

| | |
|---------------------|---|
| Zeitschrift: | Geomatik Schweiz : Geoinformation und Landmanagement = Géomatique Suisse : géoinformation et gestion du territoire = Geomatica Svizzera : geoinformazione e gestione del territorio |
| Herausgeber: | geosuisse : Schweizerischer Verband für Geomatik und Landmanagement |
| Band: | 103 (2005) |
| Heft: | 12 |
| Artikel: | Zur Messunsicherheit im Vermessungswesen (II) |
| Autor: | Heister, H. |
| DOI: | https://doi.org/10.5169/seals-236276 |

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 23.02.2026

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>

Zur Messunsicherheit im Vermessungswesen (II)

Im vorangegangenen ersten Teil (Geomatik Schweiz 11/2005) wurde der Begriff der Messunsicherheit eingeführt, so wie er international in der ISO definiert wurde (GUM). In diesem zweiten Teil werden typische Beispiele aus der Vermessungspraxis behandelt, die zum einen das Schema zur numerischen Bestimmung darlegen, zum anderen aber auch die Vorteile gegenüber dem bisherigen Vorgehen zur Angabe der Genauigkeit von Messergebnissen herausstellen sollen. Hierbei wird besonders die standardisierte Behandlung von zufälligen und systematischen Einflussgrößen auf die quantitative Ermittlung der Messunsicherheit deutlich.

Dans la première partie (Géomatique Suisse 11/2005), la notion de l'insécurité du mesurage a été décrite telle qu'elle a été définie dans l'ISO sur le plan international (GUM). Dans cette deuxième partie on traitera d'exemples typiques issus de la pratique de la mensuration, décrivant d'une part le schéma de la détermination numérique et mettant d'autre part en évidence les avantages par rapport au procédé traditionnel de l'indication de la précision de résultats de mesurages. Dans ce contexte apparaîtra notamment le traitement standardisé de facteurs aléatoires et systématiques qui influeront sur la détermination de l'insécurité du mesurage.

Nella parte introduttiva (Geomatica Svizzera 11/2005) si è illustrato il concetto di «insicurezza di misurazione», come definito internazionalmente dall'ISO (GUM). In questa seconda parte si presentano degli esempi tipici, presi dalla pratica, che, da una parte, servono a rappresentare lo schema delle determinazione numerica e dall'altra evidenziano i vantaggi rispetto al procedimento tradizionale per indicare la precisione dei risultati di misurazione. Al riguardo, appare chiaramente il trattamento standardizzato dei parametri sistematici di influenza sulla comunicazione quantitativa della sicurezza di misurazione.

H. Heister

Wie wird die Messunsicherheit in der messtechnischen Praxis berechnet?

Im Folgenden werden nun an verschiedenen kleineren aber auch komplexeren Beispielen analog zu den dargelegten Formeln im ersten Teil typische geodätische Messvorgänge behandelt, um für charakteristische Messgrößen die Messunsicherheit zu berechnen.

1. Beispiel: Azimutbestimmung mit nordsuchendem Kreiseltheodolit

Zur Azimutübertragung auf eine Tunnel-Polygonseite wurde zunächst auf einer

Referenzlinie im Portalnetz der lokale Kalibrierwert

$$E = t - (W_{\text{Ref}} + v_{\text{TR}}) \quad (15)$$

bestimmt. Hierin bedeutet

t der aus Koordinaten bestimmte Richtungswinkel,

W_{Ref} das Mittel der auf der Referenzlinie durchgeföhrten Kreiselmessungen (Weisung),

v_{TR} Temperaturverbesserung auf die Referenztemperatur 20°C.

Danach konnten die Kreiselmessungen im Tunnel auf der Polygonseite von ca. 260 m Länge auch jeweils im Hin- und Rückgang durchgeföhr werden. Mit analogen Bezeichnungen wie oben lässt sich dann das Azimut nach folgendem funktionalen Modell berechnen:

$$A = W_{\text{Poly}} + v_{\text{TP}} + E = W_{\text{Poly}} + v_{\text{TP}} + t - (W_{\text{Ref}} + v_{\text{TR}}). \quad (16)$$

Die Auswertung der Messprotokolle ergab für die Weisung W_{Ref} eine empirische Standardabweichung von

$$s_w = 0,4 \text{ mgon}.$$

Die Beobachtungsverhältnisse im Tunnel wurden so beschrieben, dass mit Horizontalrefraktion zu rechnen war, die sich vorrangig einseitig auf die Kreiselmessungen ausgewirkt hat. Eine Abschätzung über den horizontalen Temperaturgradienten führte für W_{Poly} zu folgenden asymmetrischen Grenzen:

$$b_- = -2,0 \text{ mgon}, \quad b_+ = +0,5 \text{ mgon}.$$

Unter Berücksichtigung einer Zentriergenauigkeit von $e = \pm 1 \text{ mm}$ für Stand- und Zielpunkt im Tunnel leitet sich bei der angegebenen Zielentfernung eine untere und obere Grenz ab:

$$a_+ = W_{\text{Poly}} + 0,5 \text{ mgon} \quad a_- = W_{\text{Poly}} - 0,5 \text{ mgon}$$

bzw. wird nach Formel (5)

$$a = 0,5 \text{ mgon}.$$

Geht man weiter davon aus, dass die Temperaturkalibrierung mit einer Standardabweichung für v_{TP} von

$$s(v_{\text{TP}}) = 0,2 \text{ mgon}$$

durchgeführt wurde und dass in der Ausgleichung des Tunnelpolygons die Standardabweichung für den Richtungswinkel t mit

$$s(t) = 0,3 \text{ mgon}$$

geschätzt wurde, dann lässt sich die kombinierte Messunsicherheit für das Azimut angeben mit

$$u_c(A) = \sqrt{u(W_{\text{Ref}})^2 + u(W_{\text{Poly}})^2 + 2 \cdot u(v_{\text{TP}})^2 + u(t)^2 + u(e)^2}. \quad (17)$$

Hierin bedeuten

$$u(w_{\text{Ref}}) = s_w$$

die Standardunsicherheit der Kreiselmes-
sung auf der Referenzlinien (Kategorie
A) ,

$$u(w_{\text{Poly}}) = \sqrt{\frac{1}{3} a^2 + \Delta^2}$$

die Messunsicherheit (Kategorie B) bei
asymmetrischen Grenzen, berechnet
gemäss Formel (11) bis (14) mit $a = 1,25$
mgon und $\Delta = -1,25$ mgon,

$$u(v_t) = s(v_t)$$

die Standardunsicherheit (Kategorie A)
der Temperaturverbesserungen v_{TR} und
 v_{TP} ,

$$u(t) = s(t)$$

die Standardunsicherheit (Kategorie A) des
ausgeglichenen Richtungswinkels t und
 $u(e) = a$

die Messunsicherheit (Kategorie B) ge-
mäss Formel (8) für die Stand- und Ziel-
punktzentritizitäten e (Zentriergenauig-
keiten).

Mit den oben angegebenen numerischen
Werten lässt sich dann der Ausdruck (17)
umschreiben in:

$$u_c(A) = \sqrt{0,4^2 + 1,4^2 + 2 \cdot 0,2^2 + 0,3^2 + 0,5^2}.$$

Somit kann schliesslich die kombinierte
Messunsicherheit des Azimutes der Tun-
nel-Polygonseite mit

$$u_c(A) = 1,6 \text{ mgon}$$

angegeben werden. Erwartungsgemäss
liefert die systematische Einflussgrösse
Horizontalrefraktion hierzu den grössten
Beitrag. Hätten keine Refraktionsbedin-
gungen vorgelegen, dann verringert sich
die Messunsicherheit auf
 $u_c(\tilde{A}) = 0,8 \text{ mgon}$.

2. Beispiel: Elektrooptische Distanzmessung

Für ein Distanzmessgerät wurde auf einer
EDM-Prüfstrecke, deren Aufteilung Strecken-
messungen unter gleicher Phasenlage
vorsieht, nach ISO 17123 – Part 4 die
Standardabweichung aus der Ausglei-
chung mit

$s(s_0) = 3,8 \text{ mm}$ für $s_0 = 500 \text{ m}$
und die Additionskonstante
 $c = 5,4 \text{ mm}$ mit $s(c) = 0,8 \text{ mm}$
geschätzt.

Aus der Fachliteratur ist bekannt, dass die
Amplitude des periodischen Restfehlers
dieses Gerätetyps mit

$$A = 2 \text{ mm}$$

angesetzt werden kann. Weiterhin ergab
die Frequenzüberprüfung eine Mass-
stabsabweichung von

$$m_1 = +8 \text{ ppm} ,$$

woraus sich für die unkorrigierte Roh-
strecke eine Massstabskorrektur von

$$\delta m_1 = \tilde{s}' \cdot m_1 \quad (18)$$

ableitet. Der Prüfingenieur wies für die
Massstabsbestimmung aus Erfahrung ei-
ne Messunsicherheit von

$$u(m_1) = 2,0 \text{ ppm}$$

aus.

Mit der gleichen Messausrüstung wurde
nun bei einer polaren Punktbestimmung
eine Strecke zu

$$s' = 726,138 \text{ m}$$

gemessen. Hierin ist

$$s' = \tilde{s}' + c + \delta m_2 , \quad (19)$$

Dabei wurde die Additionskonstante c
und der eingestellte ppm-Wert

$$m_2 = 6 \text{ ppm}$$

für die meteorologische Korrektur

$$\delta m_2 = \tilde{s}' \cdot m_2 \quad (20)$$

bereits geräteintern berücksichtigt. Der
verantwortliche Vermessingenieur
beurteilte jedoch die Schwankungsbreite
für die Temperaturmessungen mit $\pm 2^\circ\text{C}$.
Für die Korrektur der Streckenmessung
bedeutet dies eine Breite von

$$dm_2 = \pm 2 \text{ ppm}.$$

Gesucht ist nun das vollständige Messer-
gebnis!

Gemäss Formel (3) kann das funktionale

Modell der Eingangsgrössen wie nachfol-
gend formuliert werden:

$$s = f(\tilde{s}', c, A, \delta m_1, \delta m_2) = \tilde{s}' + c + \tilde{A} + \delta m_1 + \delta m_2 . \quad (21)$$

Auf die Berechnung eines Korrekturwer-
tes \tilde{A} für die Amplitude des periodischen
Fehlers wurde verzichtet.

Das in Tabelle 2 zusammengefasste Rech-
enschema sieht vor, dass zunächst in
den ersten beiden Spalten die in Formel
(21) dargestellten Eingangsgrössen und
ihre Schätzwerte eingetragen werden.
Danach können für die verschiedenen Ein-
gangsgrössen die Messunsicherheiten
übernommen werden:

1. Für die Messunsicherheit der Strecken-
messung gilt

$$u(\tilde{s}') = c_1 \cdot u(s_0) \text{ mit } u(s_0) = s(s_0) \text{ und } c_1 = \frac{s}{s_0} .$$

D.h. die aus der Ausgleichung (s.o.) ge-
schätzte Standardabweichung wird in die
Standardunsicherheit der Eingangsgrösse
«Rohstrecke» mit dem Sensitivitätskoef-
fizienten c_1 überführt und ist somit eine
Komponente der Kategorie A.

2. Für die Messunsicherheit der Addi-
tionskonstanten wird genauso die statis-
tisch geschätzte Standardabweichung
(s.o.) übernommen

$$u(c) = s(c) ,$$

die ebenfalls eine Komponente vom Typ
A ist.

| Einfluss- grösse X_i | Schätzwert x_i [m] | Mess- unsicherheit $u(x_i)$ [mm] | Verteil- lung | Sensitivitäts- Koeffizient $c_i = \partial f / \partial x_i$ [mm] | $u(\tilde{x}_i) =$ $c_i \cdot u(x_i)$ [mm] | Kategorie, Unsicherheits- quelle |
|------------------------------|-------------------------|--|------------------|--|--|--|
| \tilde{s}' | 726,128 ₂ | 3,8 | Normal | 1,45 | 5,5 | A, zufällige Einflüsse |
| c | 0,005 ₄ | 0,8 | Normal | 1 | 0,8 | A, zufällige Einflüsse |
| \tilde{A} | 0 | 1,2 | Rechteck | 1 | 1,2 | B, period. Fehler |
| δm_1 | 0,005 ₈ | 2,0 | Normal | 0,726 | 1,4 | B, zufällige Einflüsse, geschätzt |
| δm_2 | 0,004 ₄ | 3,0 | Normal | 0,726 | 2,2 | B, Temperatur- schwankungen |
| Mess- ergebnis | 726,144 | | | | 6,3 | |

Tab. 2: Berechnung des vollständigen Messergebnisses.

3. Da der periodische Fehler nur durch Informationen aus Fachbeiträgen für diesen Gerätetyp abgeschätzt wurde, musste auf eine Korrektur unter Einbeziehung der richtigen Phasenlage verzichtet werden. Somit kann die Amplitude A nur zur Festlegung einer oberen Grenze a_+ bzw. unteren Grenze a_- herangezogen werden (s. Formel [4]). Unter Annahme einer Rechteckverteilung und Wahrscheinlichkeit von $p = 100\%$, dass diese Grenzen nicht überschritten werden, lässt sich mit (5) und unter Berücksichtigung von (6) die Messunsicherheit nach (10) bestimmen: $u(\tilde{A}) = 0,58 \times 2 = 1,2 \text{ mm}$.

4. Die Korrektur des Massstabes wird durch die Eingangsgröße δm_1 (s. Formel [18]) beschrieben. Ihre Standardunsicherheit vom Typ B konnte über Erfahrungswerte des Prüfingenieurs festgelegt werden. Mit dem Sensitivitätskoeffizienten $c_4 = \tilde{s}'$ wurde schliesslich der Beitrag zum Messunsicherheitsbudget bestimmt.

5. Die letzte Eingangsgröße δm_2 (s. Formel [20]) ist die meteorologische Korrektur. Ihre Unsicherheit wird durch die abgeschätzte Bandbreite in der Temperaturfassung beschrieben. Unter der Annahme, dass die Abschätzung dieser Bandbreite nur mit einer Wahrscheinlichkeit von $p = 50\%$ vorgenommen werden konnte, wird die Messunsicherheit (vom Typ B) nach Formel (5) und (7) abgeschätzt. Mit

$$a = \frac{1}{2} (2 + 2) = 2 \text{ wird } u(m_2) = 1,48 \text{ a} = 3 \text{ mm.}$$

Über den Sensitivitätskoeffizienten $c_5 = \tilde{s}'$ kann dann wieder der Unsicherheitsbeitrag für die gemessene Distanz abgeleitet werden.

Die einzelnen Messunsicherheiten werden abschliessend nach Formel (1) zur kombinierten Messunsicherheit

$$u(s)_c = 6,3 \text{ mm}$$

zusammengefasst. Wenn auch hierbei die Unsicherheiten der Eingangsgrößen Additionskonstante, periodischer Fehler und Massstab keinen erheblichen Anteil zur kombinierten Unsicherheit beitragen, so ist doch der numerische Nachweis zum

gesamten Unsicherheitsbudget vollzogen worden. Soll die erweiterte Messunsicherheit angegeben werden, dann wird mit $k=2$ (Grad des Vertrauens von $\sim 95\%$) $U(s) = \pm 2 u_c$, so dass unter Anbringung aller Korrekturen das vollständige Messergebnis für die Streckenmessung mit $s = 726,144 \text{ m} \pm 12,6 \text{ mm}$ anzugeben ist.

3. Beispiel: Polares Anhängen

Die Messmethode des polaren Anhängens stellt heute eines der wichtigsten Verfahren der terrestrischen Punktbestimmung dar. In den meisten Fällen werden dabei die Beobachtungen nur noch in einer Lage durchgeführt, wobei jedoch die im Tachymeter abgespeicherten Korrekturwerte für die Achsfehler direkt berücksichtigt werden. In Weiterführung des 2. Beispiels können folgende Messungen und Ausgangswerte angegeben werden:

- Koordinaten des Standpunktes P_0
 $x_0 = 12345,658 \text{ m} \quad y_0 = 87654,321 \text{ m}$
 mit $s_x = 1,8 \text{ cm} \quad s_y = 1,6 \text{ cm}$
- Anschlussrichtungswinkel
 $t_A = 343,4343 \text{ gon} \quad s(t_A) = 0,4 \text{ mgon}$

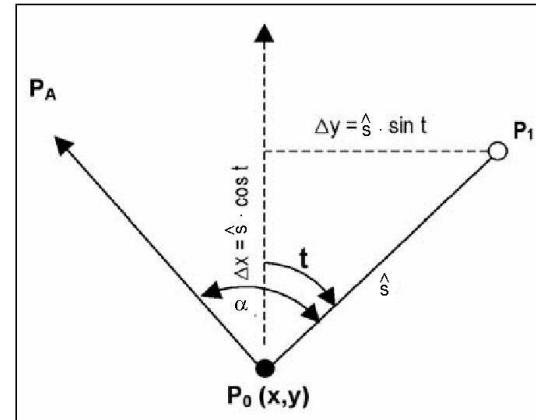


Abb. 3: Polares Anhängen.

- Gemessene Anschlussrichtung
 $\alpha = 99,9999 \text{ gon} \quad s(\alpha) = 0,5 \text{ mgon}$
- Gemessene Distanz
 $s = 726,144 \text{ m} \quad s(s)_c = 0,63 \text{ cm}$
- Gemessene Zenitdistanz
 $z = 97,5310 \text{ gon} \quad s(z) = 0,8 \text{ mgon}$

Zur Bestimmung der Messunsicherheit der Koordinaten von P1 wurde folgendes funktionales Modell aufgestellt (hier wird exemplarisch nur die x-Komponente behandelt):

$$x_1 = x_0 + \hat{s} \cdot \cos t = x_0 + \hat{s} \cdot \cos(\alpha - t_A) \quad (22)$$

| Einflussgröße X_i | Schätzwert x_i [m] | Messunsicherheit $u(x_i)$ [mm] | Verteilung | Sensitivitätskoeffizient $c_i = \partial f / \partial x_i$ | $u(\tilde{x}_i) = c_i \cdot u(x_i)$ [mm] | Kategorie, Unsicherheitsquelle |
|---------------------|----------------------|--------------------------------|------------|--|--|------------------------------------|
| x_0 | 12345,678 m | 18 mm | Normal | 1 | 18 | A, Schätzung aus Ausgleichung |
| s | 732,144 m | 6,3 mm | Normal | 0,78 | 4,9 | B, kombinierte Messunsicherheit |
| z | 97,5310 gon | 0,8 mgon | Normal | 0,35 | 0,3 | B, system. und zufällige Einflüsse |
| α | 99,9999 gon | 0,5 mgon | Normal | 7,19 | 3,6 | B, zufällige Einflüsse, Erfahrung |
| k_z | 0,0024 gon | 0,3 mgon | Rechteck | 7,20 | 2,2 | B, Firmenangabe |
| k_i | 0,0003 gon | 0,3 mgon | Rechteck | 0,28 | 0,1 | B, Firmenangabe |
| k_y | 0,0008 gon | 0,3 mgon | Rechteck | 0,28 | 0,1 | B, Firmenangabe |
| t_A | 343,4343 gon | 0,4 mgon | Normal | 7,19 | 2,9 | A, Schätzung aus Ausgleichung |
| Messergebnis | 12913,477 m | | | | 19,4 mm | |

Tab. 3: Berechnung der kombinierten Messunsicherheit beim polaren Anhängen.

Und unter Berücksichtigung der Achsfehlerkorrekturen (k_z für den Zielachsfehler, k_i für den Kippachsfehler und k_v für den Stehachsfehler) wird (22) zu

$$x_1 = x_0 + s \cdot \sinz \cdot \cos(\alpha + k_2 + k_i + k_v + t_A). \quad (23)$$

Es lässt sich somit wieder das folgende tabellarische Berechnungsschema anschreiben (siehe Tab. 3).

Auch dieses Beispiel macht deutlich, wie einerseits verschiedene Informationsquellen über die Messunsicherheit der Eingangsgrößen verwertet werden können, andererseits aber auch klar dargelegt wird, welchen Unsicherheitenbeiträgen besondere Bedeutung zukommt.

Welche Auswirkungen und Vorteile hat die Messunsicherheit für die Geodäsie?

Die Fortentwicklung der Messsysteme und die weitgehende Automatisierung nahezu aller Messprozesse in der Geodäsie hat einerseits die Genauigkeit erheblich verbessert, andererseits aber auch den Anteil nicht modellierbarer oder auch unbekannter Einflüsse deutlich erhöht. Hinzu kommt, dass mehr und mehr diese Messprozesse durch eine geringe Stichprobe gekennzeichnet sind. Dies alles hat dazu geführt, dass mit den Mitteln der klassischen Statistik die Genauigkeitsmasse wie Standardabweichung nur unzureichend bestimmt werden können. Repräsentative quantitative Genauigkeitsangaben und eine wohlgegrundete Genauigkeitsanalyse sind aber unverzichtbare Kennzeichen jeder messenden Fachdisziplin; hierzu gehört auch die Geodäsie, die gerade auf diesem Gebiet mit ihren statistischen Auswerteverfahren und der Methode der kleinsten Quadrate auf eine lange Tradition zurückblicken kann.

Mit dem GUM wird nun erstmals die Möglichkeit eröffnet, nach einer objektivierten Methode, zufällige und systematische Einflussgrößen in *einem* Genauigkeitsmasse – der *Messunsicherheit* – zu berück-

sichtigen. Das weitgehend auf statistischen Theorien beruhende Verfahren wurde dort so aufgearbeitet, dass es auch für die Praxis zugänglich geworden ist. Da der GUM nur eine allgemeine Anweisung darstellt, sind jetzt die einzelnen Fachgebiete gefordert, diese für ihre typischen Anwendungen durch spezifische Anleitungen oder Normen umzusetzen. Dies ist bisher in der Geodäsie und im Vermessungswesen nur zögerlich zu erkennen (DIN 18710). Dass jedoch die Notwendigkeit hierfür gegeben ist, steht außer Zweifel, insbesondere auch dadurch, dass ein Grossteil unserer Messtätigkeiten interdisziplinär stattfindet und somit eine einheitliche «Sprache» unabdingbar ist. Sicherlich wird es in unserem Fachgebiet noch weitere kontroverse Diskussionen (Schmidt, 2003, Kutterer und Schön, 2004) geben, ob die Voraussetzungen, die dem theoretischen Hintergrund – der Bayes-Statistik – genügen sollten, erfüllt sind. Ob hierbei die kritisierten Vernachlässigungen numerische Auswirkungen haben können, sei dahingestellt.

Der besondere Vorteil des im GUM dargestellten Berechnungsverfahrens zur Messunsicherheit ist darin zu sehen, dass es sich mit internationalen Empfehlungen identifiziert und subjektiven Vorgehensweisen – mögen sie auch im Einzelfall theoretisch exakter sein – keinen Spielraum lässt. Die Genauigkeitsangabe ist somit für jeden Nutzer eindeutig interpretierbar. Bezug sich der Geodät bisher bei seinen Genauigkeitsberechnungen vorrangig weitgehend nur auf Genauigkeitsmasse, die durch zufällige Einflussgrößen bestimmt wurden, so sollte er zukünftig auch den zweiten Schritt vollziehen, nämlich die Berücksichtigung der Unsicherheiten von systematischen Einflussgrößen. Die quantitative Grösse ist durch die *Messunsicherheit* definiert, das Handwerkszeug zu ihrer Berechnung wird durch den GUM bereitgestellt.

Werden die Messungen selbst heute mehr und mehr durch weniger qualifiziertes Personal durchgeführt, so wird es unumgänglich sein, dass die Genauigkeitsanalyse von qualifizierten Messingenieuren vorzunehmen ist, die über eingehende

Kenntnisse der Messprozesse verfügen. Die einzelnen Schritte der Unsicherheitenanalyse – so wie sie in diesem Beitrag an typischen Fällen exemplarisch aufgezeigt wurde – sind nicht nur zur korrekten Quantifizierung des Genauigkeitsmasses geboten, sie liefern darüber hinaus weitere Teilspektre, die auch im Rahmen eines Qualitätsmanagementsystems gefordert werden: So wird aufgedeckt, wo die grössten Unsicherheitenbeiträge entstehen und wo Verbesserungen im Messprozess mit dem Ziel einer Genauigkeitssteigerung besonders sinnvoll sind; andererseits wird auch erkennbar, wo eine grösse Unsicherheit ohne weiteres akzeptiert werden kann, ohne dass die dem Messergebnis beizugehenden Messunsicherheit wesentlich verändert wird. Dadurch kann im Einzelfall ein günstigeres Messinstrument oder gar eine wirtschaftlichere Messmethode eingesetzt werden.

Der Weg zur Bestimmung der Messunsicherheit ist vorgezeichnet, ob wir ihn schneller oder langsamer durchlaufen liegen an uns, auf jeden Fall wird es in einigen Jahren üblich sein, sowohl die Qualität eines Messwertes als auch eines Messinstrumentes durch seine beizugehende *Messunsicherheit* quantitativ zu beschreiben.

Literatur:

Siehe Teil I in Geomatik Schweiz 11/2005.

Prof. H. Heister
Institut für Geodäsie der UniBwM
DE-85577 Neubiberg
h.heister@unibw.de