

Die Zukunft der geodätischen Absteckung von Bauwerken

Thomas A. Wunderlich

1 Motivation

Verglichen mit der Aufnahme und der Überwachung führt die Absteckung in der geodätischen Forschung und Lehre eher ein Aschenputteldasein, obwohl sie hoch anspruchsvoll ist. Dafür gibt es vornehmlich zwei Gründe. Zum einen werden Absteckungen bis auf wenige Ausnahmefälle von Ingenieurbüros oder Vermessungsabteilungen von Baufirmen durchgeführt und eine Publikation der Konzepte und Erfahrungen unterbleibt häufig zur Erhaltung von Wettbewerbsvorteilen oder ganz einfach aus Zeitmangel. Die Ausnahmen betreffen Kooperationen mit Universitäten, Baumaschinenherstellern und Produzenten geodätischer Instrumente, um meist sehr ungewöhnliche oder völlig neue Aufgaben gemeinsam zu meistern. Zum anderen aber wird die Absteckung noch immer sehr traditionell als die inverse Aufgabe der Aufnahme gesehen, ohne die geodätischen Fundamentalprozesse mit ihren Wechselwirkungen in einer zeitgemäßen Gesamtsicht neu zu betrachten. Dies soll nun hier geschehen.

2 Zeitgemäße Gesamtsicht der geodätischen Fundamentalprozesse

Traditionell wird als Aufnahme die Abbildung der Realität in ein geometrisches Modell angesehen, die Übertragung eines solchen in die Natur als Umkehrprozess Absteckung. Die wiederholte, bewertete Aufnahme führt zur Aufgabe der Überwachung. Das abzusteckende Modell wird vom Bauingenieur oder vom Architekten in das aufgenommene Modell geplant.

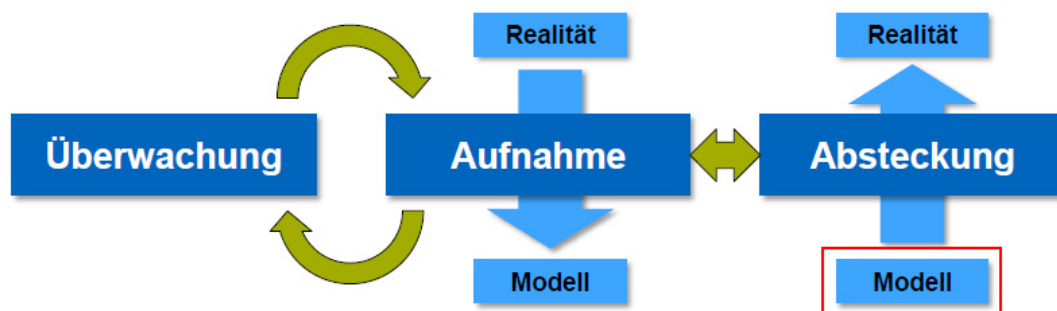


Abb. 1: Die drei geodätischen Fundamentalprozesse der traditionellen Sicht

Demgegenüber sieht der Autor die Absteckung heute als gleichberechtigten, symmetrischen Prozess zur Überwachung und im Zusammenwirken beider den vierten Prozess Navigation. Alle Prozesse basieren auf der Aufnahme als Grundaufgabe, die in verschiedener Frequenz und mit unterschiedlichem Abbruchkriterium wiederholt wird. Das Diagramm in Abb. 2 zeigt die Idee. Wenn wir uns bewusst machen, dass in der Regel die Annäherung an einen abzusteckenden Punkt durch Einweisung eines Messgehilfen mittels wiederholter Aufnahme iterativ erfolgt, so erkennen wir die Analogie zur Überwachung sofort. Unterscheidungsmerkmale präsentieren sich in den grünen und hellblauen Kästchen: Gewöhnlich erfolgt die Wiederholung bei der Überwachung eher in größeren Zeitabständen und bis ein vorgegebener Schwellwert erreicht ist (Alarmkriterium), während der Ablauf bei der Absteckung schnell geschehen muss und bei Unterschreitung einer verabredeten Toleranz abgebrochen wird. Erinnern wir uns an die umwälzende Erweiterung des Leistungsspektrums der satellitengestützten Vermessung, als die Wiederholungsrate der präzisen relativen Punktbestimmung auf Sekundenniveau gedrückt werden konnte (RTK) und damit die bisherige Nutzung für Aufnahme und Überwachung endlich durch das Absteckungspotenzial komplettiert werden konnte. Als weiteres Merkmal kann herangezogen werden, dass sich bei der Überwachung das Objekt, bei der Absteckung das Signal bewegt, zumindest in den gebräuchlichsten Fällen. Lässt man in Erweiterung des Bisherigen das Signal sich mit dem Objekt laufend bewegen, so kommen wir zur modernen Aufgabe der Ingenieurnavigation, sprich der kontinuierlichen Verfolgung und Führung von Objekten wie etwa Baumaschinen durch Zusammenwirken der Überwachung mit der Absteckung in einer kinematischen Form. Ein weiterer Zusammenhang zwischen Überwachung und Absteckung entsteht dort, wo sich ein Objekt während oder zwischen Absteckungsvorgängen selbst bewegt wie etwa beim Hochziehen von Hochhäusern. Zuletzt darf auch die unabhängige Kontrolle der abgesteckten Punkte nicht vergessen werden.

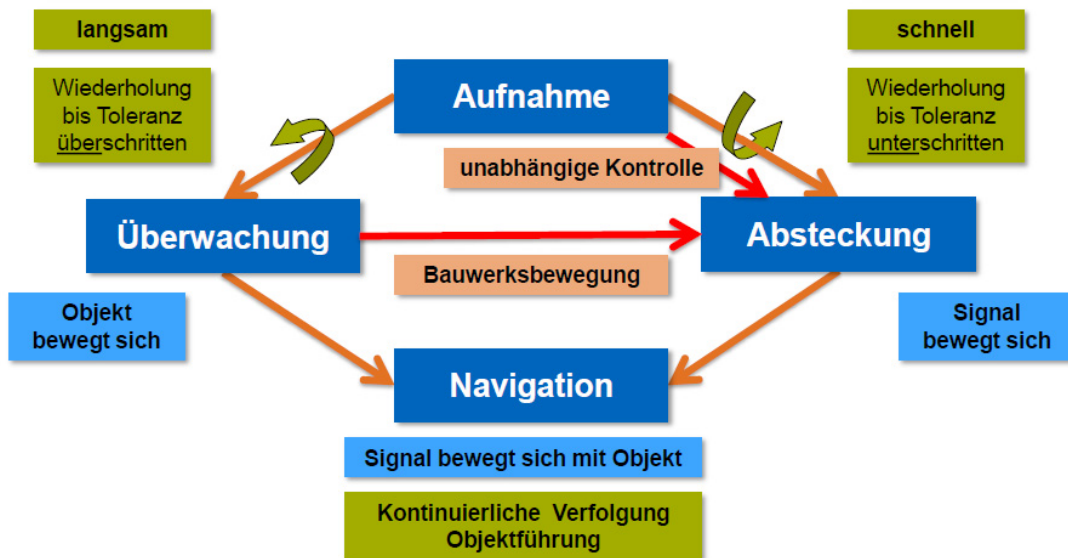


Abb. 2: Erweiterte und zeitgemäße Sicht der geodätischen Fundamentalprozesse und ihrer Wechselwirkungen

Auch wenn das entworfene Konzept nicht universell gültig (z. B. direkte Punktanzeichnung mit RL-EDM ohne Iteration, Fertigteileinrichtung) ist, so erscheint es doch besonders für das Begreifen der fundamentalen Zusammenhänge im Unterricht didaktisch sinnvoll einzusetzen.

3 Ausgewählte Beispiele

Raum und Zeit reichen im Rahmen dieser knappen Veröffentlichung leider nicht aus, die hier neu entwickelten Vorstellungen umfassend mit Beispielen zu illustrieren. Stattdessen sollen drei ausgewählte Überlegungen als Gedankensplitter aktuelle Anregungen geben. Die erste betrifft eine zeitsparende Möglichkeit zur durchgreifenden Kontrolle abgesteckter Punkte, wenn sowohl direkte Sichtverbindung als auch der Empfang von Satellitensignalen in ausreichender Zahl und Qualität möglich ist. Dann kann mit einer Weiterentwicklung kombinierter TPS-GNSS-Instrumente und korrespondierender Rover z. B. die Absteckung mit TPS und simultan die Kontrollaufnahme mittels GNSS erledigt werden, sofern die Transformationsparameter mit der erforderlichen Qualität vorhanden sind; ein klarer Wirtschaftlichkeitsgewinn.



Abb. 3: Absteckung und Kontrolle (Foto: Vermessung ZT Kollenprat, Klagenfurt, 2012)

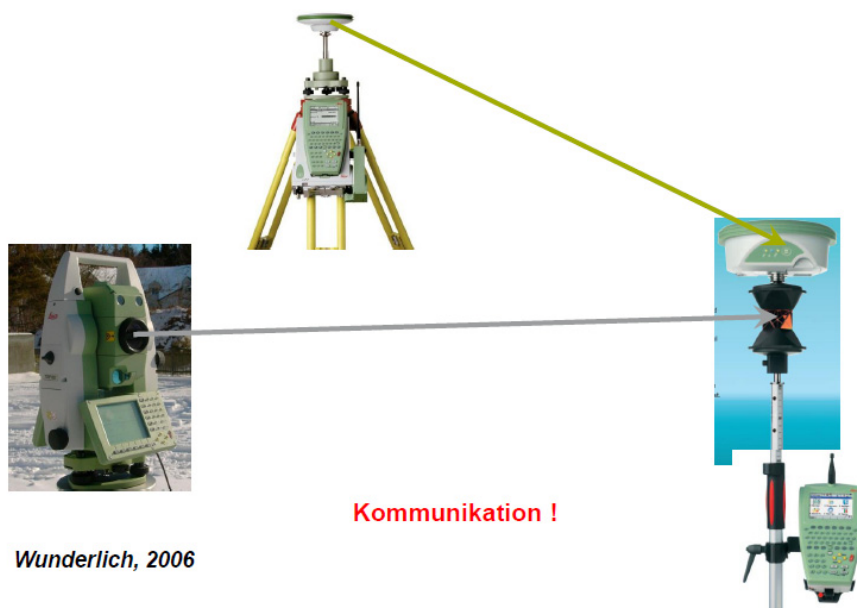


Abb. 4: Simultane Absteckung und Kontrolle am Beispiel von Smart Station und Smart Pole

Das zweite Beispiel zeigt anhand einer besonders anspruchsvollen Absteckungsaufgabe im Hochbau das notwendige Zusammenspiel von Überwachung und Absteckung auf bewegten Plattformen. Beim Bau der Zwillingstürme der Europäischen Zentralbank (EZB) in Frankfurt war es von mehrfacher Bedeutung, die Auswirkung der Bewegungen der Türme auf den Absteckungsprozess laufend zu überwachen. Mehrfach deshalb, weil zu den bekannten Einflüssen durch einstrahlungsbedingte Erwärmung und Winddruck hier speziell ein durch den Entwurf bedingtes Phänomen hinzugetreten ist. Da die horizontalen Schnittfiguren für jeden der beiden Türme mit jeder Etage etwas um die Vertikalachse verdreht angeordnet sind, ändert sich jeweils der Schwerpunkt schrittweise und würde eine Auslenkung verursachen, gegen welche der Bauingenieur vorhält. Die Wirksamkeit der Maßnahme muss vom verantwortlichen Ingenieurgeodäten (Ingenieurgesellschaft Gemmer + Leber mbH, Werneck) laufend geprüft werden, wozu auf der höchsten Plattform ein GNSS-Netzwerk und in drei Ebenen darunter zweiachsige Neigungsmesser installiert und abgefragt wurden. Außerordentlicher Bedarf an den aktuellen Auslenkungsdaten herrschte bei der kritischen Montage ungeheuer schwerer Verbindungstraversen und deren Einpassung in die zuvor abgesteckten Lager (siehe Abb. 5).



Abb. 5: Die tordierenden Zwillingstürme der EZB in Frankfurt
(Foto: Walter Wunderlich)

Wir müssen bei der Absteckung jedoch nicht immer an vermarktete Punkte oder eingerichtete Bauteile denken, wie das abschließende Exempel verständlich machen soll. Das heutige Potenzial der „Augmented Reality“ lässt zu, ein Überlagern visualisierter Fachinformation über eine vor Ort betrachtete echte Szene zu realisieren. Abbildung 6 zeigt einen solchen Ansatz im Tunnelbau aus einem Forschungsprojekt der Geodata Group (CHMELINA 2012), bei dessen Anwendung das abzusteckende Modell (z. B. das geplante Spreng- und Ankerschema) durch Verwendung visueller Ausgabegeräte (head-mounted displays) an lagerichtiger Position gesehen wird. Position und Raumlage des transparenten Visiers müssen laufend erfasst werden.

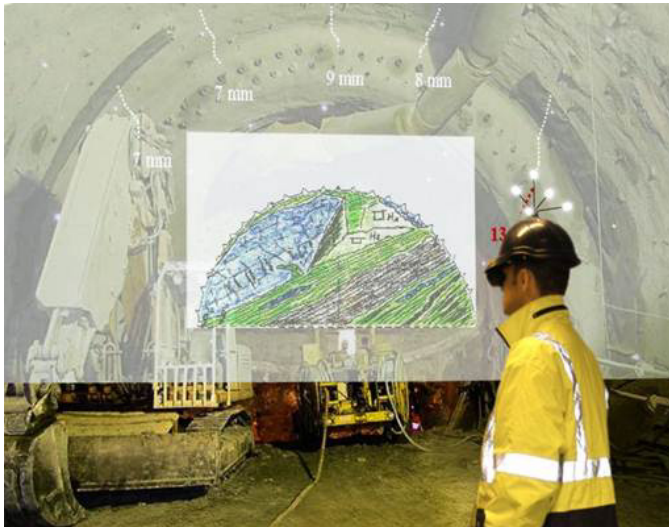


Abb. 6:
Absteckung von Information als
Überlagerung der Realität
(Geodata ZT GmbH, 2012)

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die Absteckung von Bauwerken ist faktisch eine exklusive Aufgabe der Ingenieurgeodäsie und sollte als solche zeitgemäß in ihrer Wechselwirkung mit den anderen geodätischen Fundamentalaufgaben begriffen werden. An drei ausgewählten Beispielen ist gezeigt worden, wie Aufnahme, Überwachung, Absteckung und Navigation miteinander zusammenhängen. Nicht nur die immer kühneren Herausforderungen der Realisierung moderner Bauwerke, sondern auch die beschleunigten, hochmechanisierten Bauabläufe und empfindlich enge vorgegebene Toleranzen sowie die Einrechnung aus Bauwerksinformationssystemen erfordern es, der Absteckung in der Forschung viel mehr Aufmerksamkeit zu widmen als bisher.

Literatur

- CHMELINA, K. (2012): Informationssystem-Entwicklung für die Neue Österreichische Tunnelbauweise; Folienskript im Rahmen der Vortragsreihe „Sensorgestützte und mobile Informationssysteme“, Lehrstuhl für Geodäsie, Technische Universität München.
- WUNDERLICH, TH. (2006): Gesucht: Kompetenz vor Ort – Operative Geodäten 2006; Festschrift „125 Jahre Geodäsie und Geoinformatik“, Wiss. Arbeiten der Fachrichtung Geodäsie und Geoinformatik der Leibniz Universität Hannover, Nr. 263, Hannover.
- WUNDERLICH, TH. (2006): Automatic Operation of Total Stations – Various Project Experiences; invited professional lecture, script, Technical University Zagreb.



Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Thomas Wunderlich

Lehrstuhl für Geodäsie
Technische Universität München
80290 München
Arcisstraße 21
Tel.: 089/ 289 22850
Fax: 089/ 289 23967
E-Mail: th.wunderlich@bv.tum.de

1974-1979

Studium des Vermessungswesens an der TU Wien

1983

Promotion zum Dr. techn. an der TU Wien

1992

Habilitation für das Fach „Angewandte Geodäsie“
an der Universität Hannover

seit 2000

Ordinarius für Geodäsie an der TU München

seit 2009

Ständiger Sekretär der Deutschen Geodätischen
Kommission der Bayer. Akad. d. Wissenschaften

Auszeichnungen und Mitgliedschaften:

- 2002: Hopfner-Medaille der ÖGK
- 2004: Korrespondierendes Mitglied der ÖGK
- 2008: Mitglied der Bayerischen Kommission
für die Internationale Erdmessung
- 2008: Ehrenmedaille der Fakultät für Bau-
ingenieurwesen der STU Bratislava
- 2010: Ehrenprofessur an der UPT Timisoara
- 2013: Goldmedaille „For a Fair World“ des
Förderkreises Bodenordnung u. Land-
entwicklung München e.V.