

Gravimetrische Erdgezeitenregistrierungen auf dem Profil  
Innsbruck-Wien-Tihany

B. Meurers

U Wien

---

1) Einleitung

Hauptziel der Erdgezeitenregistrierung auf einem Profil längs der Ostalpen ist die Bestimmung der Gezeitenparameter  $\delta$  und  $\alpha$  für die Hauptpartialtiden des ganz- und halbtägigen Frequenzbereiches. Den Kern der Registrieranlage bildet das LCR D-9 Gravimeter, das hauptsächlich zu gravimetrischen Feldmessungen herangezogen wird. Die instrumentelle Adaptierung dieses Gerätes zur Erdgezeitenregistrierung stellt somit auch einen Schwerpunkt dieser Untersuchung dar.

2) Registrierung

Auf einem Profil längs der Ostalpen wurden an drei für den geologischen Aufbau der Erdkruste in diesem Bereich charakteristischen Stationen Innsbruck (inneralpin), Wien (Rand der Ostalpen) und Tihany (Pannonisches Becken) gravimetrische Erdgezeitenregistrierungen durchgeführt. Die Registrierintervalle betragen jeweils 60 - 70 Tage. Die Kalibrierung der Meßapparatur erfolgte mittels der üblichen Spindeleichmethode.

3) Auswertung der Registrierung

Zur Auswertung der Kalibrierungen wurde ein Algorithmus entwickelt, der das rheologische Verhalten des Gravimeterfedersystems und die Instrumentendrift berücksichtigt. Lineare Anteile des Driftsignales während des Kalibrierungsprozesses werden dabei eliminiert. Das Auswerteverfahren wurde an den Resultaten der Kalibrierungen getestet. Das ihm zugrunde liegende Driftmodell wird dadurch bestätigt. Zur Interpolation von durch Erdbeben hervorgerufenen Registriererausfällen (Hängenbleiben der Gravimetermasse bei großen Auslenkungen) werden das Driftverhalten und elastische Nachwirkungen ebenfalls in Rechnung gestellt. Die fehlenden Daten werden auf Grund der theoretischen Gezeiten berechnet. Die bei der Rückkehr der Gravimetermasse in ihre Meßposition einsetzende anomale Driftstörung wird durch eine Sprungkorrektur fast vollständig eliminiert. Die Methode ist für kurze Registriererausfälle dieser Art anwendbar.

#### 4) Erdgezeitenanalyse

Als Hauptanalysenmethode wurde das Verfahren von T. Chojnicki /1/ angewendet. Die Zusammenfassung von Partialtiden mit den gleichen Unbekannten  $\delta$  und  $\alpha$  erfolgt mit nur geringen Abweichungen analog zu der im Verfahren von P. Venedikov durchgeführten Gruppierung. Die zeitliche Homogenität der Ergebnisse wurde durch drei Teilanalysen überlappender Registrierintervalle von einmonatiger Dauer untersucht. Zur Überprüfung des Einflusses der Analysenmethode auf das Ergebnis und zur Herstellung der Kompatibilität der Analysenresultate mit den Ergebnissen der permanenten Gezeitenstationen wurden die Daten zuzüglich mittels der Venedikov-Analyse ausgewertet. Die Berechnungen dazu wurden vom Inst. f. Landesvermessung u. Photogrammetrie der TU Graz mit dem dort installierten Programmpaket des ICET durchgeführt /2/. Zwischen beiden Analysenresultaten ergeben sich geringe systematische Abweichungen (Tab. 1 und 2). Sie sind u.a. auf die bei den Analysenverfahren unterschiedlichen Filteroperationen zurückzuführen. Hinsichtlich der relativen Unterschiede der Gezeitenparameter auf dem Profil ergibt sich jedoch wegen der Systematik der Abweichungen das gleiche Resultat.

#### 5) Ergebnisse des Erdgezeitenprofiles

Die Analysenresultate der Chojnicki-Methode sind in der Tab. 3 bzw. graphisch in Abb. 1 dargestellt. Die Symbole der letzten Spalte in Tab. 3 bezeichnen das entsprechende Analysenintervall (T gesamte Registrierperiode, 1 erster Teilabschnitt, 2 zweiter Teilabschnitt, 1-2 Registrierintervall, das den 1. und 2. Teilabschnitt jeweils zur Hälfte überlappt). Die Amplitudenfaktoren für Wien und Tihany stimmen bis auf innerhalb der Meßgenauigkeit liegende Abweichungen gut überein. Systematisch höhere Amplitudenfaktoren werden dagegen in Innsbruck beobachtet. Vorbehaltlich der relativ kurzen Registrierintervalle sind die Differenzen signifikant. Damit deutet sich die Fortsetzung des Bereiches anomal hoher Amplitudenfaktoren, wie sie in Graz /3/ und im Rahmen des europäischen Gezeitenprofiles auch in Triest und Padua /4/ gemessen wurden, in den westlichen Teil der Ostalpen an. Abb. 2 zeigt die regionale Verteilung der Amplitudenfaktoren für die Partialtiden  $O_1$  und  $M_2$  in Europa. Als Referenzwerte wurden die Ergebnisse der Station Brüssel verwendet und von den Amplitudenfaktoren der übrigen Stationen subtrahiert. Die so

definierten Differenzen stellt Abb. 2 dar. Die Amplitudenfaktoren wurden dem Ergebnis des westeuropäischen Gezeitenprofiles /4/ entnommen. Da die Frequenzcharakteristik der Registrieranlage, insbesondere des LCR D-9, noch nicht durch Vergleichsmessungen an kalibrierten Stationen erfolgen konnte, wurden nur die Unterschiede zwischen den Gezeitenparametern auf dem Gezeitenprofil längs der Ostalpen berücksichtigt und die Meßergebnisse von Tihany an die entsprechenden Werte der oben genannten Publikation angepaßt. Abb. 2 zeigt anomal hohe Amplitudenfaktoren  $\delta(O_1)$  und  $\delta(M_2)$  und die daraus resultierenden positiven Differenzwerte im Bereich von Graz, der nördlichen Adriaküste und Innsbruck im Gegensatz zu den negativen und annähernd gleich großen Werten in dessen Umgebung (Westalpen, Pannonisches Becken). Die abschätzbaren indirekten Ozeaneffekte sind in Abb. 2 noch nicht berücksichtigt, weshalb der Vergleich der Amplitudenfaktoren über große Gebiete hinweg nur mit diesem Vorbehalt durchgeführt werden darf. Innerhalb des oben beschriebenen Bereiches kann die Anomalie jedoch nicht durch indirekte Ozeaneffekte erklärt werden. Tab. 4 stellt die entsprechenden additiv anzubringenden Korrekturwerte zusammen /5/.

Inwieweit es sich bei dem Bereich hoher Amplitudenfaktoren um eine durchgehende und geschlossene Anomalie handelt, muß eine weitere Registrierung zwischen Innsbruck und Wien bzw. Graz zeigen. Zur Bestätigung des Meßresultates ist eine Verlängerung der Registrierung in Innsbruck sinnvoll. Zur Herstellung absoluter Kompatibilität der mit dem LCR D-9 gewonnenen Ergebnisse mit den Resultaten permanenter Erdgezeitenstationen ist eine halbjährige Vergleichsregistrierung in Graz geplant.

#### 6) Literatur

- /1/ Chojnicki, T. : Ein Verfahren zur Erdgezeitenanalyse in Anlehnung an das Prinzip der kl. Quadrate, Mitt.d.Inst.f.theor.Geod.d.Univ.Bonn, Heft 15, 1973
- /2/ Lichtenegger, H. : Analysenergebnisse nach der Methode von Venedikov für die Meßreihen des Gezeitenprofiles Innsbruck-Wien-Tihany, Pers. Mitt.
- /3/ Rinner, K. : A Geodetic Contribution to the IGP, Österr. Nationalbericht für das Int. Geodynamische Projekt, 1980 (in Druck)
- /4/ Melchior, P. et al. : Earth Tide Gravity Map for Western Europe Phys. Earth Planet. Inter., 13, 1976, pp 184 - 196
- /5/ Varga, P. : Korrekturwerte zur Berücksichtigung indirekter Ozeaneffekte an den Stationen Graz, Innsbruck, Wien, Tihany u. Sopron, Pers.Mitt.

Tab. 1 : Vergleich der Ergebnisse der Venedikov - und der Chojnicki - Analyse  
 VEN Venedikov - Methode  
 CH Chojnicki - Methode

$\delta$	Innsbruck		Wien		Tihany	
	VEN	CH	VEN	CH	VEN	CH
$O_1$	1.1936	1.1881	1.1743	1.1701	1.1766	1.1737
$P_1 S_1 K_1$	1.1796	1.1791	1.1584	1.1577	1.1667	1.1652
$M_2$	1.2052	1.1957	1.1912	1.1824	1.1919	1.1834
$S_2 K_2$	1.2112	1.2015	1.1878	1.1782	1.1923	1.1835
$\alpha [^\circ]$						
$O_1$	-2.14	-2.20	-1.88	-1.90	-2.04	-1.88
$P_1 S_1 K_1$	-2.11	-2.14	-1.95	-1.87	-1.37	-1.40
$M_2$	-1.06	-1.10	-1.22	-1.21	-0.95	-0.91
$S_2 K_2$	-1.45	-1.42	-1.94	-1.94	-2.05	-2.02

Tab. 2 : Differenz zwischen den Amplitudenfaktoren der Chojnicki-Analyse und den Amplitudenfaktoren der Venedikov-Analyse

	Innsbruck	Wien	Tihany
$O_1$	0.0055	0.0042	0.0029
$P_1 S_1 K_1$	0.0005	0.0007	0.0015
$M_2$	0.0095	0.0088	0.0085
$S_2 K_2$	0.0097	0.0096	0.0088

Differenz :  $\delta_{\text{Venedikov}} - \delta_{\text{Chojnicki}}$

$\delta$	Innsbruck	Wien	Tihany	
$O_1$	1.1891 $\pm 0.0054$	1.1709 $\pm 0.0035$	1.1745 $\pm 0.0034$	T
	1.1994 0.0026	1.1672 0.0053	1.1764 0.0021	1
	1.1046 0.0324	1.1637 0.0021	1.1671 0.0029	1-2
	1.1785 0.0039	1.1763 0.0030	1.1724 0.0031	2
$P_1 S_1 K_1$	1.1800 0.0029	1.1586 0.0025	1.1661 0.0018	T
	1.1955 0.0015	1.1618 0.0032	1.1653 0.0012	1
	1.1991 0.0162	1.1530 0.0016	1.1638 0.0015	1-2
	1.1701 0.0019	1.1522 0.0028	1.1685 0.0016	2
$M_2$	1.1995 0.0023	1.1861 0.0015	1.1870 0.0012	T
	1.2075 0.0013	1.1876 0.0018	1.1868 0.0015	1
	1.2027 0.0090	1.1827 0.0007	1.1859 0.0012	1-2
	1.1899 0.0020	1.1872 0.0018	1.1876 0.0012	2
$S_2 K_2$	1.2055 0.0055	1.1822 0.0029	1.1875 0.0032	T
	1.2161 0.0027	1.1843 0.0037	1.1865 0.0034	1
	1.2096 0.0123	1.1795 0.0012	1.1859 0.0033	1-2
	1.1876 0.0052	1.1823 0.0031	1.1908 0.0034	2
$\alpha$				
$O_1$	-2.20° $\pm 0.26^\circ$	-1.90° $\pm 0.17^\circ$	-1.88° $\pm 0.17^\circ$	T
	-2.40 0.12	-2.20 0.26	-1.44 0.10	1
	-1.59 1.58	-2.07 0.11	-1.78 0.15	1-2
	-1.99 0.19	-1.54 0.15	-2.17 0.15	2
$P_1 S_1 K_1$	-2.14 0.14	-1.87 0.12	-1.40 0.09	T
	-2.06 0.07	-1.91 0.16	-0.97 0.06	1
	-4.15 0.77	-1.87 0.08	-1.29 0.08	1-2
	-2.17 0.10	-1.78 0.14	-1.70 0.08	2
$M_2$	-1.10 0.11	-1.21 0.07	-0.91 0.06	T
	-1.05 0.06	-1.23 0.09	-0.84 0.07	1
	-1.48 0.42	-1.14 0.03	-0.76 0.06	1-2
	-1.19 0.10	-1.17 0.09	-1.01 0.06	2
$S_2 K_2$	-1.42 0.26	-1.94 0.14	-2.02 0.15	T
	-1.35 0.13	-2.23 0.18	-2.18 0.17	1
	-1.65 0.58	-2.21 0.06	-1.90 0.16	1-2
	-1.60 0.25	-1.66 0.15	-1.82 0.16	2

Tab. 3 : Analyse nach Chojnicki - Variante 1  
Zusammenfassung von Wellen mit gleichen Unbekannten  $\delta$  und  $\alpha$  in Frequenzbänder

Tab. 4 : Korrektur der indirekten Ozean-  
effekte (P.Varga,pers. Mitt.)

Station	$O_1$		$M_2$	
	$\delta_{\text{Korr}}$	$\alpha_{\text{Korr}}$	$\delta_{\text{Korr}}$	$\alpha_{\text{Korr}}$
Innsbruck	0.0078	+0.03°	-0.0304	+0.30°
Wien	0.0064	-0.02°	-0.0259	-0.38°
Graz	0.0063	-0.03°	-0.0259	-0.26°
Tihany	0.0060	-0.05°	-0.0230	-0.58°

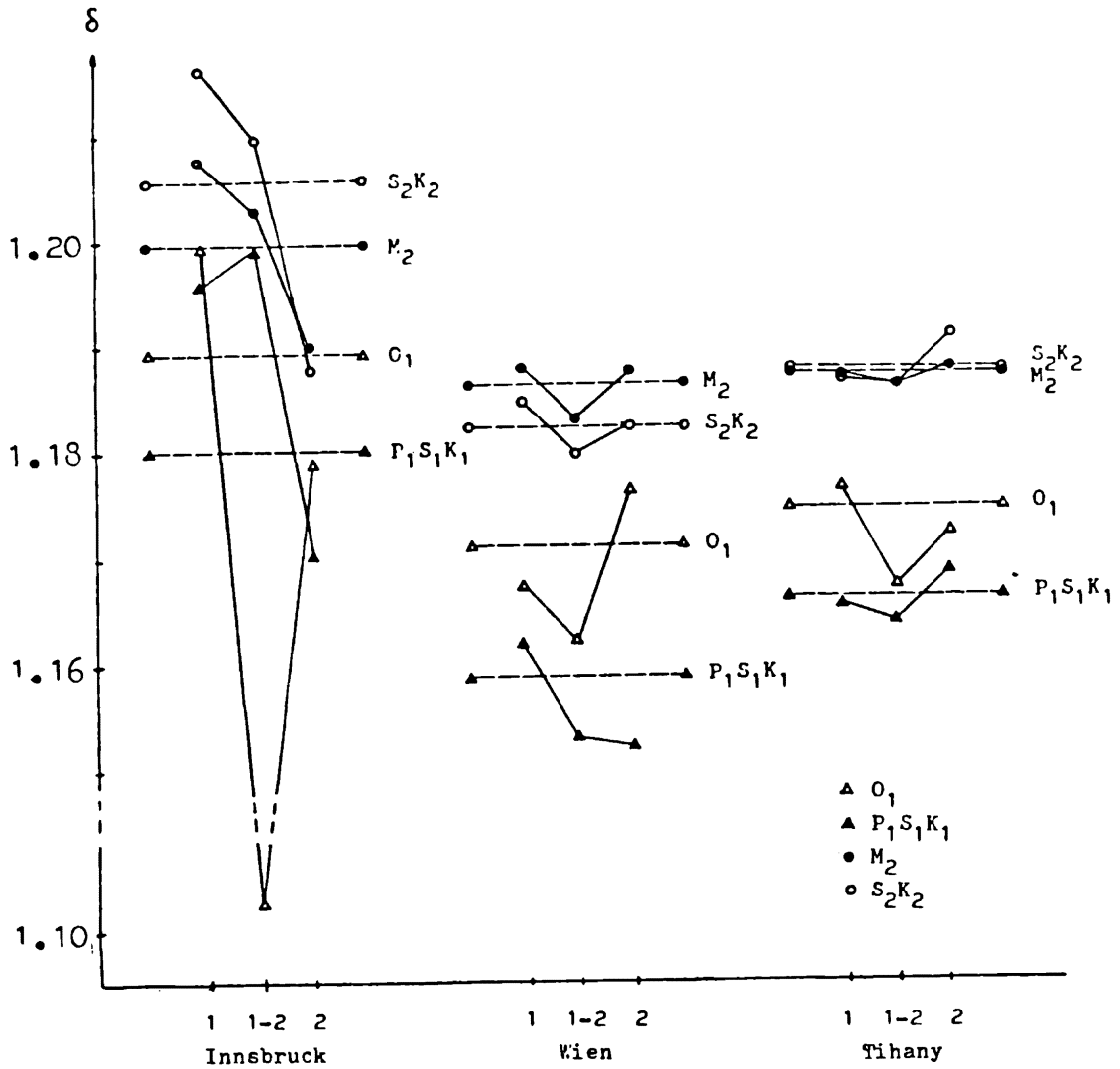


Fig. 1: Amplitudenfaktoren der Hauptpartialtiden auf dem Gezeiten-Profil  
 --- Analysenergebnis des gesamten Registrierintervalles (in Tabelle 1 mit T symbolisiert)  
 1 Analysenergebnis des 1. Teilabschnittes  
 1-2 Analysenergebnis des den 1. und 2. Teilabschnitt zeitl. zu gleichen Teilen überlappenden Registrierintervalles  
 2 Analysenergebnis des 2. Teilabschnittes

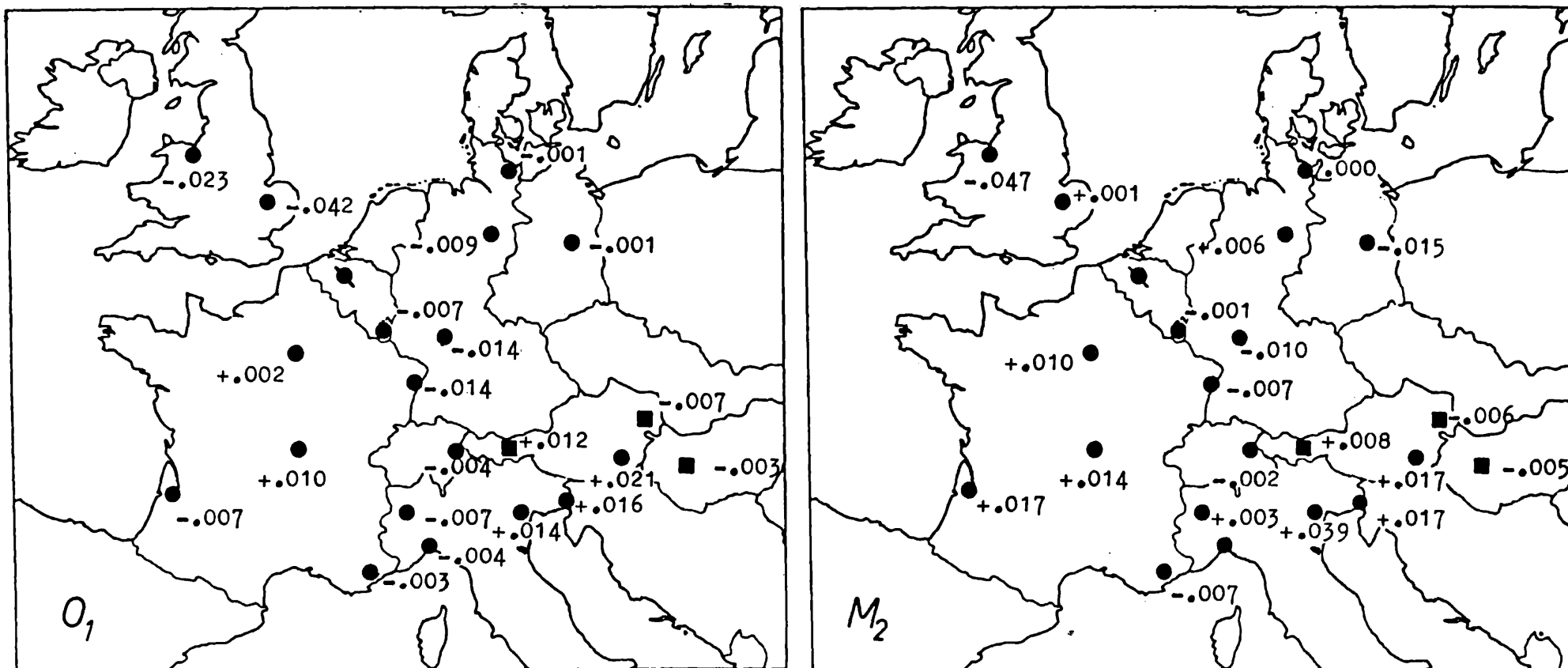


Fig. 2 : Differenz der Amplitudenfaktoren der Referenzstation Brüssel ( ● )  
 von den beobachteten Werten für  $O_1$  und  $M_2$   
 ■ Stationen auf dem in dieser Arbeit untersuchten Gezeitenprofil