Trends, Tendenzen, Perspektiven II

W. Wenderlein

Es werden die neuen Messtechniken vor dem Hintergrund klassischer Beobachtungsgrundsätze hinterfragt.

1 Vorwort

Unter dem obigen Titel habe ich in den AVN 1/1994 einen Beitrag über Genauigkeitsfragen in der Geodäsie veröffentlicht. Wenn man diese Ausführungen heute, also nach 14 Jahren, noch einmal liest, stellt man fest, ich tauge nicht zum Propheten – meine damaligen Vermutungen sind nicht eingetroffen. Nur eine darin enthaltene Aussage gilt mehr denn je „eine Einzelmessung, auch eine sehr genaue, stellt noch keinen Wert an sich dar, der Einzelpunkt als solcher ist ohne Bedeutung …. Die Geodäten stellen keine Einzelpunkte sondern Beziehungen her und sie dokumentieren keine Messwerte sondern Zusammenhänge“. Dieser Gesichtspunkt, dass der Einzelpunkt nur eine singuläre Ortsposition von inhaltlicher Beliebigkeit liefert und deshalb uninteressant ist, dass der Einzelpunkt nur nötig ist, um Zusammenhänge von Realitätspartikeln darzustellen, modern ausgedrückt, dass wir geodätische/geographische Informationssysteme (GIS) aufbauen, dieser Gesichtspunkt wird im folgenden nochmals aufgegriffen werden.

2 Vorwort

Unsere Politiker denken sich zuweilen staunenswerte Überraschungen aus, der neueste Einfall sind Eliteuniversitäten. Wie wird eine ordentliche normale Universität zu einer Eliteuniversität? Was zeichnet eine Eliteuniversität aus? Sind dort vielleicht die Klappsitze in den Hörsälen gepolstert? Ist dort das Mensaessen billiger, besser, bekömmlicher? Sind dort gar die hübschesten Studentinnen? Oder wird dort mehr gedacht? … aber an was? … an Karriere, Aufstieg, Einkommen Ansehen, Geld, Fördermittel … u.ä.? Sind dort die mathematischen Formeln verständlicher oder komplizierter? … sind dort die Fernrohre schärfer …? Es gibt viele Auswahlkriterien, nur das worauf es wirklich ankommt, wie es um die Intelligenz, die Weisheit, die Klugheit, die Gescheitheit bestellt ist, das ist schwer feststellbar und auch für Vermessungsexperten nicht messbar.
Natürlich orientieren sich die o.g. Politiker auch am Ausland und da werden dann Namen wie Yale, Princeton, Harvard, MIT (Massachusetts Institute of Technology) für die USA, Oxford und Cambridge für England oder etliche nationale Eliteschulen in Frankreich genannt. Wenn man diese Einrichtungen aber genauer hinterfragt, werden dort vor allem überdurchschnittlich viel eingebildete Angeber produziert – eigentlich kein erstrebenswertes Ausbildungsziel!
Möchten Sie, werter Leser, ein Elitestudent, ein Eliteingenieur, ein Eliteprofessor oder gar ein Elitegeodät sein? Also, mir wäre das alles unangenehm, auf jeden Fall peinlich. Das verpflichtet so sehr! Ich möchte ein ganz normaler Ingenieur sein – das reicht für ein erfülltes Berufsleben.

3 Technische Träume und deren allgemeine Anwendungen

Wenn es so etwas wie Eliteingenieure gibt, dann gibt es auch Elitemesstrupps, und diese muss man sich in der Theorie ideal ausgebildet und in der Praxis modern ausgerüstet vorstellen. So ein Trupp arbeitet nach der reinen Lehre, kennt alle geodätischen Lehrsätze, lebt in vollkommener Widerspruchslosigkeit und misst nur mit Geräten nach dem neuesten technischen Stand (GPS, 3D-Laser Scanner, Remote Sensing usw.). Die traditionellen Messgeräte sind nur noch 2. Wahl und im praktischen und mentalen Handgepäck gar nicht mehr vorhanden [Wenderlein 2007].
Mitunter führt das zu sehr bemerkenswerten Lösungen von Vermessungsaufgaben, z.B. soll die Distanz zwischen zwei Punkten gemessen werden. Die Lösung
sieht dann so aus, dass die Anfangs- und Endpunktkoordinaten mit GPS bestimmt werden und die Entfernung aus den Koordinaten berechnet wird. Auf den Gedanken, die Strecke mit einem Tachymeter oder gar mit einem Messband zu messen, kommt gar niemand ….
Dieses Beispiel ist harmlos, nachdenklicher macht einen aber die Erweiterung dieser Methode der Streckenmessung auf folgende Anwendung:
Zum Neubau einer Straße soll deren Achse alle 20 m abgesteckt, verpflockt und stationiert werden, darunter eine Gerade von 1200 m Länge. Unser famoser Elitemesstrupp steckt die gesamte Trasse, also auch die Gerade, mit GPS ab und benötigt dabei pro Absteckpunkt 3 Messungen,
– 1. Messung zur groben Punktbestimmung
– 2. Messung zur genauen Stationierung mit Vermarkung
– 3. Messung zur Kontrolle.
Es soll nun keine exakte Wirtschaftlichkeitsanalyse erstellt werden, aber zumindest bei den 61 Geradenpunkten hätte der Zeitaufwand für eine herkömmliche Absteckung

(Durchfluchten mit einem Theodolit, Längenmessung mit einem Messband) höchstens ein Drittel der GPS-Messdauer betragen. Da bleiben schon Fragen offen – aber das Selbstverständliche ist heute längst nicht mehr selbstverständlich. Nun sind diese, natürlich gesuchten, Beispiele eigentlich keine Fehlentwicklung sondern gedankenlose und naive Übertreibungen des Normalen. Oder einfach ein Zeichen für die Unfähigkeit, die Komplexität des Systems in seiner Tragweite zu erkennen.
Eine universale GPS-Anwendung im Vermessungswesen ist aber nicht nur wegen umständlicher und unwirtschaftlicher Ausführungen fragwürdig, sondern es treten immer wieder Arbeiten auf, bei denen GPS-Messungen einfach undurchführbar sind und die nur durch klassische Messverfahren gelöst werden können.
Dazu einige Stichworte,
– wie vermisst man Objekte, zu denen man keine Betretungserlaubnis oder Zugangsberechtigung bekommt,
– wie verhält man sich bei topographisch unzugänglichen oder unerreichbaren Zielen, z.B. wie ermittelt man die Höhe von Baumwipfeln, von Hochspannungsmasten, von Kirchturmspitzen, von Ruinen usw.,
– was passiert in unterirdischen Stollen (Markscheidewesen), Bunkern, Kellern, U-Bahn-Schächten, in geschlossenen Bauwerken usw.,
– gelingen Beobachtungen unter Hochspannungsleitungen, Fahrdrähten, Mobilfunkmasten usw.,
– wie zuverlässig sind GPS-Ergebnisse in engen Straßenschluchten, Gebirgstälern, Waldgebieten usw.,
– es bleiben viele Risiken bis hin zu so trivialen Aufgaben wie der Aufmessung von Gebäudekanten und Hausecken.

Je nach geodätischer Phantasie lässt sich diese Aufzählung von GPS-unmöglichen Arbeiten beliebig erweitern. Andererseits ist es unstrittig, dass die sinnvoll eingesetzte moderne Technik ein gewaltiger Fortschritt und damit ein großer Segen sein kann. Um nur ein Beispiel von unzählig vielen zu nennen, man darf gar nicht daran denken, wie aufwändig eine exakte Bestimmung der NN-Höhe der Zugspitze mit klassischen Verfahren wäre – da wird man für die GPS-Technik sehr dankbar.
Es bleibt die Erkenntnis, die universale Meßmethode gibt es nicht!
Die angedeuteten messtechnischen Probleme bei den Feldbeobachtungen sind das eine, aber auch die häusliche Auswertung und Bewertung der Messergebnisse bringt neue Fragen. Jede GPS-Messung ist zugleich Anfang und Ende der Messung und jeder Standpunkt ist zugleich Zielpunkt [Wenderlein 2007]. Es gibt also keine zusammenhängenden Messzüge (Polygonzüge, Dreiecksketten), keine aufeinander aufbauenden Festpunktfelder und keine TP-Netze verschiedener Ordnungen mehr. Es gibt nur noch Einzelmessungen und Einzelpunkte, lauter Singles. Wie wird dann aber die Standardabweichung von Messungen und die absolute bzw. relative Genauigkeit der berechneten und abgesteckten Punkte festgestellt? Begriffe wie Fehlerfortpflanzung, Fehlerverteilung, Fehlerausgleichung, Abschlussfehler, Dreiecksschlussfehler, Längs- und Querfehler, Restfehler usw. ergeben keinen rechten Sinn mehr. Die Ungewissheit der Gewissheit von Beobachtungsfehlern lässt einen misstrauisch werden gegen eine allzu elitäre technoide Perfektion – wahrscheinlich ist es unwahrscheinlich, dass alles fehlerfrei abläuft.
Mit den neuen Meßmethoden verlieren aber auch früher streng beachtete geometrische Vorschriften und Beobachtungsregeln ihre Bedeutung, eigentlich ihren Sinn. Um nur einige überflüssig gewordene Grundregeln der Messkunst zu erwähnen,
– möglichst gleichseitige Dreiecke bei der Anlage von Dreiecksnetzen,
– möglichst gleich große Dreiecksflächen,
– keine schleifenden Schnitte,
– möglichst gleich lange Polygonseiten,
– Achtung auf den „gefährlichen Kreis“ beim Rückwärtseinschneiden,
– ein ausgewogenes Verhältnis von Basisstrecke zu den Seitenlängen beim Vorwärtseinschneiden,
– Nivellement aus der Mitte,
– usw. usw.

Im Grunde wurden alle diese Grundsätze schon in der seit längerem angestrebten Automatisierung der Beobachtungen missachtet. Der Traum einer idealen Messtechnik, also die Krönung eines Elitemesstrupps, ist der Messautomat, der selbständig messende Roboter. Eine individuelle Einzelmessung ist viel zu aufwändig, zu umständlich, zu langsam, zu fehleranfällig und zu teuer – heißt es. Unter Messrobotern kann man u.a. verstehen, selbstzielsuchende Totalstationen, selbstablesende Nivelliere, terrestrische Laserscanner für Gebäude-, Innenraum- und Nahvermessungen, automatische Bewegungs- und Neigungssensoren an Geländemesspunkten und Bauwerken zur Feststellung von Deformationen (Setzungen, Neigungen, Kippungen, Rutschungen, Vibrationen). Diese Messroboter messen mit brillanter Oberflächlichkeit ohne Rücksicht auf Verknüpfungsregeln und Relationsschemata wahllos alles, was irgendwie messbar ist. Das Ergebnis sind meist „detailreiche“ räumliche Punktwolken, etwas deutlicher formuliert, es fallen enorme unübersichtliche Datenmengen an. Dabei werden problematische Ausgangspunkte, ungünstige geometrische Bedingungen (s.o.), unsichere Messergebnisse u.ä., sog. Störelemente, weggefiltert, etwas deutliche formuliert, das DGM oder das GIS wird mehr oder weniger geschönt. Nur eine Vermessungsarbeit hat die Automatisierung noch nicht erreicht – die Absteckung!
Wie die GPS-Technik hat natürlich auch die Automatisierung ihren Sinn und ihre Vorteile, wenn sie andere Meßmethoden (GPS, Tachymetrie) ergänzt, unnötigen Aufwand vermindert und die Kosten senkt.
Das ist der größte Vorteil der modernen Geodäsie, dass sie uns unabhängig macht von einem einzigen technischen Verfahren und dass sie unsere Phantasie fordert, sich die Freiheit zu nehmen, die günstigste Meßmethode auszuwählen. Das sind dann nicht unbedingt elitäre, aber sehr vernünftige und komfortable Arbeitsbedingungen.

4 Geometrie in Farbe

Im 1. Vorwort steht, dass der Einzelpunkt von inhaltlicher Beliebigkeit und deshalb ohne Bedeutung ist, er dient

allein zur Herstellung von Zusammenhängen in Informationssystemen. Diese geodätischen Endprodukte, wie auch immer sie erzeugt werden, sollen verständlich, informativ, handlich und schön sein – das ist leichter gesagt als getan. Ein wichtiger Baustein zur Verwirklichung dieser vier Eigenschaften kann die Farbe sein.

Geodätische Messungen enden immer in Koordinaten. Dann beginnt die darstellende Geometrie, die die Grundlinien von Plänen, Karten, Modellen und Informationssystemen konstruiert. In diesen Produkten sollen aber nicht nur die abstrakten Rand- und Umrisslinien sondern auch die Atmosphäre der Topographie vermittelt werden. Punkte und Linien zeigen nur ein Skelett der Landschaft (am einfachsten als Punktraster). Eine Schwarz-Weiß-Zeichnung hat immer etwas vorläufiges, unfertiges, skizzenhaftes an sich. Die reine Geometrie erzeugt eine unnatürliche Monotonie, erst die Farbigkeit lässt Natur und Leben spüren. Erst durch Farbe wird eine technische Zeichnung (vom Plan) zur Landkarte, d.h. der beobachtete, ausgewertete, koordinierte Einzelpunkt ist lediglich ein Positionspunkt für die Farbgebung.

Geodätische Produkte dienen eben nicht nur der Darstellung der Erdfigur, der Besitzstandsdokumentation, der Wegweisung oder der Projektplanung, sondern sie sollen beim Betrachter und Benutzer Zusammengehörendes vereinen, menschliche Lebensräume gestalten und ästhetisches Gefallen auslösen. Gewässer, Wälder, Siedlungen, Ackerland, Gärten, Gebirge, Wüsten usw. erhalten erst durch Farbe eine eigene Wahrnehmung. Der informative Gehalt der Farbgebung bewirkt eine unbewusste Raumtiefe und eine subjektiv empfundene verklärte Wirklichkeit. Durch eine Geometrie in Farbe wird die Datenqualität, die Detailgenauigkeit und die Dingbedeutsamkeit gesteigert und deren

– Anschaulichkeit,
– Verständlichkeit,
– Übersichtlichkeit,
– Orientierungshilfe und
– Informationsdichte

optimiert.

Auch wenn ich mich wiederhole, darf ich nochmals auf die Helgolandkarte des LVA Schleswig-Holstein [Bredow, 1974; Wenderlein 2002] hinweisen, in der die komplexen Beziehungen zwischen Meer und Land, zwischen Natur und menschlichem Eingriff, zwischen Geometrie und Farbe in vorbildlicher Weise gelöst sind.

Literatur

[1] Bredow, E.: Helgoland 1:5000. ZfV 9/1974
[2] Wenderlein, W.: Die Magie der Koordinaten. AVN 1/2002
[3] Wenderlein, W.: Die untergehende Kunst des Messens. AVN 1/2007

Anschrift des Verfassers:
Dipl.-Ing. Werner Wenderlein, Nötteleinweg 81, 90469 Nürnberg