung der Orthophotos sollte zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer in Relation zum Produktionsaufwand in der Projektspezifikation vereinbart werden. Dabei ist ein wichtiger Parameter die Anzahl der Kontrollpunkte im Projekt.

Die Wirksamkeit der vorgesehenen Prüfverfahren wurde durch Wiggenhagen und Wissmann, 2003 eindringlich nachgewiesen.

Die projektspezifischen Festlegungen finden ihren Niederschlag in dem Formblatt »Spezifikation für Orthophotoprojekte«. Die Norm wird ergänzt mit je einem Beispiel zur Projektspezifikation und zum Prüfbericht.

4.2.4 Digitale Luftbildkameras und digitale Luftbilder

Digitale Luftbildkameras werden derzeit von verschiedenen Anbietern in den photogrammetrischen Markt eingeführt. Direkt erfasste digitale Bilddaten können dem Nutzer vielfache Vorteile bringen. Das sind z.B. die zeitgleiche Erfassung multispektraler Daten, die schnelle Verfügbarkeit, ein erhöhter Dynamikbereich durch 12- anstatt 8-Bit-Daten sowie ein gutes Signal-Rauschverhältnis.

Neue Verfahren und Systeme, die sich in der Phase der Entwicklung und Markteinführung befinden, einer Standardisierung zu unterziehen, ist ein nicht ganz unproblematisches Unterfangen: Einerseits sollten die Normvorgaben so allgemein sein, dass sie für die unterschiedlichen und auch zukünftigen Lösungen gültig sind; andererseits soll eine Norm konkrete Angaben machen, die von praktischem Nutzen sind.

Der Arbeitsausschuss »Photogrammetrie und Fernerkundung« ist sich dieser Problematik bewusst. Um jedoch zu einem frühen Zeitpunkt dem Praktiker die Kriterien zur Entscheidungsfindung für Systembeschaffungen und Qualitätsstandards für das Endprodukt – das digitale photogrammetrische Bild – geben zu können, wurde das Normprojekt »Anforderungen an digitale Luftbildkameras und digitale Luftbilder« in Angriff genommen (siehe Dörstel, Reulke, Schwebel, 2004). Es wird notwendig sein, die Norm entsprechend dem jeweiligen Stand der Technik fortzuführen.

Entsprechend dem heutigen Stand der Technik sind zwei unterschiedliche Prinzipien der digitalen Luftbilddaufnahme zu berücksichtigen:

- Aufnahmen mit flächenmäßig angeordneten CCD-Elementen und kompletter Zentralperspektive (Flächenkameras) und
- Aufnahmen mit CCD-Zeilen und Zentralperspektive quer zur Flugrichtung und Parallelprojektion in Flugrichtung (Zeilenkameras).

Wegen der begrenzten Größe der CCD-Flächendetektoren setzen sich Flächenkameras aus mehreren Kameraköpfen mit jeweils eigenem Objektiv und Detektor zusammen. Das photogrammetrische Messbild wird dann aus mehreren, sich überlappenden Teilbildern (Originalbilder) zusammen gesetzt. Zeilenkameras erzeugen Bildstreifen, die aus einer Folge von Zeilenbildern bestehen, die über die innere und äußere Orientierung zu einem photogrammetrischen Messbild vereint werden. Der Normentwurf berücksichtigt beide Prinzipien bzw. beide Kameratypen.

Im Normentwurf DIN 18740-4 wird besonderer Wert auf die praxisgerechte Überprüfung der Qualität von Ka-

mera und digitalem Bild gelegt (siehe Dörstel, Schwebel, 2005). Die herstellerseitige Kamerakalibrierung der Geometrie erfolgt in zwei Schritten:

- Bestimmung der inneren Orientierung des Kamerakopfes (Zeilenkamera) bzw. der einzelnen Kameraköpfe bei der Flächenkamera und
- Bestimmung der Lage des inertialen Messsystems zur Bildebene bzw. der relativen Lage der Kameraköpfe zueinander.

Die Kamerakalibrierung wird vom Hersteller durch eine Testfeldbefliegung (Referenzflug) in Lage und Höhe überprüft, die wiederum als Maßstab für eine periodische Überprüfung des Kamerazustandes durch den Anwender dient (Validierungsflug).

Die radiometrischen Eigenschaften der Kameras müssen ebenfalls durch Kalibrierung bestimmt werden. Im Unterschied zu analogen photographischen Kameras ermöglichen digitale Systeme eine reproduzierbare Messung von Grauwerten, wenn der gemessene Grauwert mit physikalisch relevanten Umgebungsparametern in Verbindung gebracht wird. So wird im Normentwurf gefordert, dass alle Kameramodule radiometrisch kalibriert werden und die multispektralen Kanäle absolut radiometrisch kalibriert sein müssen. Nach dem heutigen Stand der Technik werden ein 12-Bit-Dynamikbereich, eine hohe radiometrische Stabilität und ein gutes Signal-zu-Rausch-Verhältnis (SNR) gefordert.

5 Umsetzung der Normen und Ausblick

Wie schon erwähnt, gibt es a priori keine Verpflichtung zur Anwendung von DIN-Normen. Diese kann sich erst auf Grund von Rechts- oder Verwaltungsvorschriften oder auf Grund von Verträgen ergeben, die zwischen den Partnern vereinbart oder von einem Partner vorgegeben werden. Die Partner müssen die Überzeugung gewinnen, dass mit der Anwendung der Norm die wesentlichen technischen Zielsetzungen erreicht werden. Die Normen sind in aller Regel eine wichtige Erkenntnisquelle für fachgerechtes Verhalten im Normalfall; sie können nicht alle möglichen Sonderfälle erfassen, so dass diese außerhalb des Normenwerkes geregelt werden müssen.

Normen können als Ganzes oder in Teilen angewendet werden. Die Anwendung als Ganzes ist die vornehmliche Zielsetzung der Normarbeit; sie wird bei den vorliegenden Normen durch weitgehende Parametrisierung ermöglicht. Wenn zwischen den Partnern schon Prozeduren und Regelungen bestehen, so kann auch eine Teilumsetzung der Norm, d. h. das Heranziehen oder Ausklammern einzelner Passagen der Norm, gerechtfertigt sein.

Die Normenreihe DIN 18740 soll möglichst allgemeingültig sein und gleichzeitig den nationalen Erfordernissen entsprechen. Zukünftiges Ziel ist es, die DIN-Normen in internationale Standards umzusetzen – ein Prozess, der

wegen den unterschiedlichen nationalen Anforderungen und Grundlagen im Vermessungswesen zeit- und kostenintensiv sein wird. Der Arbeitsausschuss »Photogrammetrie und Fernerkundung« hat sich deshalb bewusst entschieden, zuerst eine technisch fundierte und am deutschen Vermessungswesen orientierte Basis für die Qualitätssicherung zu schaffen. Mit der Normreihe DIN 18740 ist dies gelungen.

Hinweis: Die beschriebenen Normen sind im Buchhandel oder beim Beuth-Verlag, Berlin, erhältlich.

Literatur

- DIN, 2001: DIN 18740-1 Photogrammetrische Produkte – Teil 1: Anforderungen an Bildflug und analoges Luftbild, Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN, 2003: DIN 18740-3 Photogrammetrische Produkte – Teil 3: Anforderungen an das Orthophoto, Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN, 2005: DIN 18740-2 Photogrammetrische Produkte – Teil 2: Anforderungen an das gescannte Luftbild, Beuth-Verlag, Berlin.
- DIN, 2006: E DIN 18740-4 Photogrammetrische Produkte – Teil 4: Anforderungen an digitale Luftbildkameras und digitale Luftbilder, Beuth-Verlag, Berlin.
- Dörstel, C., Reulke, R., Schwebel, R., 2004: Berücksichtigung digitaler Kameras im neuen Normentwurf E DIN 18740-4, DGPF-Jahrestagung 2004, Halle.
- Dörstel, C., Schwebel, R., 2005: Qualitätsstandards für photogrammetrische Produkte und deren Umsetzung, DGPF-Jahrestagung 2005, Rostock.
- Kiefer, L., 2002: Ausschreibung von Bildflügen – Erfahrungen der Flurneuordnungsverwaltung Baden-Württemberg. DGPF-Jahrestagung 2002, Neubrandenburg.
- Kresse, W., 2005: Neues von ISO/TC 211 und vom Open Geospatial Consortium, DGPF-Jahrestagung 2005, Rostock.
- Neumann, K., 2005: Scannen von Luftbildern nach DIN 18740-2, PFG 4/2005.
- Neumann, K., Schwebel, R., 2004: Normentwurf für gescannte Luftbilder, DGPF-Jahrestagung 2004, Halle.
- Schwebel, R., 2001: Qualitätssicherung für Bildflug und analoges Luftbild durch neue DIN-Norm. – PFG 1/2001.
- Schwebel, R., 2004: Parametergesteuerte Qualitätssicherung von Orthophotos nach DIN 18740-3. – PFG 6/2004.
- Wiggenhagen, M., Wissmann, U., 2003: Untersuchungen zur Prüfung digitaler photogrammetrischer Produkte nach DIN 18740, DGPF-Jahrestagung 2003, Bochum.

Anschrift des Autors
Dr. Reiner Schwebel
Reuchlinstraße 32
73431 Aalen
reiner.schwebel@t-online.de