

---

Günter Leonhardt

## **Diskussionsbeitrag zum Vortrag von Heinz Kautzleben „Geodäsie am Beginn des 21. Jahrhunderts“**

Herr Kautzleben hat über den enormen Fortschritt gesprochen, der für vielerlei wissenschaftliche und praktische Fragestellungen und Aufgaben mit der Nutzung künstlicher Erdsatelliten in der Geodäsie möglich geworden ist. Das betrifft primär die Beantwortung globaler Fragen, aber auch die enorme Steigerung der Meßgenauigkeit bei großräumigen Vermessungen.

Seine Ausführungen machen zudem deutlich, daß zur Beantwortung globaler Fragestellungen neben vielen anderen Wissenschaftsdisziplinen auch der Geodäsie eine wichtige Rolle zukommen kann, weil sie oft dazu beiträgt, qualitative Erkenntnisse durch Messungen nachzuweisen und zu quantifizieren.

Gestatten Sie bitte, daß ich diese Feststellung mit einem Beispiel aus eigenem Erleben belege, der Erforschung der Antarktis. Sie ist gleichermaßen Forschungsgegenstand und "Großlabor" für die verschiedensten Phänomene, deren Nachweis auf urbanisierten Kontinenten unmöglich wäre.

Seit langem interessieren sich besonders Meteorologen und Ozeanologen dafür, ob die Eismassen des antarktischen Kontinents und anderer großer vereister Flächen zu- oder abnehmen und welche klimatischen Veränderungen sich daraus ergeben würden. Die gegenwärtig international koordinierten „Ganzheitsbetrachtungen zum System Erde“ beschäftigen sich ebenfalls mit dieser Problematik.

Die Antarktis hat eine Kontinentfläche von ca. 13,5 Millionen km<sup>2</sup>, deren durchschnittliche Eisbedeckung 2.200 m mächtig ist; auf dem Festland sind also ca. 30 Millionen km<sup>3</sup> Festeis gebunden. Würde diese unvorstellbar große Eismasse schmelzen, stiege der Spiegel aller Weltmeere um ca. 56 m.

Ich erspare mir Schilderungen, was dieses Abschmelzen für bewohnte Kontinente bedeuten würde; fest steht nur, daß es dann keine Hafenstädte mehr gäbe und große Teile des kontinentalen Festlandes überschwemmt wären. Nun ist dieses Schreckensszenarium rein theoretisch und keiner muß fürchten, es je zu erleben. Tendenzen zu- oder abnehmender Vereisung der Antarktis zu erkennen und hinsichtlich möglicher globaler Auswirkungen zu

bewerten, das ist dagegen durchaus eine wissenschaftlich und praktisch gleichermaßen wichtige Frage.

Ich war in den Jahren 1962 bis 64 und 1971 bis 72 gemeinsam mit einem Fachkollegen Teilnehmer an der 8. und 17. Sowjetischen Antarktisexpedition. Wir sollten im Auftrag der Akademie der Wissenschaften der DDR und des Antarktischen Forschungsinstitutes der Sowjetunion zu beiden Perioden u.a. in der innerkontinentalen Station Wostok möglichst genaue Ortsbestimmungen durchführen und aus den Wiederholungsmessungen Größe und Richtung eventueller Eisbewegungen im Inneren des Kontinentes ableiten.

Wostok liegt ca. 1.500 km von der Küste entfernt in einer Höhe von 3.500 m über dem Meeresspiegel und könnte ein „Radialpunkt“ der kontinentweiten Eisbewegung sein. In der Station herrscht bei Temperaturen zwischen etwa minus 20 und minus 90° C eine mittlere Jahrestemperatur von minus 57° C. Solche Temperaturen „verkräften“ weder Mensch noch Gerät. In den Wintermonaten ist daher die Durchführung astronomischer Beobachtungen und anderer Außenarbeiten unmöglich und der Aufenthalt im Freien nur minutenweise und mit besonderen Schutzmaßnahmen zulässig. Als zusätzliche Erschwernisse für den Menschen kommen dazu auch nach einer individuell unterschiedlich langen Akklimatisierungsphase der niedrige Luftdruck und das für das Kontinentinnere typische geringe Sauerstoffangebot, die wegen der speziellen Verhältnisse der südlichen Polkappe vergleichsweise in Europa der Gipfelhöhe des Mont Blanc entsprechen.

Da es im Inneren des antarktischen Kontinentes wegen der Vereisung keine dauerhaft vermarkten und unveränderlichen Festpunkte gibt, ist eine Koordinatenbestimmung nur extraterrestrisch, d.h., unter Nutzung außerhalb der Erdatmosphäre gelegener Orientierungspunkte möglich.

Zum Zeitpunkt unserer ersten Teilnahme war es noch nicht möglich, Navigationssatelliten für Ortsbestimmungen zu nutzen, deshalb waren nur astronomisch-geodätische Verfahren zur Längen- und Breitenbestimmung anwendbar.

Bei diesen Verfahren bestehen außer den für Geräte und Beobachter gleichermaßen extremen Temperaturen in der Beobachtungsphase (minus 45 bis 68° C) sowie der Tatsache, daß im antarktischen Sommer die Sonne nicht untergeht und 24 Stunden über dem Horizont steht und dadurch nur bei exakter Vorausberechnung ihrer Position hellste Sterne überhaupt auffind- und beobachtbar sind, zusätzliche Erschwernisse.

Wostok liegt auf einer Eisbedeckung von mehr als 3.500 m. Da das Eis aus nahezu „destilliertem“ Wasser besteht, ist seine Leitfähigkeit

außerordentlich niedrig und für die Erdung des Elektrostationsnetzes ungeeignet. Zirkulierende Störströme belasten deshalb das Netz und behindern dadurch den Empfang der für astronomische Präzisionsmessungen unbedingt erforderlichen Zeitzeichen bzw. machen ihn phasenweise ganz unmöglich. Dazu kommt die Tatsache, daß die mit Diesellaggregaten arbeitende Elektrostation ihre Schwingungen auf die obere Firnschicht überträgt und die erzeugten Vibrationen die ohnehin schwierige Sternerfassung zusätzlich komplizieren. Die Improvisation technischer Feinessen und die oft primitiv anmutenden Lösungen müssen deshalb auch bei Präzisionsmessungen „groß geschrieben“ werden. Für solche Probleme ist der geschickte Handwerker meist besser geeignet als der hochspezialisierte Wissenschaftler.

Zum Zeitpunkt der Wiederholungsmessungen zu Beginn der siebziger Jahre gab es zwar bereits für die Ortung geeignete Satelliten. Sie dienten aber primär militärischen Zwecken und waren dem zivilen Bereich nicht zugänglich. Entsprechende Empfänger standen weder unseren sowjetischen Kollegen noch uns zur Verfügung. Außerdem war zu beachten: Da für astronomische und für satellitengestützte Messungen unterschiedliche Referenzsysteme verwendet werden, sind die mit beiden Verfahren erzielten Ergebnisse nur näherungsweise vergleichbar. Ohne exakte Kenntnis der Satellitenbahnen bestand die Gefahr, die bei der Erstbeobachtung erzielten guten Ergebnisse zunichte zu machen und die „Koordinatendifferenz“ zwischen Erst- und Zweitbeobachtung falsch zu interpretieren. Es war daher unumgänglich, die Zweitbeobachtung erneut mit astronomisch-geodätischen Methoden und möglichst mit dem gleichen Instrumentarium durchzuführen, obwohl dafür auch wegen der Abhängigkeit von den meteorologischen Bedingungen ein vergleichsweise hoher Zeitaufwand erforderlich war.

Trotz der behandelten Probleme konnten wir mit den Ergebnissen unserer Messungen und ihrer Auswertung zufrieden sein, zumal derartige Präzisionsmessungen im Kontinentinneren bis zu diesem Zeitpunkt ohne Beispiel waren. Wir erreichten eine Koordinatengenauigkeit, die erstmalig die exakte Bestimmung von Fließgeschwindigkeit und -richtung an einem Standort ermöglichte.

Im Gebiet der Station Wostok, ca. 1.500 km von der Küstenstation Mirny entfernt, bewegte sich der Eispanzer in den Jahren 1963 bis 1972 mit einer mittleren Geschwindigkeit von 3,6 m/Jahr in die vom Relief des Eisuntergrundes, d.h. des Festlandes, bestimmte südöstliche Richtung. Der mittlere Fehler des ermittelten Betrages betrug 0,7 m.

Die interdisziplinäre Interpretation der Arbeitsergebnisse verschiedener Wissenschaftszweige bestätigte die Feststellung, daß in der Zeit, in der unsere Beobachtungen durchgeführt wurden, der Massenhaushalt des antarktischen Festeises nahezu ausgeglichen war.

Außer der erstmals im Kontinentinneren mit hoher Sicherheit ermittelten Bewegung eines definierten Punktes war es durch unsere Koordinatenbestimmung in Wostok in Verbindung mit den von uns in der Küstenstation Mirny durchgeführten vergleichbaren Messungen möglich, die von einem sowjetisch-französischen glaziologischen Schlittenzug auf der Trasse Mirny-Wostok gemessenen Relativbewegungen zu orientieren und in ihrer absoluten Größe zu bestimmen.

Mit den derzeit verfügbaren Instrumenten und Methoden, die H. Kautzleben behandelt hat, z.B. durch die Nutzung des Global Positioning System (GPS), wäre in relativ kurzer Zeit erreichbar, wozu wir wegen der beschriebenen Probleme und der bei Tageslicht sehr geringen Auswahl an auffindbaren und für die Beobachtung geeigneten hellen Sternen mehrere Wochen benötigten. Voraussetzung dafür ist aber gleichfalls die Lösung des Problems des Zeitzeichenempfangs bzw. der Zeitbewahrung.

Es ist selbstverständlich, daß dadurch verschiedene Aufgaben in kürzeren Zeiträumen und mit höherer Genauigkeit lösbar und zusätzliche Effekte überhaupt feststellbar geworden sind.

Lassen Sie mich diese Aussage an einem aktuellen Beispiel erläutern.

In den letzten Tagen wurde in vielen Massenmedien darüber berichtet, daß in der Antarktis eine riesige Festeisfläche abgebrochen und ins Meer gestürzt sei. Die nicht immer von Seriosität und fachlicher Exaktheit gekennzeichneten Pressemeldungen erweckten zum Teil den Eindruck, daß auf die Menschheit katastrophale Ereignisse zukommen. Ohne Zweifel geschehen Eisabbrüche dieser Größenordnung nicht alle Tage, sie sind aber auch keine sensationelle Besonderheit.

Die die Erde umkreisenden Aufklärungssatelliten versetzen uns heute in die Lage, Erscheinungen wahrzunehmen bzw. von ihnen Kenntnis zu erhalten, die es in früheren Zeiten ebenfalls gab, die aber wegen der fehlenden Beobachtungsmöglichkeiten weitgehend unbekannt blieben.

Mag die weltweite Klimaerwärmung auch auf die antarktische Polkappe Einfluß haben - ich bin kein Meteorologe und kann und will deshalb die oft widersprüchlichen Meldungen nicht kommentieren -, Eisabbrüche gigantischen Ausmaßes gab es aber in der Antarktis auch früher schon.

An antarktischen Ausflußgletschern treten bei bestimmten begünstigten Untergrundverhältnissen an der küstennahen Kalbungsfront Fließgeschwindigkeiten von 1-3 m/Tag auf. Daß bei solchen Bewegungsgrößen Abbrüche erfolgen müssen, ist „antarktischer Alltag“. Nicht oft jedoch haben diese Abbrüche solche Dimensionen wie zuletzt gemeldet.

Derartige Ereignisse, die erst unter Nutzung moderner technischer Mittel und wissenschaftlicher Komplexinterpretation feststell- und quantifizierbar geworden sind, machen erkennbar, welche Bedeutung für die verschiedensten Wissenschaftsgebiete und für das „System Erde“ die intensive Erforschung vieler Phänomene hat, auch wenn sie sich nicht täglich in unserem Blickfeld befinden.

