

werden instrumentelle Temperaturgradienten und Abkühlungsverlauf untersucht und entsprechende Reduktionen vorgeschlagen. Es folgen Überlegungen zum Einfluß von Horizontschräge, Fadennetz und Fadenstärke sowie zur korrekten Gewichtsfunktion. Insgesamt kann der Genauigkeits- bzw. Zeitgewinn etwa 50 % betragen.

(3) "ZUR AZIMUTMESSUNG MIT SEKUNDENTHEODOLITEN"

Ö.Z.f.V.u.Ph. 64/2 (1977), S. 53-68

Nach Betrachtungen über die systematischen Fehler und Nachteile von Reiterlibellen wird vorgeschlagen, die Neigungskorrektur astronomischer Azimutmessungen stattdessen mit dem Höhenkreis-Kompensator zu ermitteln. Den damit erreichbaren wesentlichen Genauigkeitsgewinn könnten Taumelfehler der Stehachse beeinträchtigen. Eingehende Laboruntersuchungen zeigen jedoch, daß diese Fehler quasizufällige bzw. periodische Charakteristik haben und sich ihr Einfluß durch bestimmte Vorkehrungen weitgehend eliminieren läßt.

Probemessungen nach dieser Methode bestätigen die hohe theoretische Genauigkeitserwartung ( $\pm 1''$  pro Satz) und übertreffen sogar die Ergebnisse mit einem speziellen Neigungsmikrometer. Damit erübrigt sich der Einsatz großer Universalinstrumente selbst für Laplace-Punkte. Wie Versuche zeigen, sind auch "Stativfehler" klein, was durch Ersparnis von Pfeilern abermals der Wirtschaftlichkeit zugute kommt.

(4) "DIE ÄUSSERE GENAUIGKEIT ASTRONOMISCHER ORTSBESTIMMUNGEN MIT DEM NI-2 ASTROLABIUM UND DIE PERSÖNLICHE GLEICHUNG"

A.V.N. 84/11 (1977), S. 434-448

Für Geoidbestimmungen und andere Vorhaben sind Kenntnisse über die äußere Genauigkeit der gemessenen Lotabweichungen notwendig. Der Unterschied zur inneren Genauigkeit entsteht hauptsächlich durch persönliche und meteorologische Fehler. Diese werden nach Elimination instrumenteller Einflüsse (2) aus verschiedenen Meßreihen isoliert.

Die persönliche Gleichung variiert bei allen Beobachtern, unabhängig von deren Übung, um  $\pm 0,03''$ ; ab einmonatigen Unterbrechungen erfordert sie jedoch eine "Pausenkorrektur" (ca.  $0,05''$ ). In Breite existieren systematische Fehler bis

$0,2''$ , die Refraktionsanomalien können  $0,3''$  überschreiten. Durch deutliche Registriergeräusche und Kontrolle der Augenbewegungen läßt sich die persönliche Gleichung noch besser stabilisieren; besonders wirksam ist eine vorausschauende Reaktionsweise mit "visuell-akustischer Koinzidenz", die auch Ermüdungseffekte vermindert. Damit wird die Genauigkeit großer Instrumente und der in der Literatur so bevorzugten "unpersönlichen" Beobachtungsverfahren erreicht oder übertroffen, und dies bei geringerem Zeitaufwand.

Franz K o h l b e c k

REZENTE GEBIRGSSPANNUNGEN IN ÖSTERREICH

Habilitationsschrift, ausgeführt am Institut für Geophysik der TU Wien, 1980.

Begutachter und Betreuer: o. Prof. Dr. A. E. Scheidegger

Die Dynamik der Erde, die damit verbundenen Verschiebungen der Kontinente, Bildung von Ozeanen, Gräben und Gebirgen ist eines der bedeutendsten Forschungsgebiete in Geologie und Geophysik. Nach den heute anerkannten Vorstellungen der Plattentektonik entstehen durch die Verschiebung der festen Platten über einer nachgiebigen Asthenospäre horizontale Spannungen, welche in un-

mittelbarem Zusammenhang mit der Gebirgsbildung stehen. In weltweiten Bemühungen wurde daher versucht, dieses Spannungsfeld nachzuweisen. Die Arbeit berichtet über die Untersuchung der rezenten Spannungen in Österreich.

Ein Verfahren zur direkten Messung der Spannungen im Gebirge ist bislang noch nicht bekannt, jedoch können mit indirekten Verfahren, wie durch Messung von Kluftscharen, Horizontalstylolyten, Versetzungsdichten, aus "hydraulic fracturing", Erdbebenherdlösungen, Interpretation von Photolinearen, geodätischen Vermessungen und durch in situ Messungen nach dem Bohrkern-Entlastungsverfahren Aussagen über den Spannungstensor getroffen werden. Das erstgenannte Verfahren ist das einfachste und billigste und dient zur Messung der Richtung der größten Horizontalspannung, die Interpretation ist jedoch nicht allgemein anerkannt. Das letztgenannte Verfahren ist das aufwendigste, aber das einzige, mit welchem der vollständige Spannungstensor nachgewiesen werden kann. Es wird die Weiterentwicklung folgender beiden Verfahren und ihre Anwendung in Österreich beschrieben.

1. Kluftmessungen: Überschreitet die Spannung die Gesteinsfestigkeit, so tritt Bruch ein, wobei eine oder mehrere Bruchflächen entstehen können, deren Form und Lage vom Material und vom äußeren Spannungsfeld abhängen. Im Gebirge werden zumeist zwei konjugierte Kluftscharen gefunden, an welchen keine Bewegungen stattgefunden haben, und deren Pole jeweils um ein Zentrum streuen. Die Veröffentlichungen Nr. 1 und 2 befassen sich mit der Interpretation dieser Kluftscharen als Brüche eines rezenten Spannungsfeldes. Die erste Veröffentlichung gibt ein parametrisches und ein nichtparametrisches Verfahren zur Bestimmung der Maxima der Poldichten. Im parametrischen Verfahren wird angenommen, daß sich die Poldichten als additive Überlagerung von Dimroth-Watson-Funktionen darstellen lassen. Die unbekannt Parameter werden mit maximum likelihood-Methode bestimmt. Durch Anwendung des likelihood ratio-Tests kann für alle Parameter ein Vertrauensbereich angegeben werden. Die Ausführung der Rechnungen ist nur mit einem Computerprogramm möglich. Die nichtparametrische Methode besteht in der Berechnung von Linien gleicher Poldichte nach einem in der Geologie gebräuchlichen Verfahren. Es wurde ein Rechenprogramm erstellt, welches die Isolinien berechnet und zeichnet. Durch die Erstellung der beiden Rechenprogramme ist es möglich, Kluftmessungen in großer Zahl rasch auszuwerten und noch die Aussagekraft der Messungen objektiv darzustellen. Wegen der großen Streuung der Meßdaten war dies die Voraussetzung für die Interpretation der Klüfte als Bruchflächen eines übergeordneten Spannungsfeldes.

2. In situ Spannungsmessungen: Wegen des großen technischen Aufwandes und der hohen Kosten werden in situ Spannungsmessungen nach dem Bohrkernentlastungsverfahren nur selten ausgeführt. In Österreich wurden tektonische Spannungen nur vom Institut für Geophysik gemessen. Die großen Streuungen der Meßwerte in Abständen von dm ließen vorerst an der Methode Zweifel aufkommen. Es wurden daher Verbesserungen an den elektronischen Meßgeräten und verschiedene Tests und Kontrollen durchgeführt, die die Richtigkeit der Messungen bestätigten. Außerdem erfolgten noch umfangreiche gesteinsphysikalische Untersuchungen. Es zeigte sich, daß die Elastizitätsmodule und Poissonzahlen der untersuchten Gesteine einer Meßstelle oft bis 100 % variierten. Zusammen mit der hohen Klüftigkeit der vorwiegend metamorphen alpinen Gesteine war damit die Streuung der Einzelwerte der Spannungen naheliegend. Mit Hilfe der Methode der finiten Elemente wurde noch die Spannung errechnet, die sich aus dem Gesteinsgewicht an der Meßstelle ergibt. Es zeigte sich, daß die Vertikalspannung weitgehend dem Überlagerungsgewicht entsprach, während die Horizontalspannungen im allgemeinen höher als die berechneten waren.

Zusammengefaßt ergibt sich: sowohl Kluft- als auch in situ Spannungsmessungen zeigten, daß in Österreich ein NW-SE gerichtetes horizontales Spannungsfeld vorhanden ist. Dieses Feld wird durch regionale Besonderheiten teilweise gestört oder durch regionale Felder (z. B. durch Gebirgsgewicht) überlagert. Die NW-SE Richtung ist jedoch vorherrschend, unabhängig vom Bogen der Alpen und stimmt mit den Messungen in anderen Teilen Europas überein. Die Größe der Horizontalspannung ist sehr unterschiedlich und kann in manchen Gebieten wie etwa in Bleiberg die Höhe der Vertikalspannung übersteigen.