

Qualitätsmanagement und Qualitätssicherung in der Ingenieurgeodäsie

Quality Management and Quality Assurance for Engineering Geodesy

Volker Schwieger

Qualitätsmanagement spielt keine wichtige Rolle in der Ingenieurgeodäsie. Von besonderer Bedeutung ist dagegen in der Ingenieurgeodäsie die Qualitätssicherung und dort insbesondere die Teilaufgabe der Qualitätsmessung und -kontrolle. Das lässt sich damit begründen, dass die Geodäsie im Allgemeinen und die Ingenieurgeodäsie im Speziellen eine messende Disziplin ist und sich daher schon immer mit Messinstrumenten und damit Prüfmitteln beschäftigt. Aus diesem Grund sind Instrumentenprüfungen und -kalibrierungen Kernthema der Ingenieurgeodäsie, da sie die korrekte Funktionsfähigkeit der Instrumente sicherstellen. Ein weiterer Schwerpunkt in der Geodäsie ist die Definition, Entwicklung und Bestimmung von Qualitätsmerkmalen und -parametern.

Schlüsselwörter: Qualitätsmanagement, Qualitätssicherung, Qualitätsmodell, Kalibrierung, Instrumentenprüfung

Quality management does not play a vital role within engineering geodesy, but quality assurance is of special importance for engineering geodesy, especially the subtask of quality measurement and control. This may be motivated by the measuring character of geodesy in general and engineering geodesy especially. Therefore measurement and test equipment is a standard for geodesists. For this reason, instrument checks and calibrations are a focal topic in engineering geodesy, since the instruments have to work correctly. Another focal point within geodesy is the definition, development and determination of quality criteria and quality parameters.

Keywords: Quality management, quality assurance, quality model, calibration, instrument check

1 EINLEITUNG

Hohe Qualität in der Geodäsie, das war doch schon immer selbstverständlich. Diesen Satz würde, so vermutet der Autor, jeder Geodät sofort unterschreiben. Natürlich gibt es eine Vielzahl an Veröffentlichungen, die sich mit der Qualität geodätischer Messungen und Auswertungen beschäftigen. Dem Autor wurde, nachdem er den Auftrag erhalten hatte, eine Zusammenfassung der in der Fachzeitschrift „allgemeine vermessungs-nachrichten (avn)“ erschienenen Beiträge zum Thema Qualität der letzten 25 Jahre zu schreiben, aufgrund der Vielzahl der relevanten Artikel etwas unwohl. Qualitätsmanagement, Qualitätssicherung, Qualitätskontrolle, Qualitätsmodelle und Qualitätsparameter spielen eine Rolle

beim Thema Qualität. Des Weiteren sind gerade die für den Geodäten sehr bedeutenden Themenbereiche Instrumentenprüfung und Kalibrierung essenziell. Eine umfassende Darstellung all dieser Themenbereiche ist faktisch nicht möglich. Versucht wird eine auf avn-Beiträge gestützte möglichst umfassende Darstellung des Themenbereichs in der Hoffnung, dass sich kein (unberücksichtigter) Autor benachteiligt fühlt. Es sei zudem darauf hingewiesen, dass reine Genauigkeits- oder Zuverlässigkeitsuntersuchungen nicht berücksichtigt wurden, obwohl diese natürlich zur Qualitätsmessung und -kontrolle entscheidend beitragen.

Wie soll man nun den Begriff Qualität beschreiben? In der Norm DIN EN ISO 19113 (2005) ist Qualität als „die Gesamtheit von Merkmalen eines Produkts bezüglich ihrer Eignung, vorgegebene und unausgesprochen enthaltene Erfordernisse zu erfüllen“ definiert. Grundlegender ist die Definition in DIN EN ISO 9000 (2005), in der die Qualität kurz und prägnant als „Grad, in dem ein Satz inhärenter Merkmale Anforderungen erfüllt“ beschrieben wird. Beide Definitionen sind korrekt und beinhalten, dass die Qualität nur anhand von Anforderungen definiert werden kann und dass zur qualitativen und quantitativen Beschreibung entsprechende Qualitätsmodelle und deren Detaillierung, die Qualitätsparameter, notwendig sind. Die übergeordneten Begriffe sind die Qualitätssicherung und insbesondere das Qualitätsmanagement, die im weitergehenden Text zuvorderst eingeführt und diskutiert werden.

2 QUALITÄTSMANAGEMENT

Das Qualitätsmanagement umfasst alle organisatorischen Maßnahmen zur Verbesserung von Produkten, Prozessen und Zielen jeder Art. Wesentliche Grundlage zur Definition und Einführung sind dabei die Normen der Familie DIN EN ISO 9000. Diese wurden erstmalig im Jahr 1988 veröffentlicht und fanden insbesondere in der Produktion starken Anklang. In /Stahl 2001a/ wird auf die Tendenz von der produktbezogenen Normung hin zur prozessbezogenen Herangehensweise der Normen eingegangen. Auch im Bauwesen und in der Geodäsie kommen diese prozessbezogenen Normen zum Einsatz. /Klein & Wolff 1997/ streichen die Bedeutung der Ingenieurgeodäsie im Bauprozess heraus und befürworten einen

integrativen Ansatz, der die Ingenieurgeodäsie nicht als bloße Auftragsarbeit betrachtet (mit einem eigenen Qualitätsmanagement), sondern deren Leistungen direkt in das Qualitätsmanagementsystem des Bauunternehmens integriert werden. Die Überprüfung der geometrischen Qualität ist am Bau von entscheidender Bedeutung. Die Autoren betonen die Notwendigkeit ingenieurgeodätischen Expertenwissens an mehreren Phasen des Bauprozesses. Besondere Erwähnung verdienen neben den Prozesselementen Vertragsprüfung, Designlenkung und Beschaffung die QM-Elemente Prozesslenkung und Prüfungen. Diese grundlegenden Gedanken der Prozessintegration und auch der Prozesslenkung werden von /Möhlenbrink & Schwieger 2007/ unter Einbettung in den Kontext der Regelungstechnik wieder aufgegriffen (Abb. 1).

Den optimalen Einsatz des Qualitätsmanagements im Vermessungswesen diskutiert /Stahl 2002a/. Zielrichtung des Qualitätsmanagements ist die Kundenzufriedenheit. Wichtig sind hierbei die Kommunikation mit dem Kunden und die Erfassung der Kundenreaktion und -einschätzung – mit anderen Worten die Messbarkeit deren Zufriedenheit oder die Evaluation der Qualitätsmanagementmaßnahmen /Stahl 2002b/. /Stahl 1998/ geht auch auf die entscheidende Dokumentation der Prozesse in einem Vermessungsbüro und die sich daraus ergebenden Verfahrensanweisungen ein. Er entwickelt eine projektbezogene Checkliste, die ein transparentes Arbeiten ermöglicht. An dieser Stelle wird bereits der Übergang zur Qualitätssicherung deutlich, denn das transparente Überprüfen ist bereits als Qualitätssicherung zu verstehen. Dieses wird auch in /Zhang & Schwieger 2011/ für Wohnhausbauprozesse herausgestellt.

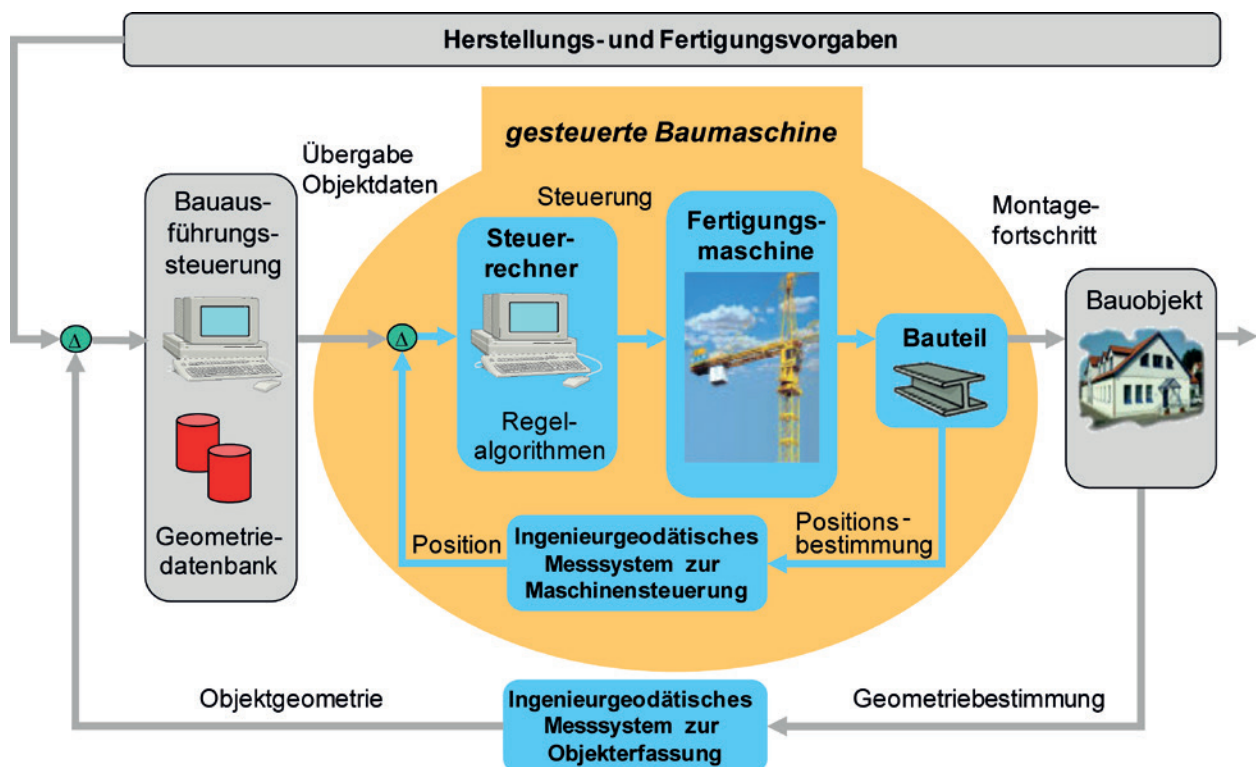


Abb. 1 | Integration ingenieurgeodätischer Prozesse in den Bauausführungsprozess /Möhlenbrink & Schwieger 2007/

3 QUALITÄTSSICHERUNG UND -KONTROLLE

Der Begriff der Qualitätssicherung ist in der Ingenieurgeodäsie zum Teil von größerer Bedeutung als das Qualitätsmanagement. Er beschäftigt sich mit korrigierenden oder vorausschauenden Maßnahmen zur Schaffung der Qualität, zur Qualitätseinhaltung oder, wie es zum Teil auch gesehen wird, der Qualitätsverbesserung. In Abb. 2 wird aufgezeigt, dass zur Qualitätssicherung zunächst ein Qualitätsmodell aufgestellt werden muss, welches durch Merkmale und in der zweiten Stufe, Parameter, konkretisiert wird. Anforderungen definieren Sollwerte für diese Parameter, die wiederum mit ermittelten, meist gemessenen, Istwerten der Parameter verglichen werden. Die Differenz wird bewertet und analysiert. Bei Nichteinhaltung der Anforderungen oder Annäherung an die Einhaltungsgrenzwerte führt die Analyse zu hier nicht näher spezifizierten Qualitätssicherungsmaßnahmen.

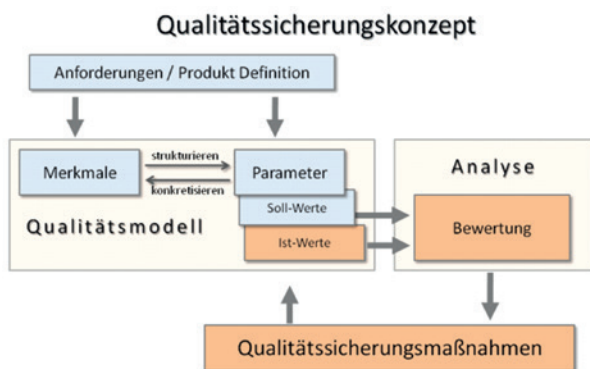


Abb. 2 | Qualitätssicherungskonzept (/Schweitzer et al. 2012/, übersetzt)

Die Qualitätskontrolle im eigentlichen Sinne umfasst nur den Anteil des Soll-Ist-Vergleichs. /Zhang & Schwiager 2011/ stellen ein umfangreiches Qualitätskontrollsystem vor, mit dem in Echtzeit die aktuelle Qualität eines Bauwerks abgerufen werden kann. Es umfasst daher eine um die Analyse erweiterte Qualitätskontrolle. Das System ist für den gesamten Bauprozess für Wohnhäuser geeignet und beschränkt sich somit nicht auf ingenieurgeodätische Prozesse. Eine Integration ist in diesem System somit vollständig gelungen. Die numerische Bewertung erfolgt mit Qualitätsindizes. Grundlage dieser Bewertung ist ein umfassendes Qualitätsmodell (siehe folgenden Abschnitt). Für verschiedene Zeitpunkte im Bauprozess werden Überprüfungslisten, sogenannte Checklisten, definiert, die anschließend nach einem vorgegebenen Schema bewertet werden.

Wesentliche Grundlage des Vergleichs und der Bewertung sind die Prüfmittel, die sich meist als Messinstrumente darstellen. /Stahl 2001b/ stellt fest, dass geodätische Messinstrumente sowohl als Werkzeug als auch als Prüfmittel im Sinne der Normen der Familie DIN EN ISO 9000 gelten können. Damit ist klargestellt, dass geodätische Messungen einen Beitrag zur Qualitätskontrolle und damit auch zur Qualitätssicherung leisten. In der stationären Industrie, z.B. der Automobilindustrie, wird dieses sehr ähnlich gesehen. Im Gegensatz zum geodätischen Einsatz sind die Messmittel, hier hochgenaue Koordinatenmessmaschinen oder Lasertracker, nur Prüfmittel und keine Werkzeuge. Interessant ist dabei, dass deut-

lich andere Parameter als Koordinaten, nämlich beispielsweise Ebenheit oder Parallelität, geprüft werden /Özkul & Becker 2009/, /Cervac 2003/. Dieses gilt auch für die flächenhaft arbeitenden Laserscanner /Geist et al. 2013/. Formtreue ist hier der entscheidende Parameter in der Qualitätskontrolle. /Huep 2009/ sieht Instrumentenprüfung und Kalibrierung als wesentliche Bestandteile der Qualitätssicherung in der Geodäsie. Hierauf wird im Abschnitt 5 eingegangen.

4 QUALITÄTSMODELLIERUNG

Im Abschnitt 3 wurde aufgezeigt (Abb. 2), dass die Qualitätsmerkmale und die sie konkretisierenden Parameter gemeinsam ein Qualitätsmodell darstellen. Das gesamte Modell, aber auch die Sollwerte für die Parameter lassen sich durch allgemeine Anforderungen und spezifische Produktdefinitionen begründen bzw. direkt herleiten. Die Sollwerte sind mit den Istwerten abzugleichen, um die aktuelle Qualität zu bewerten und eventuell korrigierende oder vorausschauende Qualitätssicherungsmaßnahmen zu realisieren. Offensichtlich ist ein wichtiger Aspekt für die Qualitätssicherung die Festlegung von Anforderungen, z. B. /Schweitzer et al. 2012/. Diese legen die Sollwerte der Qualitätsparameter fest, und erst dann kann eine Kontrolle oder Evaluation mithilfe der Istwerte stattfinden. /Boljen 1995/ zeigt auf Grundlage von Genauigkeitsanforderungen auf, wie Auswertemodelle entwickelt werden müssen, um die Anforderungen bei der realen Überprüfung überhaupt erreichen zu können.

In der Regel werden im Bauwesen Toleranzen zur Qualitätsbeschreibung herangezogen. In der Ingenieurgeodäsie sind Genauigkeitsmaße und in geringem Umfang Zuverlässigkeitsmaße vorherrschend. Die Zentralität des Genauigkeitsbegriffs für die Geodäsie wird schon in /Wenderlein 1990/ herausgehoben. Die Ableitung von Messunsicherheiten bzw. Messstandardabweichungen aus vorgegeben Toleranzen wird in /Schulz 2003/ behandelt. Hinsichtlich Genauigkeitsparametern ist die Geodäsie im Wesentlichen durch die Begriffe Standardabweichung und Varianz geprägt. Ergänzend können stochastische Begrifflichkeiten wie Konfidenzellipse genannt werden. All diese Begrifflichkeiten wurden auf die Theorie der geodätischen Netze ausgedehnt.

Eine wesentliche Weiterentwicklung der Genauigkeitsmaße innerhalb geodätischer Netze sind relative Genauigkeitsmaße zwischen zwei Punkten /Schnädelbach 1989/. Auf diese Weise kann zum Beispiel die Standardabweichung eines Punktabstands beurteilt werden, da dieser häufig weit genauer bestimmt werden muss, als die absolute Punktlage der beiden einzelnen Punkte. Auch /Paar et al. 2009/ diskutieren zur Beurteilung geodätischer Netze sowohl relative als auch absolute Genauigkeitsmaße. Diese unterscheiden sich numerisch insbesondere bei Überwachungsnetzen deutlich. Der Anwender muss applikationsbezogen entscheiden, welches Kriterium für ihn das Richtige darstellt.

Die genannten Ansätze und Modelle setzen alle normal verteilte Messwerte und dank linearer oder linearisierter Modelle auch normalverteilte Parameter voraus. Für spezielle Messanordnungen und Auswertungen gilt die Annahme auch bei linearen Auswertemodellen für die Parameter nicht. Eine entscheidende Auswirkung

ist in diesem Fall, dass die normalerweise genutzten Hypothesentests, die alle auf der Normalverteilung der Messgrößen basieren, nicht zu korrekten Entscheidungen führen. /Wieser 2013/ zeigt dieses am Beispiel der aus gemessenen Koordinatendifferenzen abgeleiteten Bewegungen.

Im interdisziplinären Umfeld ist eine Vielzahl mit der Standardabweichung verwandter oder ähnlicher Merkmale gebräuchlich: Linearität, Auflösung, Wiederholbarkeit oder Präzision, Reproduzierbarkeit, innere und äußere Genauigkeit. Die Genauigkeit wird im interdisziplinären Umfeld in der Regel mit der Messunsicherheit (nach GUM, deutsch: „Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen“, /DIN V ENV 13005 1999/) als Parameter beschrieben. /Hennes 2007/ zeigt die Unsicherheitsbestimmung anhand des GUM und auf Basis der Monte-Carlo-Simulation. In den letzten Jahren wird auch in der Geodäsie die Messunsicherheit nach dem GUM als Genauigkeitsparameter propagiert. Die Standardabweichung wird zumindest im wissenschaftlichen Umfeld in den Hintergrund gedrängt. Hier kann zwischen empirisch bestimmten Anteilen (Typ A) und theoretisch modellierten (Typ B) unterschieden werden. In /Neumann 2012/ wird dieses ausgeführt und dabei auf die Bestimmung der kombinierten und erweiterten Unsicherheit hingewiesen. Am Beispiel der Messunsicherheit für eine elektronisch gemessene Strecke wird das Ganze auch numerisch nachvollzogen. Ein verwandter Ansatz weg von der rein stochastischen Modellierung wurde seit 1994 mittels intervallmathematischer Ansätze zur Modellierung systematischer Restabweichungen in die Geodäsie eingeführt. /Kutterer 1998/ zeigt deren Einsatz am Beispiel von Prüf Streckenausgleichungen. Die sich ergebenden Unsicherheitsmaße zeigen, dass eine rein stochastische Modellierung in einigen Fällen eine zu optimistische Darstellung bedingt.

Neben der Genauigkeit ist die Zuverlässigkeit das in der Geodäsie bekannteste Merkmal. Ein Beispiel ist in der Theorie der geodätischen Netze die Aufdeckbarkeit von Ausreißern als ein Zuverlässigkeitsparameter in der Geodäsie. /Hekimoglu & Koch 2000/ zeigen, dass Ausreißer mit den bekannten Data-Snooping oder abgewandelten Methoden nicht immer zuverlässig detektiert werden können.

Darüber hinausgehende Qualitätsmerkmale existieren mit der Sensitivität hinsichtlich vorgegebener Deformationsmodelle nur für Überwachungsmessungen. Ein erstes umfassendes Qualitätsmodell wurde für ingenieurgeodätische Prozesse im Hochbau entwickelt /Schweitzer & Schwiager 2011/. Es umfasst neben der parametergenauen Modellierung auch erste Ansätze für die Qualitätsfortpflanzung durch den Prozess. Für Wohnhausbauprozesse gelang es /Zhang & Schwiager 2011/, ein vollständiges Qualitätsmodell aufzustellen. Es umfasst prozess- und produktbezogene Qualitäts-

merkmale. Im Einzelnen sind das Vollständigkeit, Prozess- und Produktkorrektheit, Genauigkeit, Kosten, Pünktlichkeit, Ressourcen und Synchronität. Applikationsbezogen wurden aber die Merkmale Synchronität, Prozesskorrektheit und Ressourcen gestrichen (Abb. 3). Der sich ergebende globale Qualitätsindex wurde mit dem Term Verfügbarkeit belegt. Hierbei handelt es sich um das Einzige dem Autor bekannte vollständige Qualitätsmodell für Bauprozesse.

5 INSTRUMENTENPRÜFUNG UND KALIBRIERUNG

Wie bereits ausgeführt, ist das geodätische Instrument Werkzeug und Prüfmittel in einem. Aus diesem Grund ist es eine entscheidende Komponente bei der Qualitätskontrolle und Qualitätssicherung. Die Feststellung der Funktionsfähigkeit und die Einhaltung der Anforderungen sind von entscheidender Bedeutung. Hierfür sind daher sowohl die Instrumentenprüfung als auch die Instrumentenkalibrierung für die Geodäsie essenziell.

5.1 Instrumentenprüfung

Bei einer Instrumentenüberprüfung wird festgestellt, ob ein Instrument seinen Anforderungen genügt. Diese Anforderungen sind häufig die Herstellerangaben. Es können aber auch Vorgaben sein, die sich aus der Applikation ergeben oder vom Auftraggeber vorgegeben sind. Sie dienen daher im besonderen Maß dazu, die Qualität der Messungen und zum Teil auch der Auswertung sicherzustellen.

Für den Bereich der Geodäsie haben sich leicht durchzuführende Prüf-, insbesondere Feldprüfverfahren durchgesetzt. Diese werden zum einen in der ISO-Serie 17123 (ISO) genormt oder sie sind in Richtlinien der FIG niedergelegt /Heister 2006/. Für die geodätischen Standardinstrumente Nivellier, Tachymeter und GNSS-Empfänger wurde darüber in der avn diskutiert.

/Staiger 1998/ arbeitet Prüfverfahren für digitale Nivelliere und elektronische Tachymeter auf. Insbesondere stellt er eine Analyse der möglichen Fehlereinflüsse voraus. Von großer Bedeutung sind bei der Prüfung die leicht im Feld realisierbaren Verfahren, da jedes Ingenieurbüro in diesem Fall auch die Chance hat, diese ohne großen Zeitverlust zu realisieren. /Fischer 1998/ arbeitet ein Verfahren hinsichtlich Reichweite und Genauigkeit elektronischer Tachymeter aus. /Gottwald & Rüeger 2000/ diskutieren Anforderungen an ein Feldprüfverfahren unter Heranziehung des FIG-4-Phasenmodells. /Huep 2009/ stellt die gültigen Normen zur Prüfung und Kalibrierung von elektronischen Tachymetern zusammen. Er stellt fest, dass Feldprüfverfahren im Vordergrund stehen, und stellt in Aussicht, dass eine Modellierung von Fehlerquellen und Genauigkeitsmaßen zukünftig mehr und mehr nach dem GUM (vergleiche Abschnitt 4) erfolgen wird. Dieses kann aus heutiger Sicht nur bestätigt werden. Neue Problematiken traten bei elektronischen Tachymetern im kinematischen Modus auf. Hier sind Parameter zum Beispiel in Abhängigkeit von der Objektgeschwindigkeit oder der Totzeit zu bestimmen. Die Zeit spielt folglich eine entscheidende Rolle bei der Instrumentenprüfung, aber auch bei der Kalibrierung /Hennes 1999/. Diese Überlegungen führen bisher nicht zu einem dokumentierten Feldprüfverfahren oder gar einer Norm.

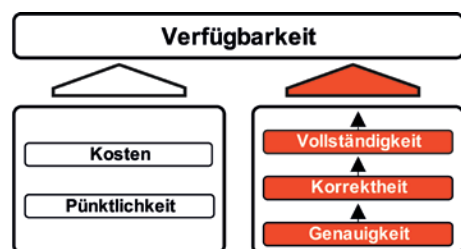


Abb. 3 | Reduziertes Qualitätsmodell für Wohnhausbauprozesse /Zhang & Schwiager 2011/

Gebräuchlich sind einfache Feldprüfverfahren vor allem auch bei Nivelliergeräten, z.B. die Verfahren von Kukkamäki oder Nähbauer. /Neitzel & Petrovic 2004a, 2004b/ entwickeln ein Verfahren, bei dem die Bestimmung des Zielachsenfehlers unter strenger Elimination des Refraktionseinflusses auf Basis von zwei Lattenstandpunkten und drei Instrumentenstandpunkten möglich wird. Das in der ISO 17123-2 definierte Feldprüfverfahren wird gleichfalls hinsichtlich des Einflusses der Refraktion untersucht. /Hennes 2006/ kommt zu dem Schluss, dass der Refraktionseinfluss bei ungünstigen Refraktionsverhältnissen genau so groß wie der Einfluss des Zielachsenfehlers ausfallen kann. Aus diesem Grund sind die Zielweiten in diesen Fällen so kurz wie möglich zu halten.

Im Bereich GNSS kann aufgrund der ständig wechselnden äußeren Bedingungen nur das gesamte System (bestehend im Wesentlichen aus Empfänger, Antenne und Software) überprüft werden. /Heister 2006/ macht hierzu einen Vorschlag, der in leicht veränderter Form Eingang in die ISO-Feldprüfverfahrensreihe gefunden hat. Dagegen kann die Einzelkomponente GNSS-Antenne kalibriert werden.

5.2 Kalibrierung

Kalibrierungen werden dagegen entweder von ausgewiesenen Experten an Forschungsinstituten, Eichämtern oder Universitätsinstituten oder bei den Instrumentenherstellern vorgenommen. Ein sehr gutes Beispiel ist die Theodolit-Prüfmaschine von Leica Geosystems /Lippuner & Scherrer 2005/. Die Maschine bestimmt für jeden Richtungswert des Horizontal- und Vertikalkreises die Korrekturen und somit die Kalibrierwerte. Neben der Theodolitkalibrierung wurde auch bezüglich Nivelliersystemen und GNSS-Antennen in der avn publiziert.

/Heister 2002/ berichtet von Erfahrungen zur Systemkalibrierung von digitalen Nivelliersystemen (Latte und Instrument). Er erreicht die Verbesserung der Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Nivelliersystemkalibrierung durch die Automation der Kalibriereinrichtung. /Schwarz 2005/ beschreibt alle im deutschsprachigen Raum verfügbaren Komparatoren für die Systemkalibrierung. /Woschitz 2005/ zeigt typische Effekte und deren Berücksichtigung am Beispiel des Komparators der TU Graz auf. In jedem Fall ist für Nivelliersysteme die Systemkalibrierung der Komponentenkalibrierung vorzuziehen /Heister et al. 2005/.

Ein anderes Schwerpunktthema der Kalibrierung sind in den letzten Jahrzehnten GNSS-Antennen. Hierbei handelt es nicht um eine Systemkalibrierung, sondern um die Kalibrierung der Komponente Empfangsantenne. /Campbell et al. 2004/ stellen verschiedene absolute und relative Verfahren gegenüber.

6 ZUSAMMENFASSUNG UND AUSBLICK

Zum Qualitätsmanagement wurde in der avn nur in geringem Umfang publiziert, da sich dieses weder in der geodätischen Praxis durchgesetzt noch in der geodätischen Forschung Wichtigkeit erlangt hat. Von besonderer Bedeutung ist in der Ingenieurgeodäsie dagegen die Qualitätssicherung und dort insbesondere die Teilaufgabe der Qualitätsmessung und -kontrolle. Das lässt sich

damit begründen, dass die Geodäsie im Allgemeinen und die Ingenieurgeodäsie im Speziellen eine messende Disziplin ist und sich daher schon immer mit Messinstrumenten und damit Prüfmitteln beschäftigt. Aus diesem Grund sind Instrumentenprüfungen und -kalibrierungen Kernthema der Ingenieurgeodäsie, da sie die korrekte Funktionsfähigkeit der Instrumente sicherstellen. Ein weiterer Schwerpunkt in der Geodäsie ist die Definition, Entwicklung und Bestimmung von Qualitätsmerkmalen und -parametern.

Als Trends lassen sich die automatisierte Qualitätskontrolle und -sicherung durch Integration in den Bauprozess, die Entwicklung prozess- und produktbezogener Qualitätsmodelle und der Weg von der Komponenten- zur Systemkalibrierung feststellen.

LITERATUR

Boljen, J. (1995): Genauigkeitsanforderungen im Nivellementpunktfeld. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 104(1995)7, 267 – 273.

Campbell, J.; Görres, B.; Siems, M.; Wirsch, J.; Becker, M. (2004): Zur Genauigkeit der GPS-Antennenkalibrierung auf der Grundlage von Labormessungen und deren Vergleich mit anderen Verfahren. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 111(2004)1, 2 – 11.



Bei der **Stadt Heidelberg** sind zum nächstmöglichen Zeitpunkt beim **Vermessungsamt** folgende Stellen als

Vermessungsingenieur/ Vermessungsingenieurin

(Diplom (TU/FH)/Master
(Eng./Sc.)/Bachelor (Eng./Sc.))

in der Abteilung Vermessung und Bodenordnung
unbefristet und in Vollzeit zu besetzen.

Kennziffer 1:
**Grundlagenvermessung, geodätische Netze
und mathematische Geodäsie**

Kennziffer 2:
Bodenordnung und Straßenbenennung

Die detaillierte Stellenausschreibung mit weiteren
Informationen finden Sie unter www.heidelberg.de
in der Rubrik Stellenausschreibungen.

Ihre Bewerbung senden Sie bitte **bis spätestens
12. Januar 2015** mit aussagekräftigen
Unterlagen an die

Stadt Heidelberg
Personal- und Organisationsamt
Postfach 105520, 69045 Heidelberg
oder per E-Mail an: Bewerbung@Heidelberg.de

- Cerovac, P. (2003): Ingenieurwesen in der Qualitätskontrolle. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 110(2003)1, 22 – 27.
- DIN V ENV 13005 (1999): Leitfaden zur Angabe der Unsicherheit beim Messen. Beuth, Berlin.
- DIN EN ISO 9000 (2005): Quality management systems – Fundamentals and vocabulary (ISO 9000:2005). Beuth, Berlin.
- DIN EN ISO 19113 (2005): Geoinformation – Qualitätsgrundsätze. Geographic information – Quality principles (ISO 19113:2002). Beuth, Berlin.
- Fischer, E.-N. (1998): Prüfung elektronischer Sensorsysteme bei elektronischen Tachymetern. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 105(1998)11-12, 374 – 378.
- Gottwald, R.; Rüeger, J. M. (2000): Feldprüfverfahren für elektronische Tachymeter – Wunsch oder Realität? In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 107(2000)11-12, 386 – 390.
- Heister, H. (2002): Zur Kalibrierung von digitalen Nivellier-Systemen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 109(2002)11-12, 380 – 385.
- Heister, H. (2006): Systemüberprüfung von GPS-Empfangs-Systemen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 113(2006)5, 162 – 168.
- Heister, H.; Woschitz, H.; Brunner, F. K. (2005): Präzisionsnivellierlatten, Komponenten- oder Systemkalibrierung? In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 110(2005)6, 233 – 238.
- Hekimoglu, S.; Koch, K.-R. (2000): How can reliability of the test for outliers be measured? In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 107(2000)7, 247 – 253.
- Hennes, M. (1999): Grundlegende Aspekte zur Bestimmung der Leistungsfähigkeit von Robottachymetern. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 106(1999)11-12, 374 – 385.
- Hennes, M. (2006): Das Nivelliersystem-Feldprüfverfahren nach ISO 17123-2 im Kontext refraktiver Störeinflüsse. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 113(2006)3, 85 – 94.
- Hennes, M. (2007): Konkurrierende Genauigkeitsmaße – Potential und Schwächen aus der Sicht des Anwenders. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 114(2007)4, 136 – 146.
- Huep, W. (2009): Zur Qualitätssicherung tachymetrischer Messungen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)1, 12 – 19.
- ISO 17123-1 bis -8: Optik und optische Instrumente – Feldverfahren zur Prüfung geodätischer Instrumente. Beuth, Berlin.
- Klein, K. H.; Wolff, D. (1997): Zur Ausgestaltung von Qualitätsmanagement-Systemen im Bauwesen durch ingenieurgeodätisches Expertenwissen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 104(1997)8-9, 161 – 166.
- Kutterer, H. (1998): Die Unsicherheit von Prüfstreckenausgleichungen aufgrund der instrumentellen Rundung. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 105(1998)6, 181 – 187.
- Lippuner, H.; Scherrer, R. (2005): Die neue Theodolit-Prüfmaschine TPM-2 von Leica Geosystems. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 112(2005)5, 170 – 176.
- Möhlenbrink, W.; Schwieger, V. (2007): Zur Prozessintegration der geodätischen Messtechnik. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 114(2007)11-12, 403 – 410.
- Neitzel, F.; Petrovic, P. (2004a): Ein verallgemeinertes Feldverfahren zur Überprüfung von Nivelliergeräten. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 111(2004)3, 82 – 91.
- Neitzel, F.; Petrovic, P. (2004b): Ein Feldverfahren zur Überprüfung von Nivelliergeräten unter strenger Berücksichtigung der Vertikalrefraktion. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 111(2004)6, 220 – 226.
- Neumann, I. (2012): Messunsicherheit bei elektrooptisch bestimmten Strecken. In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn), 119(2012)11-12, 369 – 379.
- Paar, R.; Novakovic, G.; Zuljani, E. (2009): Positioning Accuracy Standards for Geodetic Control. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)7, 280 – 287.
- Özkul, M.; Becker, T. (2009): Qualitätssichernde Messverfahren zur Detektion von Oberflächenmerkmalen in der Automobilindustrie. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 116(2009)7, 268 – 279.
- Schnädelbach, K. (1989): Genauigkeitsmaße zwischen Punkten in dreidimensionalen Netzen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 96(1989)7, 257 – 264.
- Schulz, H. (2003): Zur Ableitung zulässiger Messunsicherheiten aus Toleranzen bei Ingenieurvermessungen an Kranbahnen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 110(2003)7, 259 – 263.
- Schwarz, W. (2005): Komparatoren zur Überprüfung von Präzisionsnivellierlatten. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 112(2005)6, 204 – 212.
- Schweitzer, J.; Schwieger, V. (2011): Modeling of Quality for Engineering Geodesy Processes in Civil Engineering. In: Journal of Applied Geodesy, 5(2011)1, 13 – 22.
- Schweitzer, J.; Kochkine, V.; Schwieger, V.; Berner, F. (2012): Quality Assurance in Building Construction, based on Engineering Geodesy Processes. FIG Working Week, Rom, Italien, 06. – 10.05.2012.
- Stahl, V. (1998): Qualitätsmanagement im Vermessungswesen, Entwicklung und Integration von vermessungsspezifischen Verfahrensanweisungen in einen bestehenden Prozeßablauf und Kontrolle anhand einer entwickelten Projektcheckliste. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 105(1998)10, 345 – 348.
- Stahl, V. (2001a): Qualitätsmanagement im Vermessungswesen. Die DIN EN ISO 9000 im neuen Gewand. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 108(2001)8-9, 302 – 304.
- Stahl, V. (2001b): Qualitätsmanagement im Vermessungswesen – sind Messinstrumente Prüfmittel entsprechend eines QM-Systems? In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 108(2001)11-12, 387 – 389.
- Stahl, V. (2002a): Qualitätsmanagement im Vermessungswesen – was bringt QM dem Vermessungswesen? In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 109(2002)5, 178 – 181.
- Stahl, V. (2002b): Qualitätsmanagement im Vermessungswesen, Messbarkeit der Kundenzufriedenheit. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 109(2002)6, 212 – 214.
- Staiger, R. (1998): Zur Überprüfung moderner Vermessungsinstrumente. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 105(1998)11-12, 365 – 372.
- Wenderlein, W. (1990): Von Genauigkeit zu Genauigkeit. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 97(1990)5, 194 – 197.
- Wieser, A. (2013): Uncertainty of motion detection from coordinate differences. In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn), 120(2013)4, 123 – 128.
- Woschitz, H. (2005): Systemkalibrierung: Effekte von digitalen Nivelliersystemen. In: Allgemeine Vermessungs-Nachrichten (AVN), 112(2005)6, 239 – 244.
- Zhang, L.; Schwieger, V. (2011): Ein Echtzeit-Qualitätskontrollsystem für Wohnhausbauprozesse. In: allgemeine vermessungs-nachrichten (avn), 118(2011)11-12, 368 – 380.

Prof. Dr.-Ing. habil. Volker Schwieger

UNIVERSITÄT STUTTGART
INSTITUT FÜR INGENIEURGEODÄSIE

Geschwister-Scholl-Straße 24D | 70174 Stuttgart
volker.schwieger@ingeo.uni-stuttgart.de

