

Paper-ID: VGI_200315



Ingenieurgeodäsie – die Faszination ständiger Herausforderung

Thomas A. Wunderlich ¹

¹ *Lehrstuhl für Geodäsie, TU München, D-80290 München, Arcisstraße 21*

VGI – Österreichische Zeitschrift für Vermessung und Geoinformation **91** (2), S. 106–114

2003

BibT_EX:

```
@ARTICLE{Wunderlich_VGI_200315,  
Title = {Ingenieurgeod{\a}sie -- die Faszination st{\a}ndiger  
Herausforderung},  
Author = {Wunderlich, Thomas A.},  
Journal = {VGI -- {\0}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessung und  
Geoinformation},  
Pages = {106--114},  
Number = {2},  
Year = {2003},  
Volume = {91}  
}
```





Ingenieurgeodäsie – die Faszination ständiger Herausforderung

Thomas A. Wunderlich, München

Zusammenfassung

Kein Ingenieurbauwerk und keine Produktionsanlage kann heute ohne den Beitrag der modernen Ingenieurgeodäsie geplant, errichtet und erhalten werden. Die Vielseitigkeit der Problemstellungen, die Schwierigkeit Ihrer Bewältigung und der Reiz der Arbeit vor Ort üben stete Anziehung auf die derzeit in diesem Feld tätigen Geodäten und Geodätinnen aus. Der allgemeine Rückgang der Studentenzahlen in den Ingenieurberufen, verschärft durch einen Trend zur datenverarbeitenden Tätigkeit im Innendienst, wirft jedoch das Problem der Nachwuchssicherung für dieses ebenso anspruchsvolle wie reizvolle Arbeitsfeld schon in naher Zukunft auf.

Abstract

Nowadays no demanding structure and no production site can be planned, built and maintained without participation of modern engineering geodesy. The various theoretical problems to solve, the practical obstacles to overcome and the attraction of working on site cause steady fascination for the surveying engineers involved in this field. Decreasing numbers of students in engineering professions, amplified by a trend towards computer work in the office, provoke questions of how to attract future generations for these equally demanding and fascinating challenges.

1. Ingenieurgeodäsie ist anders ?!

Die moderne Geodäsie spannt ein weites Feld ebenso anspruchsvoller wie unterschiedlicher Arbeitsgebiete auf, welche von der Grundstücksvermessung bis zur Kartierung fremder Planeten reichen. Mit zunehmender Komplexität der Aufgabenstellungen müssen neben geometrischer Information auch Sachdaten und physikalische Meßgrößen geeignet erfasst, gespeichert, modelliert und präsentiert werden. Oft bedarf es gemeinschaftlicher Anstrengungen mehrerer geodätischer Disziplinen zusammen mit anderen technischen oder naturwissenschaftlichen Fächern, um den angestrebten Nutzen tatsächlich zu erzielen. Dies trifft insbesondere auf die Ingenieurgeodäsie zu, die nach [4] die Anwendung des Gesamtgebietes der Geodäsie zur Bewältigung der praktischen Anforderungen anderer Ingenieurdisziplinen, speziell des Bauwesens und des Maschinenbaus, zum Inhalt hat. Die Ingenieurgeodäsie ist daher – per definitionem – niemals Selbstzweck, sondern immer auf die maßgeschneiderte Lösung von außen vorgegebener technischer Problemstellungen ausgerichtet. Dabei hat sie keineswegs nur projektspezifische Qualitätsansprüche nachweislich einzuhalten, sondern unterliegt dem extremen Zwang zur Wirtschaftlichkeit.

Die funkelndste Faszination der Ingenieurgeodäsie liegt in der Einzigartigkeit jedes einzelnen Geschäftsfalles – spezifische Anforderungen,

Umgebungen, Umstände und konkurrierende Alternativen schließen universelle Lösungen von vorne herein aus. Ingenieurgeodäsie kann man daher auch nicht „lernen“; man kann nur möglichst viele erfolgsgekrönte Lösungen studieren und dann im Kontext der Aufgabe und des aktuellen Standes der instrumentellen Entwicklung ein belastbares Messkonzept entwickeln. Wesentlich sind dabei Bereitschaft und Talent zum Eindenken in vielleicht unvertraute Problemstellungen und zum permanenten, fachlichen Dialog mit den Projektanten. Dazu gehört vordringlich, die Entwicklung der Bauweisen und Bauabläufe aufmerksam zu verfolgen und sich mit der Zeit das Vokabular der Ingenieurpartner mit dem notwendigen Verständnis und Hintergrundwissen anzueignen. Nur wer aus kargen, meist nicht um Verständlichkeit für Nichtfachleute bemühten, Aussagen unverzüglich erkennt, wo die echten Bedürfnisse des künftigen Partners liegen, wird Erfolg bei der Auftragsvergabe ernten und bei der Abwicklung die nötige Kooperation erfahren.

Praktizierende Ingenieurgeodäten und -geodätinnen sind also ungemein auf anvertrauten und selbst aufgebauten Erfahrungsschatz angewiesen. Dabei sind zahlreiche Entbehrungen hinzunehmen: die Hauptlast der Leistungen muß vor Ort erbracht werden, insbesondere wenn es um die Übertragung der Planung in die Natur geht. Die Absteckung, zentral zwischen den Aufgaben Aufnahme und Projektein-

rechnung (Planungsphase) sowie Abnahme und Überwachung (Nutzungsphase) gelegen [8], ist vornehmstes Hoheitsgebiet der Ingenieurgeodäsie. Sie bedeutet jedoch auch oftmals lange Abwesenheit von Heimatort und Familie, verschärft durch härteste Arbeitsbedingungen und fast unablässigen Zeitdruck. Entschädigt wird man durch die bescheidenen Augenblicke des Stolzes, wenn ein großes Bauwerk oder eine komplexe Anlage fertiggestellt und ihrer Bestimmung übergeben wird. Die innere Befriedigung rührt vor allem aus dem Umstand, dass man persönlich dazu beigetragen, ja sogar selbst Hand angelegt hat – nicht aus der Ferne, sondern am Schauplatz!

2.1. Wenn CAD an seine Grenzen stößt

Der zunehmende Komfort gängiger CAD-Softwarepakete mag manchen zum Glauben verleiten haben, mit ihrer Hilfe sämtliche Entwurfsaufgaben problemlos bewältigen zu können. Schlagen aber die Angaben nur ein bisschen „aus der Art“, muß man schnell nach eigenen Lösungen suchen. Im nachfolgend skizzierten Fall sollten die Hauptpunkte eines in einer schrägen Ebene gelegenen, ellipsenförmigen Steges in Abhängigkeit der Bogenlänge koordiniert werden. Die dabei auftretende Auswertung eines nicht geschlossen lösbarer elliptischen Integrals scheint zunächst harmlos, verfügt man doch aus der mathematischen Geodäsie über gute Kenntnisse

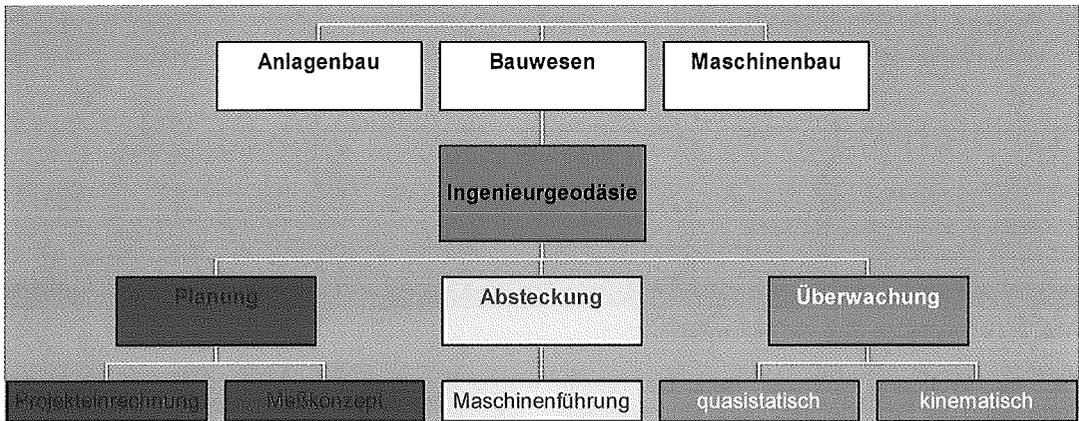


Abb. 1: Einsatzphasen und Aufgaben der Ingenieurgeodäsie

2. Die faszinierendsten Herausforderungen

Sich immer wieder der Herausforderung einer unvertrauten Vermessungsaufgabe zu stellen, übt eine unvergleichliche Faszination auf Ingenieurgeodäten aus. Diesen Reiz wirklich berufen darzustellen, kann eigentlich nur einem ausgewiesenen Praktiker gelingen, der solche Projekte tagtäglich und vom Anfang bis zum Ende umsetzt. Allein, gerade der so herausgestellte Umstand ständig neu anstehender Herausforderungen verhindert es häufig, dass der soeben vollendete Auftrag auch in Form einer Publikation der Fachwelt überliefert wird. Wenn also nun ein Ingenieurgeodät von Seiten der Universität den gleichen Versuch unternimmt, so muß er sich auf Streiflichter beschränken, welche nur bestimmte Phasen einer Projektbeteiligung beleuchten. Gleichwohl sollen daraus die faszinierendsten Exempel der letzten Jahre sorgsam ausgesucht werden, geordnet nach Beiträgen zu Planung, Grundlagenvermessung, Absteckung und Überwachung.

der Legendreschen Reihen. Mit Erstaunen registriert man jedoch mangelnde Konvergenz und muß nach gründlicher Recherche einsehen, dass diese Reihen nur für kleine Exzentrizität (wie jene des Erdmeridians) anwendbar sind. So wird man schließlich zur Anwendung eines geeigneten Algorithmus der numerischen Integration getrieben und revidiert schnell die eher theoriebezogene Einschätzung aus der Studienzeit. Zur Berechnung der Durchstoßpunkte der normal zum Steg geplanten Stahlstützen mit dem Gelände holt man schließlich die seinerzeit auch nicht genügend geschätzten Kenntnisse der räumlichen Vektorrechnung hervor und hat ein neues Erfolgserlebnis. Wenn schließlich auch noch durchgreifende Kontrollen auf Basis der analytischen Geometrie aufgehen, dann blickt man der Absteckung in der Natur beruhigt entgegen. Diese geriet allerdings wegen der hohen Temperaturanfälligkeit der Stahlformen und ungünstiger Witterung während der Montage zu einem ingenieurgeodätischen Husarenstück des Ausführenden, Herrn Ing.-Kons. f. Vermwes.



Abb. 2: Der elliptische Steg von Mitterretzbach

Dipl.-Ing. Wolfgang Hofbauer, Retz. Der detaillierte Gang der Projekteinrechnung einschließlich der anspruchsvollen Bestimmung der gekrümmten Randelemente des Steges ist in [6] für näher Interessierte dokumentiert.

Eine weitere herausfordernde Aufgabe innerhalb einer Projekteinrechnung ergab sich durch die ungewöhnliche Schnittkurve einer torusförmigen Antennenkanzel mit zwei, die Torusachse nicht enthaltenden, Vertikalebene an der Spitze des ästhetisch einmaligen Fernmeldeturmes von Barcelona. Diese, auf eine Kurve 4.Ordnung mit dem klingenden Namen „Spirische Linie des Perseus“ führende, Kurve wurde auf Wunsch des beauftragten Ing.Kons. f. Verm.wes., Herrn Dipl.-Ing. Dr.techn. Gerhard Palfinger [3] von mir streng berechnet, obwohl natürlich eine stückweise, genäherte Bestimmung ausgereicht hätte. Er war jedoch davon überzeugt, dass die vollständige Beherrschung der Geometrie eines Bauwerks die exakte Lösung vorziehen sollte, wann immer dies mit verantwortbaren Mitteln erreichbar wäre.

2.2. Ein Vermessungskonzept im Höchsttempo

Zu den verantwortungsvollsten Aufgaben in der Ingenieurgeodäsie gehört die Entwicklung ei-

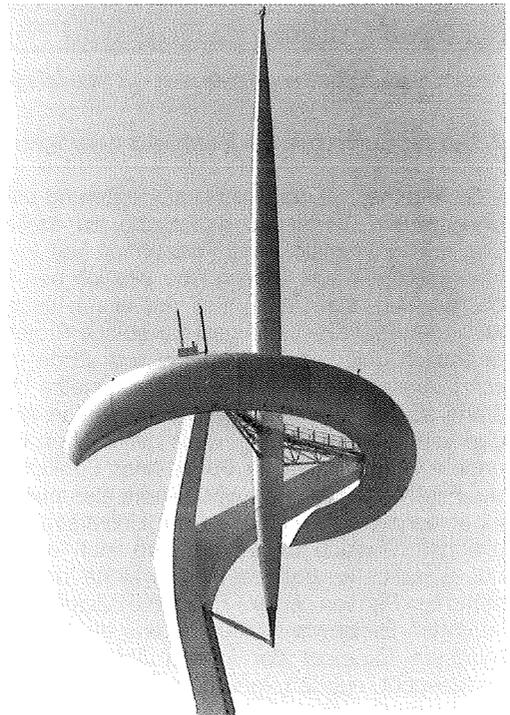


Abb. 3: Die Kanzel des Fernmeldeturmes in Barcelona

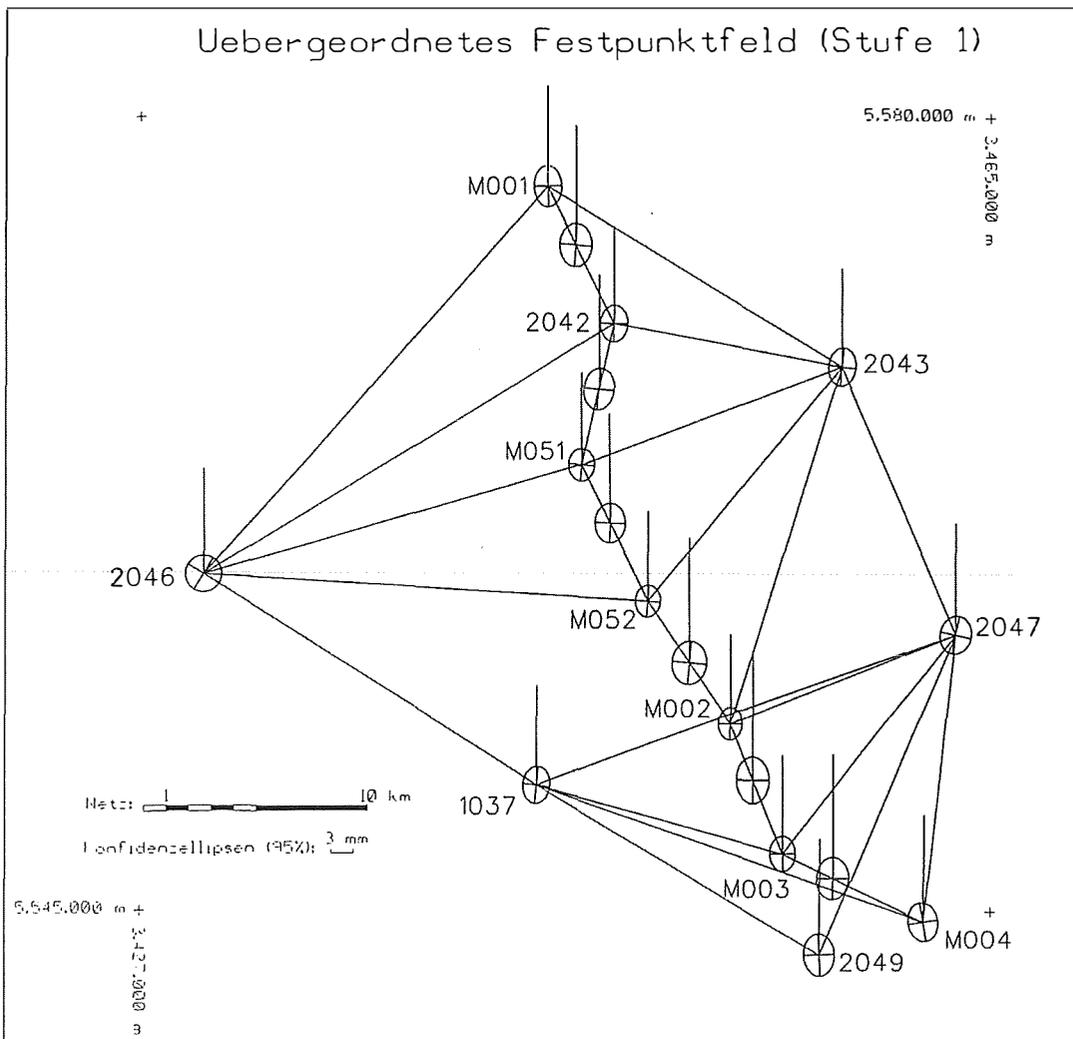


Abb. 4: Netzentwurf und Genauigkeitssimulation

nes umfassenden Vermessungskonzeptes für ein ausgedehntes Ingenieurprojekt. Dabei ist einerseits die Erfüllung aller Vorgaben des Pflichtenheftes, insbesondere der Belange Genauigkeit und Zuverlässigkeit, mit den gewählten Strategien a priori nachzuweisen, andererseits ein wirksames Kontrollverfahren vorzugeben, mit welchem die Einhaltung der Qualitätsmaße durch den ausführender Unternehmer durchgreifend geprüft werden kann. Die vorgeschlagenen Strategien selbst müssen den Ansprüchen der Wirtschaftlichkeit genügen.

An der Abteilung Ingenieurgeodäsie (Vorstand: Univ.Prof. Dr.-Ing. H. Kahmen) des Instituts für Geodäsie und Geophysik der TU Wien konnte der Autor als Teamleiter ein derartiges Konzept

für ein 45 km langes Baulos der Hochgeschwindigkeitsstrecke Frankfurt-Köln der Deutschen Bahn erarbeiten. Gefordert waren die Meß- und Auswertestrategien für das bauwerksbegleitende Festpunktfeld höchster Genauigkeit und Homogenität. Die Lösung wurde in einem hierarchischen Ansatz gefunden, dessen verschiedene Stufen sich der jeweils im Sinne von Genauigkeit und Wirtschaftlichkeit optimalen Technik bedienen. In ein mit statischen GPS-Beobachtungen hochgenau bestimmtes, großflächiges Rahmenetz, welches auf Punkten des Hessischen Referenznetzes gelagert werden konnte, wurden sogenannte Modulpunkte in Trassennähe eingeschaltet. Zwischen diesen wurden mit einer neuen, selbstkontrollierenden Strategie weitere Festpunkte im gegenseitigen Abstand von einem

Kilometer mit kurzzeitstatischen GPS-Messungen geschaffen. Zwei aufeinanderfolgende Punkte dieser Stufe dienen schließlich als Grundlage zur abschließenden terrestrischen Verdichtung durch jeweils zwei parallele, in der Mitte verschränkte, Präzisionspolygonzüge.

Eine besondere Herausforderung stellte der rechnerische Qualitätsnachweis des Konzeptes dar. Während nämlich die Ergebnissimulation terrestrischer Netzbeobachtungen aufgrund vorgegebener Netzgeometrie, Beobachtungsgenauigkeit und aufwandsabhängiger Gewichtung seit langen Jahren standardmäßig beherrscht wird, war die entsprechende Technik für satellitengestützte Beobachtungen damals noch völliges Neuland. Die Schwierigkeit besteht in der Modellfindung für die ursprünglichen Beobachtungen, die Trägerphasenmessungen und deren Genauigkeiten, und im Umgang mit den Korrelationen durch die mehrfachen Differenzbildungen. Vereinfachte Modelle erweisen sich als sehr unrealistisch. Der entscheidende Gedanke [2] entsprang dann der Idee, simulierte Messdaten auszuwerten und so die entsprechenden Maße, vor allem die voll besetzten Kofaktormatrizen zu gewinnen. Die beobachtungsspezifische, künstliche Erzeugung von Phaseninformation, deren vorwählbare Kontaminierung mit Cycle-Slips und die netzbezogene Auswertung sind mit dem

arrivierten Softwarepaket der Berner GPS-Gruppe möglich und wurden von Herrn Dipl.-Ing. A. Wieser an der Abteilung umgesetzt. Die Ergebnisse konnten in eine hybride Ausgleichung mit dem Programmpaket PANDA eingespeist werden und ließen damit den geforderten Qualitätsnachweis liefern. Gleichzeitig wurde durch den Ansatz erreicht, die notwendigen GPS-Beobachtungszeiten zu optimieren. Eine Fülle weiterer anspruchsvoller Problemstellungen mussten damals von unserem sechsköpfigen Team gleichzeitig einer belastbaren Lösung zugeführt werden. Trotz des enormen Zeitdrucks konnten diese Aufgaben allesamt befriedigend bewältigt werden, so etwa der Entwurf und die Messstrategie für zahlreiche Brücken- und Tunnelnetze mit der Nebenbedingung, Lotabweichungseinflüsse zu minimieren, sowie die Synchronisation terrestrischer und satellitengestützter Höheninformation auf Basis eines Ausschnitts aus der Quasigeoidlösung von Denker.

2.3. Alles in Bewegung: Ingenieurnavigation

Absteckungen langgestreckter Bauobjekte für den Kraftfahrzeug- oder Bahnverkehr werden zunehmend automatisiert. Dies bedeutet, dass die traditionelle punktweise Absteckung nun schrittweise zur kontinuierlichen Führung der entspre-

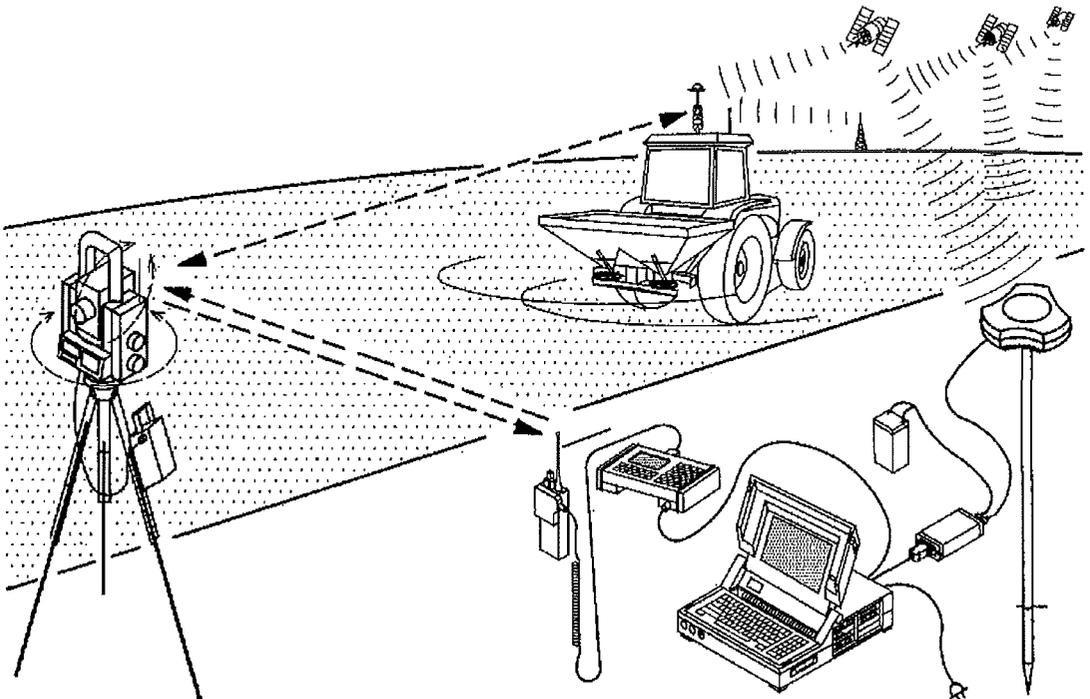


Abb. 5: Integritätswahrendes System zur Maschinenführung

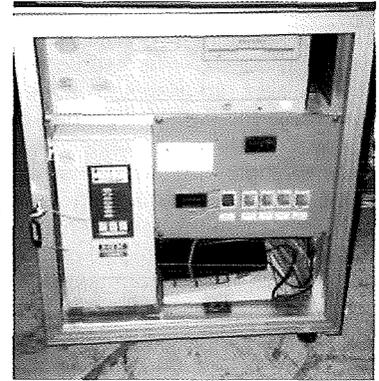
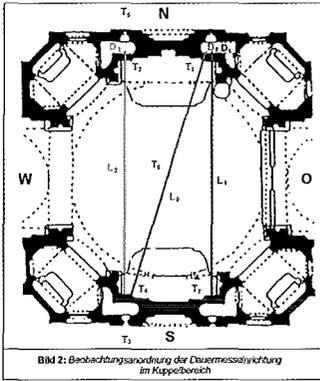


Abb. 6: Laser-Konvergenzmeßsystem mit Datenfernübertragung

chenden Baumaschinen mit zielverfolgenden Tachymetern oder GPS im kinematischen Modus übergeht. Die Ursprünge sind hier sicherlich bei der ingenieurgeodätisch unterstützten Steuerung von Tunnelvortriebsmaschinen zu suchen. Der zeitgemäße Bedarf resultiert aber besonders aus dem hohen Tempo bestimmter zeitgemäßer Bauverfahren [7], wie etwa der Betonplattenverlegung und Gleiseinrichtung beim System „Feste Fahrbahn“ der Bahn. Die Anpassung der Präzisionsvermessungsarbeiten an diese Arbeitsgeschwindigkeit hat die Entwicklung und den Einsatz entsprechender Instrumente und Methoden zwingend notwendig gemacht, wie das Beispiel Ärmelkanaltunnel erstmals klar gezeigt hat. Im Straßenbau werden die Systeme aufgrund der noch relativ hohen Anschaffungs- und Installationskosten derzeit nur auf sehr langen Baulosen eingesetzt und dann vor allem für Erdbewegungsarbeiten.

Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. F. K. Brunner, TU Graz hat vor kurzem für die verschiedenen Maschinenführungsaufgaben die treffende Bezeichnung „Ingenieurnavigation“ vorgeschlagen. Bei besonders heiklen Absteckungsaufgaben empfiehlt sich ein Konzept der Maschinenführung, welches integritätswahrend abläuft, also unter ständiger, unabhängiger Kontrolle. Ein solches Konzept, bei dem einander ein GPS-System und ein zielverfolgender Tachymeter gegenseitig kontrollieren und stützen, hat Herr Dipl.-Ing. Werner Stempfhuber am Lehrstuhl für Geodäsie der TU München am Beispiel der Landmaschinenavigation im präzisen Ackerbau entworfen [5] und im Rahmen seiner Dissertation praktisch realisiert.

2.4. Bedrohliche Risse

Äußerst enge Toleranzen und die Notwendigkeit großen Einfallsreichtums bei der messtech-

nischen Realisierung kennzeichnen die Aufgaben der Ingenieurvermessung bei Bauwerksüberwachungen. Höchste Anforderungen stellen Einsatzfälle im Zusammenhang mit der akuten Bedrohung von Menschenleben dar. Solche sind zum Beispiel während Sanierungsarbeiten an einsturzgefährdeten historischen Kirchenbauten gegeben, wie etwa an der Kirche Walderbach in Niederbayern. Dort wurde ein Messroboter (LEICA TCR1800) eingerichtet, der programmgesteuert charakteristische Punkte der Kirchenkuppel periodisch solange abtastete, bis ein aufwendiges Stützgerüst zur Unterfangung eingebracht war. Die Überschreitung von durch den befassten Bauingenieur vorgegebenen Schwellwerten sollte unmittelbar einen Alarm per Signalhorn auslösen, um die Gerüstarbeiter zum sofortigen Verlassen der Kirche zu bewegen. Das vom Lehrstuhl für Geodäsie der TU München installierte System arbeitete nach einer zweiwöchigen Testphase, während der aufgetretene Fehlfunktionen und Ursachen für Systemabstürze beseitigt worden waren, über die gesamte Dauer der Gerüstmontage zuverlässig und wurde danach von einem – wesentlich empfindlicheren – Invardrahtsystem zum Abgriff der Bauwerksbeeinflussung durch die einsetzenden Instandsetzungsarbeiten abgelöst. In einigen historischen bayerischen Sakralbauten sind solche klassischen Konvergenzmeßsysteme von uns eingesetzt. Wo das Schwergewicht mehr auf der laufenden Datenübermittlung als auf der höchstmöglichen Genauigkeit liegt, verwenden wir ausgesuchte Handlasermeter des Typs DISTO, deren Messwerte mit einem Bus zentral zusammengeführt und dann per Email übertragen werden.

2.5. Turmhohe Vermessungsprobleme

Äußerst empfindlich gegenüber Deformationen sind hohe Schalenbauwerke, wie zum Beispiel

von lokalen Senkungen des Untergrundes betroffene Kühltürme. An der Abteilung Ingenieur-geodäsie der TU Wien wurde ein solches Industriebauwerk im Rahmen eines Projektes von Univ.Prof. Dr.-Ing. H. Kahmen über lange Zeit überwacht. Mir wurde seinerzeit die Berechnung einer strengen Deformationsanalyse zweier repräsentativer Punktgruppen an der Krone und am Fuß des kegelstumpfförmigen Turmes übertragen. Das ausgeprägt systematische Muster der abgeleiteten Deformationen bedeutete Ansporn genug, den Versuch zu unternehmen, das Muster auch durch eine Simulation zu erzeugen. Die Nutzung der dazu notwendigen bautechnischen Software wurde freundlicherweise von Frau Ing.Kons. f. Bauwesen E. Kölbl möglich gemacht. Der durch ein Stabwerk approximierte Kegelstumpf wurde an den vermuteten Stellen mit Hilfe von Federlagern mit regelbarer Federkraft so lange belastet, bis sich tatsächlich das durch Messung und Analyse gefundene Deformationsbild der Schale einstellte. Praktisch konnte derart durch Korrelation der Muster auf die Schwächezonen des Untergrundes geschlossen werden [1]. Selbstredend waren solche Untersuchungen vom Auftraggeber mit wesentlich geeigneteren Programmsystemen ausgeführt worden – aber es war ein schönes Gefühl, den Nachweis auch selbst geführt zu haben. Jedenfalls gehört die unabhängige Plausibi-

litätsprüfung ausgewiesener Ergebnisse zu den wichtigsten Pflichten des Ingenieurgeodäten.

Da die einzelnen Messepochen durch Anwendung modernster Industriemesssysteme, bestehend aus Pointer- und Videotheodolit, in relativ kurzer Zeit beobachtet werden konnten, war die Deformationsanalyse nach dem quasistatischen Modell konventionell zu berechnen. Anders und ungleich schwieriger verhält sich dies bei auch in kurzen Zeitspannen endlich bewegten Objekten, wie das abschließende, aktuell bearbeitete, Beispiel zeigen soll.

Es dreht sich dabei um die Untersuchung der Rundlaufqualität eines rotierenden Restaurants auf einem sehr hohen Turmbauwerk. Vorweggenommen sei, dass das naheliegend erscheinende Anbringen von GPS-Antennen an der Außenverkleidung des Drehkörpers nicht möglich ist, da bei fester Verschraubung spätere Undichtigkeit bzw. bei Befestigung mit Industriesaugnapfen ein Losreißen nicht mit letzter Sicherheit ausgeschlossen werden kann. Es muß daher mit zeitgemäßem terrestrischem Instrumentarium im Inneren der Konstruktion gearbeitet werden. Zwei Beobachtungsphasen sind vorgesehen. In Phase 1 wird bei stillstehendem Drehkörper ein verschränktes Ringpolygon beobachtet, von dem aus mit reflektorloser Distanzmessung die Geometrie des Führungsringes bestimmt wird. Die

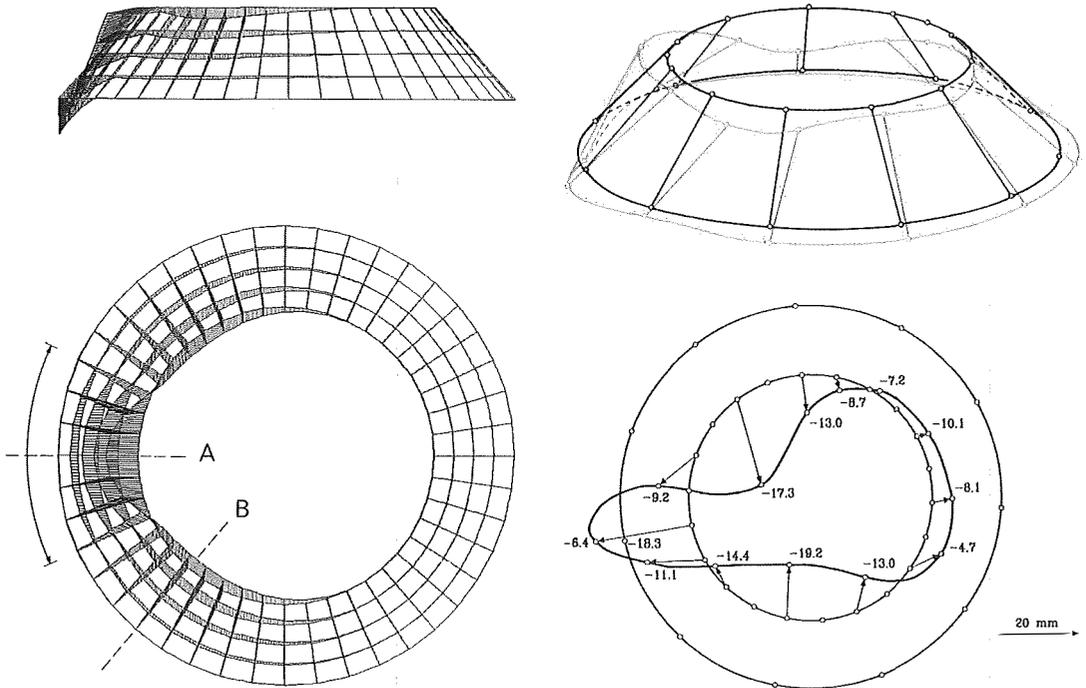


Abb. 7: Deformationsmuster aus Simulation und aus Messungsanalyse

gezwängten Arbeitsbedingungen dabei können aus Abb. 8 erahnt werden. Wichtigste Details der Arbeiten sind die beschleunigte Durchführung durch Vorprogrammierung der Tachymeter und Nutzung der selbsttätigen Einstellung der Zielrichtungen sowie die laufende Abfrage der Kompensatorangaben, um die niederfrequenten Turmschwankungen wegen der Einwirkungen

Auswertungsansatzes mit einer theoretisch perfekten Radlinie verglichen werden. Mit besonderer Spannung werden auch die Ergebnisse eines mitrotierenden Inertialmeßsystems höchster Genauigkeit erwartet. Der hier nur probeweise Einsatz dieser aus der Navigation stammenden Technik soll den Weg für zukünftige Innovationen in der Ingenieurgeodäsie weisen!



Abb. 8: Lastaufnehmende und bewegungsführende Konstruktion

von Wind und Sonne berücksichtigen zu können. Die Auslenkungen und Schwingungen werden auch unabhängig durch einen zweiachsigen elektronischen Neigungsmesser im Inneren des Turmschaftes und kinematisches GPS auf einer Aussichtsplattform erfasst. Während Phase 2 wird bei rotierender Konstruktion die relative Abstandsänderung des Drehkörpers vom Führungsring mit einem Handlasermeter abgegriffen. Dieses wird am rotierenden Teil fest angebracht; die Messungen werden von einem angeschlossenen Rechner mit hoher Taktrate ausgelöst, mit Zeitmarke versehen und nach System abgespeichert. Die Abrollbewegung des mit Waggonfedern eingespannten Drehkörpers um den stählernen Führungsring kann dann im Zuge eines speziellen

3. Wer stellt sich den Herausforderungen von morgen?

Schlussendlich hofft der Autor, mit den vorstehenden Streiflichtern ein lebendiges Bild aktueller Leistungen der Ingenieurgeodäsie skizziert zu haben. Gerade die Perspektiven der modernen Instrumente und Meßsysteme lassen eine goldene Ära der Ingenieurgeodäsie vor uns auftauchen, die von Nachfrage nach bisher nicht bewältigbaren Messaufgaben geprägt ist. Dabei wird der oft beklagte Wegfall des Bedarfes an persönlicher Messkunst verschmerzbar sein, wird er doch durch erhöhte Anforderungen bezüglich Meßsystementwurf und Logistik mehr als kompensiert werden. Sorge bereitet vielmehr



Abb. 9: Dreharbeiten zur TV-Serie „Blickpunkt Erde“ von BRAlpha

die Tatsache, dass zumindest in Deutschland seit Jahren ein markanter Rückgang von Studienanfängern in den Ingenieur- und Naturwissenschaften zu beklagen ist. Hatten Mitte der 90er Jahre jährlich noch rund 48000 Ingenieure und fast 19000 Naturwissenschaftler die deutschen Hochschulen mit einem Diplom verlassen, so waren es 2001 nur noch etwa 33500 Ingenieure und 13500 Naturwissenschaftler! Das Vermessungswesen war von diesen Rückgängen überproportional betroffen, sodaß an vielen Universitätsstandorten vehemente Werbeaktionen einsetzten - bishin zu Fernsehserien, die das moderne Bild der Geodäsie und Geoinformation vermitteln sollten. Die Öffentlichkeitsarbeit muß unser zentrales Anliegen für dieses Jahrzehnt sein. Viel zu lange haben wir in sprichwörtlicher Bescheidenheit vergessen, darauf aufmerksam zu machen, wie modern und effizient wir arbeiten und wo unsere unverzichtbaren gesellschaftlichen Beiträge liegen. Diese Beiträge kommen von allen Disziplinen der Geodäsie und betreffen globale, nationale, regionale und lokale Aufgabenkomplexe unserer Zeit. Unser enorm vielseitiger Berufsstand sollte nicht um seinen Nachwuchs bangen müssen!

Abhandlungen zur Ingenieurgeodäsie werden zumeist anhand des Wandels und Fortschritts der Instrumenten- und Auswertetechnik aufgebaut; hier ist ein Plädoyer für die Ingenieurgeodäsie an sich geführt worden – und vor allem für die Menschen, die sich ihren faszinierenden Her-

ausforderungen stellen, den dafür speziell vorbereiteten Ingenieurinnen und Ingenieuren des Vermessungswesens bzw. der Geodäsie und Geoinformation. Halt Maß!

Literatur:

- [1] Kahmen, H.; Wunderlich, Th.: On Characteristic Deformations of Conical Shells. Proc. of the 1st Turkish Symposium on Deformations, Vol.II. TU Istanbul, 1995.
- [2] Kahmen, H.; Wunderlich, Th. et al.: Ein modulares Konzept zur Absteckung von Hochgeschwindigkeitstrassen. Zeitschrift für Vermessungswesen, 123. Jg., Heft 4, Stuttgart. S. 115–121, 1998.
- [3] Palfinger, G.; Wunderlich, Th. et al.: Mobiles Denken und Wirken des Ingenieurgeodäten im geeinten Europa. Zeitschrift für Vermessungswesen, 118. Jg., Heft 8/9, Stuttgart. S. 372–378, 1993.
- [4] Rinner, K.: Positionsbestimmung für die Ingenieurvermessung. IX. Int. Kurs für Ingenieurvermessung, Band 3. Bonn, Dümmler Verlag, S. 19–25, 1984.
- [5] Stempfhuber, W.: The Integration of Kinematic Measuring Sensors for Precision Farming System Calibration. Proc. of the 3rd Int. Symposium on Mobile Mapping Technology. Cairo, 2001.
- [6] Wunderlich, Th.: Ein elliptischer Steg. Geowissenschaftliche Mitteilungen, Heft 50. Studienrichtung Vermessungswesen, TU Wien, 1999.
- [7] Wunderlich, Th.: Machine Guidance – Current Achievements and Future Developments. Proc. of the 3rd Int. Symposium on Mobile Mapping Technology. Cairo, 2001.
- [8] Wunderlich, Th.: Ingenieurvermessung. Skriptum zur gleichnamigen Vorlesung. TU München, 2003.

Anschrift des Autors:

Univ.-Prof. Dr. Ing. habil. Thomas A. Wunderlich, Lehrstuhl für Geodäsie, TU München, D-80290 München, Arcisstraße 21, email: th.wunderlich@bv.tum.de