

Bulletin d'information des Marées Terrestres n° 41

Table des Matières

MAREES TERRESTRES

1231

BULLETIN D'INFORMATION

1232

N° 41

15 septembre 1965

1241

Association Internationale de Géodésie

1243

Commission Permanente des Marées Terrestres

1252

1255

Editeur : Prof. Paul M E L C H I O R

Observatoire Royal de Belgique

1264

3, Avenue Circulaire

Bruxelles, 18

Bulletin d'Information des Marées Terrestres n° 41

Table des Matières.

E.N. LIOUSTICH, V.A. MAGNITSKII (<i>Traduction</i>) Les mouvements verticaux de l'écorce terrestre et les variations du champ gravitationnel dus à des déplacements de masses sous l'écorce	1531
A.E. OSTROVSKII, A.B. BACHROUCHINE, L.I. MIRONOVA (<i>Traduction</i>) Essai de mesure des déformations tectoniques à l'aide de clinomètres dans la région de Douchambe	1536
A.E. PHILIPPOV (<i>Traduction</i>) Essai de détermination de l'onde lunaire d'aberration dans les variations de latitude d'après les résultats des observations des deux télescopes zénithaux à Poltava de 1948.8 à 1954.8	1541
P.S. MATVEEV (<i>Traduction</i>) Anomalies des inclinaisons de marée de la surface de la Terre à Poltava et Tsmakovo d'après les données des observations de 1958-59	1543
S.G. KOULAGINE, L.D. KOVBASIOUK Nutation libre, diurne d'après les observations de Gorki	1552
M. BONATZ Die günstigste Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellung bei der Erdgezeitenregistrierung mit dem Askania-Gravimeter GS 11 (12)	1555
M. BONATZ Die Bedeutung des photoelektrischen Nullpunktes bei der Erdgezeitenregistrierung mit dem Askania-Gravimeter GS 11 (12)	1564.

LES MOUVEMENTS VERTICAUX DE L'ECORCE TERRESTRE ET LES VARIATIONS DU
CHAMP GRAVITATIONNEL DUS A DES DEPLACEMENTS DE MASSES SOUS L'ECORCE

E.N. Lioustich et V.A. Magnitskii

Recherches sur les Marées Terrestres Article N° 1 Publ. Acad. Sc. URSS Moscou 1963

ВЕРТИКАЛЬНЫЕ ДВИЖЕНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ, ИЗМЕНЕНИЯ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ ВО
ВРЕМЕНИ И ПЕРЕМЕЩЕНИЯ ПОДКОРОВЫХ МАСС

Е.Н. Люсмих, В. А. Мачницкий

Изучение Земных приливов Сборник статей № 1 Издат. Акад. Наук СССР Москва 1963

Parmi tous les mouvements de l'écorce terrestre nous considérons comme essentiels les mouvements verticaux puisqu'ils se manifestent partout et constamment alors que les mouvements horizontaux, le plissement et le volcanisme sont limités localement et ne se manifestent que pendant des périodes déterminées.

Pour la recherche des causes des mouvements verticaux il est important de tenir compte des données gravimétriques. Ces mouvements provoquent des variations de la force de pesanteur dont le signe et l'amplitude indiquent le caractère de la cause directe du mouvement.

La cause d'une élévation ou d'un abaissement peut être soit le déplacement de la matière sous l'écorce (ou dans l'écorce), soit le changement de volume de cette matière, mais ces deux causes peuvent agir simultanément. Au même moment peut se produire à la surface une dénudation ou une sédimentation. Dans le cas le plus simple (c'est-à-dire le problème à une seule dimension), on peut calculer la variation de n'importe quelle anomalie de la force de pesanteur. Ainsi les anomalies à l'air libre sont identiques aux anomalies isostatiques. Désignons par H le déplacement vertical de l'écorce (positif vers le haut) ; a la fraction de ce déplacement vertical résultant du déplacement horizontal des matériaux à grande profondeur ; D - la densité de ce matériau ; h - l'épaisseur (ou puissance) de la couche qui a été déposée (positif) ou enlevée par l'eau (négatif), d - la densité de cette couche ; on suppose que cette densité a été adoptée pour le calcul de la réduction de Bouguer ; f est la constante de gravitation.

La variation de l'anomalie de Bouguer s'exprime par le produit

$$2 \Pi f (d - aD) H, \quad (1)$$

et la variation de l'anomalie isostatique par le produit

$$2 \Pi f (hd - aHD) \quad (2)$$

Nous examinerons seulement les mouvements des plates-formes car les processus dans les géosynclinaux sont très complexes et nous ne savons pas ce que sont dans ce cas les variations de la force de pesanteur. On peut partager tous les terrains de plate-forme en "stables" ou "perturbés". On range habituellement parmi les terrains stables les plaines basses ; elles peuvent avoir une puissante couverture de sédiments ou être privées de couverture supérieure emportée par la dénudation. Dans l'un ou l'autre cas, les mouvements lents et monotones verticaux au cours de quelques cycles géologiques en sont habituellement la cause. Les terrains perturbés sont soit très élevés au-dessus du niveau de la mer, soit abaissés à un point tel qu'ils sont transformés en fond de mer ; ceci témoigne habituellement du fait que la plate-forme a subi un déplacement vertical important au cours du cycle tectonique alpin. Le plus difficile est de déterminer la variation du champ gravitationnel. Nous pouvons mesurer le champ de pesanteur actuel mais le champ pour les époques passées ne nous est pas connu.

On ne peut juger des variations de ce champ au cours du temps qu'en comparant les mêmes terrains de différents âges. Si on réussissait à établir la variation régulière du champ de pesanteur dans une série de plates-formes depuis les plus vieilles jusqu'aux plus jeunes, on pourrait considérer que le champ de pesanteur aurait varié de la même façon au cours du temps.

Comme exemples de terrains perturbés on peut signaler la partie occidentale de la plate-forme de l'Amérique du Nord, la partie méridionale de la plate-forme de l'Inde, le bassin de l'Afrique Orientale et le plateau du Mexique. La plate-forme Russe, la partie orientale de la plate-forme d'Amérique du Nord, la partie Nord de la plate-forme de l'Inde appartiennent aux anciens terrains de plates-formes stables (de la consolidation pré-cambrienne). La plaine de l'Allemagne du Nord, la plaine française et les plaines côtières de l'Amérique du Nord appartiennent aux terrains stables jeunes (de la consolidation paléozoïque).

A partir des données gravimétriques il est facile de voir que les terrains stables de n'importe quel âge se trouvent à peu près en position d'équilibre isostatique et, puisqu'ils sont des plaines, les anomalies de Bouguer γ sont voisines de zéro. On peut en conclure que la force de pesanteur sur ces terrains n'a pas changé malgré l'augmentation de la masse due à la sédimentation ou malgré sa diminution due à la dénudation. De la formule (1) il découle que l'anomalie de Bouguer ne reste invariable que si

$$\alpha = \frac{d}{D}, \quad (3)$$

tandis que la formule (2) montre que l'anomalie isostatique reste invariable si

$$\alpha = \frac{hd}{HD} \quad (4)$$

Si $h = H$, ce qui a précisément lieu dans le cas donné, la formule (4) s'identifie à (3). On peut considérer avec une grande probabilité que $d \geq 2,52/\text{cm}^3$ et $D \leq 3,32/\text{cm}^3$, de sorte que $\alpha > 0,75$, c'est-à-dire que les déplacements verticaux uniformes de longue durée dans ces terrains résultent pour au moins 75 % du déplacement horizontal de matériaux aux grandes profondeurs.

Les terrains perturbés, naturellement, sont compensés c'est-à-dire que dans les zones élevées on observe des anomalies isostatiques négatives et dans les zones basses des anomalies positives. Ceci donne une raison de croire que ces mouvements relativement rapides sont provoqués par l'augmentation ou la compression de la matière en profondeur. Dans l'examen de ce problème il est particulièrement important d'attirer l'attention sur la région de glaciation continentale actuelle. L'exemple du relèvement de la Scandinavie après la disparition de la couverture glacière est classique. Plusieurs auteurs utilisent l'élévation de la Scandinavie non seulement pour prouver la théorie de l'isostasie mais aussi pour calculer la viscosité de la matière subcrustale.

Cependant, l'exemple de la Scandinavie n'est pas tout à fait convaincant. L'élévation de cette région peut être provoquée non seulement par une tendance au rétablissement de l'équilibre isostatique mais aussi par d'autres causes. Les recherches actuelles de géophysique au Groenland et dans l'Antarctique ont donné des témoignages clairs en faveur de l'écoulement de la matière subcrustale sous la poussée de la charge de glace. La figure 1 donne un profil passant par l'Antarctique oriental où l'on voit la surface de la carapace glacière et de sa semelle ainsi que la courbe d'anomalies de pesanteur (réduction à l'air libre). Il est facile de voir que les particularités de cette courbe sont en relation avec les détails correspondants de la semelle de la carapace glacière.

Au contraire l'anomalie moyenne le long de chaque partie du profil est très voisine de zéro. Cela signifie que la région envisagée est voisine de l'équilibre isostatique. Puisque les couvertures de glace au Groenland et dans l'Antarctique ne sont pas formées avant l'époque tertiaire on peut en conclure que ce laps de temps est suffisant pour le rétablissement de l'équilibre par écoulement subcrustal de la matière.

Nous avons examiné ainsi les relations entre le champ de pesanteur, les mouvements verticaux de l'écorce et le déplacement des masses le long de la surface de la Terre. On est conduit à la conclusion suivante : les mouvements verticaux de l'écorce, s'il s'écoule un laps de temps suffisant, sont accompagnés d'un déplacement de la matière subcrustale dans la direction nécessaire pour le rétablissement de l'équilibre de l'écorce. Ce déplacement a lieu à des profondeurs moindres que les blocs de l'écorce soulevant ou abaissant les étendues horizontales. Dans ces conditions l'intensité de la pesanteur reste voisine de sa valeur normale au cours de ce processus. Mais cela ne signifie pas qu'un déplacement subcrustal semblable de la matière soit la cause principale des mouvements verticaux envisagés. Au contraire, la variation du volume des matériaux subcrustaux est apparemment la cause principale des mouvements verticaux. Ceci découle clairement de l'examen des anomalies de pesanteur sur les blocs déplacés depuis peu de temps. Les variations de volume peuvent se produire non seulement dans la partie supérieure du substratum (au-dessus de l'asténosphère) mais aussi à de grandes profondeurs. Ce n'est qu'au cours du temps que les perturbations du champ de pesanteur provoquées par ce processus pourront disparaître grâce au déplacement de matière dans la couche subcrustale.

Ces résultats concordent bien avec les résultats des autres recherches géophysiques établissant l'existence d'une couche de vitesse minimum des ondes sismiques à la profondeur de 50 à 200 km. Les origines de l'activité volcanique sont en relation avec cette couche. L'explication la plus vraisemblable de ces faits réside dans l'hypothèse que dans cette couche la température soit voisine du point de fusion et que le matériau s'y trouve dans un état vitreux. On peut alors envisager la couche de vitesse minimum comme une couche dans laquelle ont lieu les déplacements de matière rétablissant l'équilibre.

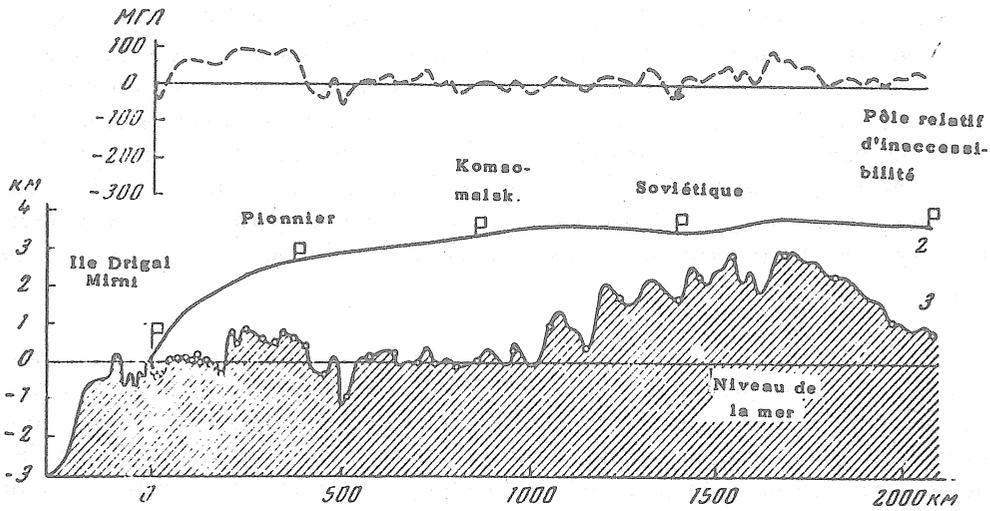


Fig. 1. - Profil passant par l'Antarctique Oriental (les déterminations gravitationnelles sur le profil sont réduites au système de Washington)

1. Courbe d'anomalies à l'air libre; 2. Surface de glace ; 3. Surface des roches de base

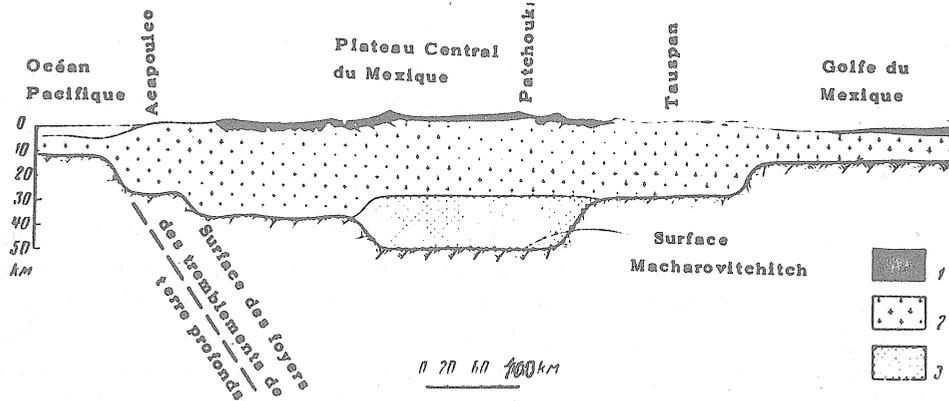


Fig. 2. Profil passant par le Mexique Central obtenu par les données sismiques.

1. Couvertures de lave ; 2. écorce terrestre ; 3. région d'augmentation de la matière.

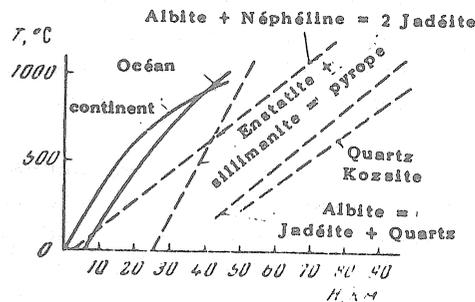


Fig: 3. Courbes d'équilibre pour quelques transformations des minéraux et variation supposée de la température sous les continents et les océans.

La coupe transversale en passant par le centre du Mexique (fig. 2) obtenue par les données séismiques montre que dans la partie inférieure de la coupe se trouve la région de vitesse minimum qui est probablement la zone d'augmentation de la matière responsable de la poussée récente de la région du plateau du Mexique. Sur la figure 3 sont portées les courbes d'équilibre pour quelques transformations de minéraux en relation avec la variation de volume. La comparaison de ces courbes à différentes profondeurs dans la Terre, représentées sur la même figure, confirme la possibilité de changement de volume de la matière subcrustale.

ABSTRACT

The paper discusses the correlations between the gravitational field and the vertical crustal movements and the displacements of material along the Earth's surface. The paper describes the regions of stable platforms, highly mobile regions and areas of modern glaciation. The paper shows how the vertical crustal movements are followed by subcrustal horizontal dislocations of the matter. A suggestion is made that the main cause for the vertical crustal movements on the platforms lies in the changes of the volume of matter under the crust and in the lower layers of the crust.

ESSAI DE MESURE DES DEFORMATIONS TECTONIQUES A L'AIDE DE CLINOMETRES DANS
LA REGION DE DOUCHAMBE

par

A.E. Ostrovskii, A.B. Bakrouchine, L.I. Mironava

Recherches sur les Marées Terrestres Article N° 1 Publ. Acad. Sc. URSS Moscou 1963

ОПЫТ ИЗМЕРЕНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ДЕФОРМАЦИЙ С ПОМОЩЬЮ НАКЛОНОМЕРОВ В РАЙОНЕ
ДУШАНБЕ

А.Е.Осмовский, А.Б.Бахрушин, Л.И.Миронова

Изучение Земных приливов Сборник статей № 1 Издат. Акад. Наук СССР Москва 1963 .

Au cours de l'Année Géophysique Internationale (1957-1959) on a effectué en Asie Moyenne des observations des inclinaisons de marées de la Terre. Les recherches ont été effectuées dans la région d'Ashkabad, Alma-Ata et Douchambe (Kondara). Les résultats des travaux ont été rapportés au Symposium sur les Marées Terrestres [1-9].

Les inclinaisons ont été mesurées par de nouveaux appareils avec enregistreur photoélectrique avec commande à distance [10,11]. La sensibilité du clinomètre est de 1.000 mm/sec. Cependant on n'a pas toujours pu réaliser une sensibilité aussi élevée à cause des déformations lentes du sol sur lequel on a installé les clinomètres.

Dans le processus de réduction, les déformations lentes se sont séparées des oscillations de marées avec l'élimination de la dérive instrumentale [12]. Dans le présent article on examine les déformations lentes uniformes qui sont notées sur les enregistrements des inclinaisons de mois en mois et d'année en année.

Les observations d'Alma-Ata et Ashkabad ont été effectuées en un seul point, c'est pourquoi il est difficile de les interpréter. A Kondara (près de Douchambe) les inclinaisons ont été mesurées en trois points de la même galerie c'est pourquoi la comparaison des inclinaisons lentes présente de l'intérêt puisqu'on peut étendre ces mesures sur un certain domaine bien que celui-ci ne soit pas grand.

La galerie dans laquelle ont été installés les clinomètres est équipée dans le but d'étudier la faille de Kondara. Elle passe le long de la faille et l'ouvre par trois tailles (fig. 1) recoupant la faille. Les clinomètres ont été installés en trois points : 1, 2 et 3. La première paire d'appareils a été installée dans le bloc Sud, la seconde dans le bloc Nord. Les deux points étaient situés dans la proximité immédiate de la faille (1-2 m). La troisième paire de clinomètres a été installée à 20 m. de la faille, c'est-à-dire le plus éloigné possible de celle-ci.

Les déformations lentes, enregistrées par le clinomètre, sont provoquées par plusieurs causes : la variation de la température de la surface de la Terre, la variation de la pression atmosphérique, la pénétration de l'eau dans le sol, des causes instrumentales, les déformations du pilier sur lequel sont installés les appareils et enfin les déformations de poussée provoquées par les processus tectoniques.

Les méthodes géologiques et géomorphologiques d'étude des mouvements verticaux montrent que les inclinaisons tectoniques sont excessivement faibles [13] et ne dépassent pas quelques centièmes de seconde par an. Cependant ces déformations constituent des moyennes pour de grands laps de temps - des millions d'années et plus. En outre, leur estimation s'effectue pour de grandes surfaces. En réalité, les déformations de la Terre sont beaucoup plus grandes que ce que donnent habituellement les géologues. La mesure des déformations à l'aide des clinomètres montre que leur valeur dépend à un haut degré du lieu des observations.

D'après les observations effectuées en Asie Moyenne, les inclinaisons en quelques points ont atteint 20 sec. par an, en d'autres endroits elles se trouvaient dans les limites de 1 à 3 sec. par an. Lors de l'installation des appareils à la profondeur de 20 m. et plus, les inclinaisons dues à la température sont devenues très faibles. Ainsi à la profondeur de 15 m. l'onde de température diurne à Alma-Ata ne dépasse pas 1 à 2 msec.

La comparaison des enregistrements de la pression atmosphérique avec les inclinaisons a montré que dans le cas où les clinomètres sont installés sur des roches dures - granits - l'influence de la pression atmosphérique sur les inclinaisons est faible. En perfectionnant les appareils, on peut diminuer fortement les effets instrumentaux. Ces inclinaisons fictives sont importantes aussitôt après l'installation et diminuent rapidement avec le temps. En outre, on peut les détecter d'après la forme de la courbe. On ne peut mettre en évidence les déformations du pilier ou les déformations locales qu'en effectuant des observations simultanément plusieurs points.

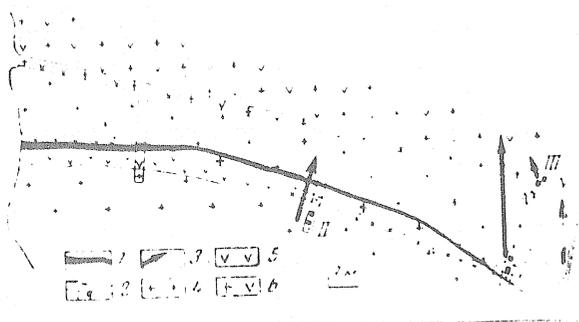


Fig. 1. - Coupe du terrain à Kondara

1. - faille tectonique ;
2. - galerie, tailles et sites des observations ;
3. - vecteurs des inclinaisons tectoniques ;
4. - granite à gros grains ;
5. - quartz avec galène ;
6. - granite quartzeux.

Les inclinaisons dues à la pénétration de l'humidité dans la salle constituent de grands obstacles. Pour les éliminer il faut organiser des sites d'observations en des lieux secs. Cette dernière exigence n'a pas été réalisée dans la station de Kondara et c'est pourquoi l'interprétation des courbes des inclinaisons est très compliquée. Cependant il est apparu qu'on pouvait tout de même déterminer approximativement les inclinaisons tectoniques uniformes en trois points de la galerie de Kondara d'après les séries d'observations annuelles.

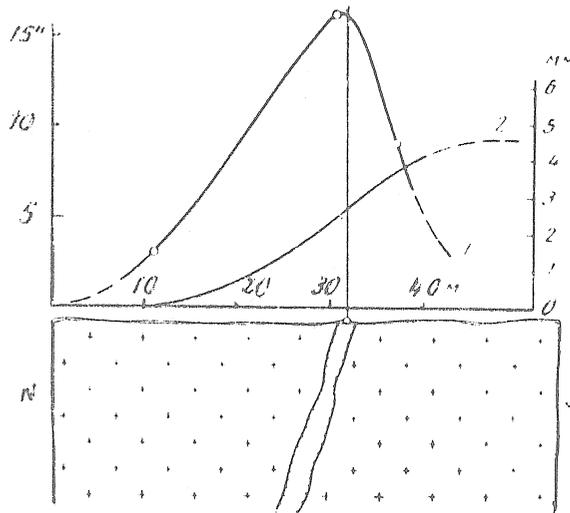


Fig. 2. - Diminution des angles d'inclinaison avec l'augmentation de la distance à la faille (courbe 1) et le déplacement d'un bloc de l'écorce terrestre par rapport à l'autre (courbe 2)

Nous donnons dans la table les valeurs des inclinaisons tectoniques pour l'année. Au premier point, l'inclinaison par an dans la direction N-S atteint 16 secondes d'arc, au second point -9 sec. d'arc et au troisième -3 sec. d'arc. En s'éloignant de la faille, les inclinaisons diminuent rapidement. Dans la direction E-W les inclinaisons sont beaucoup plus petites que dans la direction N-S. Au troisième point l'inclinaison est 4 fois plus petite qu'au premier point et 3 fois plus petite qu'au second.

Les inclinaisons aux trois points se produisent dans une direction du méridien (voir les inclinaisons représentées en forme de vecteurs sur la fig. 1). Il est facile d'expliquer les déformations dans cette direction si l'on admet que le bloc nord s'abaisse et le bloc sud s'élève. On ne peut déterminer d'après les mesures des inclinaisons si le bloc sud s'élève ou si le bloc nord s'abaisse, on peut seulement juger du mouvement relatif d'un bloc par rapport à l'autre.

Les déformations s'amortissent rapidement dans la mesure de l'augmentation de la distance entre l'installation des clinomètres et la faille.

Les inclinaisons maximales atteignent 18 sec. par an et le déplacement d'un bloc par rapport à l'autre est d'environ 4 mm.

Déformation tectonique dans la faille de Kondara

Sites des observations	Distance à partir de la faille	Valeur des inclinaisons (sec/ an) d'après les directions		Résultante des inclinaisons sec/ an	Azimut des résultantes en degrés.
		N - S	E - W		
Kondara 1	2	16	0,8	16	+ 3
Kondara 2	5	9	3	10	+ 20
Kondara 3	21	3	0,9	3,1	- 20

CONCLUSIONS

1. Les déformations tectoniques peuvent donner dans les limites des failles actives des inclinaisons de quelques dixièmes de secondes d'arc par an, c'est-à-dire cent fois plus grandes que les déformations déterminées d'après les données géologiques. Cette grande différence est obtenue parce que le clinomètre fixe les déformations sur une petite surface et pour un temps court - à partir de quelques mois jusqu'à un an. Les méthodes géologiques et géomorphologiques donnent les déformations moyennes sur de grands laps de temps et sur de grandes surfaces, c'est pourquoi toutes les déformations de signes variables lorsqu'on passe d'un endroit à l'autre disparaissent.

2. Pour étudier les mouvements actuels à l'aide du clinomètre il faut effectuer des mesures en un grand nombre de points puisque les déformations tectoniques changent fortement d'un endroit à l'autre.

3. L'avantage de la méthode clinométrique des mesures des mouvements tectoniques vis à vis des mesures géodésiques est le court délai, de quelques mois à un an, pour lequel on peut mesurer les déformations et l'enregistrement ininterrompu des déformations donnant leur variation dans le temps en détail.

BIBLIOGRAPHIE

1. OSTROVSKII A.E. - BAKROUCHINE A.B. - MIRONOVA L.I.
Inclinaisons de marées de la Terre d'après les observations de Kondara en 1958.
A.G.I. "Recherches gravimétriques" Ac. des Sc. URSS, 1960, N° 1.
2. OSTROVSKII A.E. - HOROMSKII A.V. - MIRONOVA L.I.
Résultats des observations des inclinaisons des marées de la Terre à Kondara en 1957.
A.G.I. "Recherches gravimétriques" Ac. des Sc. URSS 1960, N° 1.
3. OSTROVSKII A.E. - IONITCHEV N.N. - FANDIOUCHINA S.M.
Inclinaisons de marées de la Terre d'après les observations de Ashkabad en 1957-1958.
A.G.I. "Recherches gravimétriques" Ac. des Sc. de l'URSS, 1960, N° 1.
4. OSTROVSKII A.E. - MATVEEV P.S. - FANDIOUCHINA S.M.
Observations des inclinaisons de marées à Poltava en 1958.
A.G.I. "Recherches gravimétriques" Ac. des Sc. de l'URSS, 1960, N° 1.
5. OSTROVSKY A.E. and HOROMSKY A.V.
Observations of tidal tilts of the Earth crust by means of a photoelectric tiltmeter in Kounrad in October - December 1957.
Communications de l'Observatoire Royal de Belgique, N. 142, 1952.
6. OSTROVSKY A.E. - HOROMSKY A.V. - MIRONOVA L.
Results of observations of tidal tilts of the Earth's surface by means of a photoelectric tiltmeter in Kounrad in October - December 1957.
Bolettino di Geofisica, Anno 2, N 5, Marzo, 1960, Trieste.
7. OSTROVSKY A.E. - MATVEEV P. - FANDUSHINA S.
Observations of tidal tilts of the Earth by means of a photoelectric tiltmeter in Poltava, July - October 1958.
8. OSTROVSKY A.E. - BAKROUCHINE A. - MIRONOVA L.
Tidal tilts of the Earth according to the observations in 1958 in Kondara (near Stalinabad).
Bolettino di geofisica, Anno 2, N 5, Marzo, 1960, Trieste.
9. OSTROVSKY A.E. - IONITCHEV H. - FANDUSHINA S.
Tidal tilts of the Earth according to the observations in Ashkabad in 1957 and 1958.
Bolettino di geofisica, Anno 2, N 5, Marzo, 1960, Trieste.
10. OSTROVSKII A.E.
Séismoclinomètre avec enregistreur photoélectrique
Bulletin de la Commission de Séismologie 1957, N° 6.
11. OSTROVSKII A.E.
Clinomètre avec enregistreur photoélectrique.
*A.G.I. "Recherches gravimétriques" Ac. des Sc. de l'URSS, 1961, N° 2. - Traduction BIM. 25.500
26.540*
12. PERTSEV B.P.
Sur le calcul de la dérive dans les observations des marées élastiques.
Ac. des Sc. de l'URSS - Série Géophys. 1959, N° 4.
13. GZOVSKII M.V. - KRESTNIKOV V.N. - REISNER G.I.
Méthodes géologiques de détermination du gradient de la vitesse des mouvements tectoniques et quelques résultats de leur application.
Ac. des Sc. de l'URSS, série Géophys. 1959, N° 8.

ESSAI DE DETERMINATION DE L'ONDE LUNAIRE D'ABERRATION DANS LES VARIATIONS DE LATITUDE D'APRES LES RESULTATS DES OBSERVATIONS DES DEUX TELESCOPES ZENITHAUX A POLTAVA DE 1948.8 à 1954.8

A. E. Philippov

Опыт определении лунной абберационной волны в колебаниях широты по результатам наблюдений на двух зенит-телескопах в Полтаве с 1948.8 по 1954.8

А. Е. Филиппов

Dans le compte-rendu au 6^{ème} congrès de l'Union Astronomique Internationale, le prof. Carnera, directeur du Bureau Central du Service International des Latitudes, a montré d'une façon tout à fait nette l'échec des tentatives d'explication des effets dont l'amplitude est de quelques centièmes de seconde d'arc dans les observations des latitudes [1].

Cependant toute une série d'essais satisfaisants de détermination d'effets plus petits réfute cette assertion. Les résultats que nous avons publiés fournissent sous ce rapport un matériel supplémentaire.

Comme on le sait, dans les réductions au lieu apparent on ne tient pas compte de l'effet d'aberration des étoiles déterminé par le mouvement de la Terre autour du centre de masse du système Terre-Lune. Cette circonstance doit inmanquablement provoquer l'apparition, dans les observations de latitude par la méthode Talcott, d'une onde mensuelle dont l'expression générale peut être écrite de la façon suivante :

$$A \sin (\varrho - a) + B \sin (\varrho + a) + C \cos \varrho$$

Pour la latitude de Poltava, l'amplitude A du premier et plus grand terme est égale à 0"0058.

L'analyse harmonique des latitudes instantanées corrigées du mouvement du pôle et groupées par heures entières de l'argument $\varrho - a$ a donné les résultats suivants :

Zenith telescope Zeiss	0"0037 sin ($\varrho - a + 69^\circ$)
	± 33 ± 51°
" Bamberg	0"0076 sin ($\varrho - a - 3^\circ$)
	± 36 ± 27°
pour les deux instruments	0"0035 sin ($\varrho - a + 26^\circ$)
	± 20 ± 33°

Comme on le voit, l'onde lunaire d'aberration se manifeste effectivement dans les observations envisagées ce qui montre une fois de plus la possibilité de l'apparition dans les séries de latitudes prolongées d'effets plus insignifiants que ceux dont a parlé Camera exprimés même en millièmes de seconde d'arc.

La différence relativement grande entre la valeur théorique et la valeur observée de l'amplitude de l'onde d'aberration est déterminée apparemment par la présence de faits systématiques masquant (pour une série non prolongée) l'effet d'aberration. Ceci est démontré en particulier par les résultats plus certains de la détermination de l'onde M_2 d'après ces mêmes observations. Son expression théorique pour la latitude de Poltava et dans l'hypothèse de la Terre absolument rigide a la forme :

$$0^{\circ}0077 \cos (2 \zeta - 2\alpha)$$

Par les observations, nous avons obtenu :

Zeiss	$0^{\circ}0129 \cos (2 \zeta - 2\alpha + 10^{\circ})$
	$\pm 33 \quad \pm 15^{\circ}$
Bamberg	$0^{\circ}0069 \cos (2 \zeta - 2\alpha - 16^{\circ})$
	$\pm 36 \quad \pm 30^{\circ}$
pour les deux instruments	$0^{\circ}0097 \cos (2 \zeta - 2\alpha - 1^{\circ})$
	$\pm 20 \quad \pm 12^{\circ}$

Ces mêmes données nous ont permis de séparer l'onde de nutation diurne de la forme $\alpha \sin (2 \zeta - \alpha)$. En moyenne, d'après les deux instruments, on a trouvé :

$$0^{\circ}0126 \sin (2 \zeta - \alpha + 8^{\circ}),$$
$$\pm 26 \quad \pm 12^{\circ}$$

qui est en concordance satisfaisante avec le résultat de P.S. Matvéev [2] obtenu par un autre procédé et pour un plus court laps de temps.

BIBLIOGRAPHIE

1. Transactions of the IAU, 6, 1938 -
2. *Astr. Tsvik* N° 143, 1953.

Observatoire de Poltava
Janvier 1956.

ANOMALIES DES INCLINAISONS DE MAREE DE LA SURFACE DE LA TERRE A POLTAVA
ET TSKAKOVO D'APRES LES DONNEES DES OBSERVATIONS DE 1958-59

P. S. Matvéev

(Observatoire gravimétrique de Poltava - Ac. des Sc. de l'URSS).

Geofisica Astronomia - Informationii Biulletten N° 5 pp. 25-32 Kiev 1963

АНОМАЛИИ ПРИЛИВНЫХ НАКЛОНОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ
В ПОЛТАВЕ И ШМАКОВЕ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИИ ЗА
1958—1959 гг.

П. С. МАТВЕЕВ

(Полтавская гравиметрическая обсерватория АН УССР)

Cet article présente les valeurs préliminaires des anomalies dans les inclinaisons de marée de la surface de la Terre pour Poltava et Tsmakovo (Krivoi Rog), obtenues par analyse harmonique des observations effectuées dans ces stations pour 1958-1959. Les anomalies découvertes s'accordent bien entre-elles en valeur et direction. L'origine des anomalies peut être trouvée dans l'influence des fractures à grande profondeur de l'écorce terrestre qui correspondent aux zones de plissement alpin.

Les données expérimentales les plus importantes pour l'étude des marées terrestres sont obtenues par les observations gravimétriques et clinométriques.

Les observations gravimétriques consistent en un enregistrement ininterrompu des variations de marées de la force de pesanteur. Les gravimètres actuels utilisés pour ces travaux ont une sensibilité de l'ordre de quelques microgals par millimètre d'ordonnée.

Dans les observations clinométriques on mesure l'angle formé par la verticale et une droite arbitraire rigoureusement liée à la surface physique de la Terre. La valeur de cet angle subit dans le temps une variation périodique provoquée d'une part par l'oscillation de la direction de la verticale provenant de l'influence des forces génératrices de marées de la Lune et du Soleil et d'autre part, par la déformation de marée de la surface de la Terre provenant également de l'influence des forces génératrices de marées. L'amplitude maximum des inclinaisons de la surface de la Terre par rapport à la ligne verticale dues aux marées ne dépasse pas 0"02. Les clinomètres actuels assurent la mesure de ce petit mouvement de marée avec une précision allant jusqu'à 1 - 2 %.

Les observations clinométriques ainsi que les observations gravimétriques sont importantes pour l'étude des propriétés élastiques et la structure interne de la Terre. En comparant les amplitudes observées pour les ondes les plus importantes de la marée terrestre avec les

amplitudes correspondantes calculées théoriquement dans l'hypothèse de la Terre absolument rigide, on évalue la flexibilité intégrale de la Terre vis-à-vis des forces génératrices de marées. L'interprétation de ces résultats conduit à déterminer les nombres de Love k et h qui jouent un rôle important dans l'étude de la structure de la Terre par les méthodes de la géophysique.

Les valeurs des nombres de Love obtenues expérimentalement, c'est-à-dire d'après les observations gravimétriques et clinométriques des marées terrestres, sont une pierre de touche pour la validité de telle ou telle hypothèse concernant la répartition de la densité et des propriétés élastiques dans le manteau et le noyau et concernant également l'état physique de la matière à l'intérieur de la Terre.

Cependant les observations gravimétriques et clinométriques sont nécessaires non seulement pour l'étude de la structure interne de la Terre mais présentent en elles également un intérêt scientifique et pratique propre. Ainsi, les observations des variations de marées de la force de pesanteur au plus grand nombre possible de points de la surface de la Terre permettent de préciser les valeurs numériques des corrections de marées à introduire dans les lectures des gravimètres lors des levés gravimétriques des différentes régions. Quant aux observations clinométriques elles peuvent donner des indications très précieuses sur l'inclinaison séculaire des secteurs isolés de l'écorce terrestre ce qui est particulièrement important pour l'étude de la structure à grande profondeur de l'écorce terrestre dans les régions adjacentes au point d'observation.

On peut obtenir d'après les observations clinométriques des indications utiles pour la structure géologique. Cela est en relation avec l'étude des effets indirects dont la présence n'est pas souhaitable dans l'observation des marées terrestres et dont on essaie de se débarrasser le plus souvent. Ces effets indirects, lors des observations des inclinaisons de marées de la surface de la Terre, sont :

1. l'influence des marées océaniques
2. l'influence des particularités de la structure de l'écorce terrestre.

On n'a étudié à présent d'une manière plus ou moins satisfaisante que l'influence des marées océaniques qui se manifeste principalement par un fléchissement additionnel de l'écorce terrestre des zones littorales sous le poids des ondes des marées océaniques et dans l'élévation concomitante de la surface équipotentielle. Le Japon qui, par le nombre de ses stations clinométriques, occupe la première place dans le monde, consacre une très grande attention à l'étude de cet effet indirect. Les savants japonais ont montré les premiers la possibilité de se servir de l'effet indirect de la marée océanique pour étudier la structure en mosaïque de l'écorce terrestre dans les zones littorales. L'étude effectuée par E. Nishimura [1] est très caractéristique sous ce rapport. Cet auteur a montré de façon convaincante, d'après les résultats des observations en six stations clinométriques dans le golfe de Beppu éloignées de la rive de 400 à 1800 m., l'efficacité des observations clinométriques pour la découverte des ruptures de l'écorce terrestre dans les zones littorales.

La question de l'influence des particularités de la structure de l'écorce terrestre sur le caractère de la déformation de marée de la surface de la Terre a malheureusement été étudiée très mal du point de vue expérimental et n'a presque pas été étudiée théoriquement.

Néanmoins il faut noter que déjà en 1911 O. Hecker [2] a montré le premier le rôle des particularités régionales de la structure de l'écorce terrestre en tant que facteur perturbateur possible, déformant l'inclinaison de marée de la surface de la Terre observée dans la direction correspondante. En effet O. Hecker, et dans la suite les autres auteurs, ont émis une hypothèse sur l'existence d'influences tectoniques pour expliquer l'anomalie des résultats que nous avons obtenus qui traduisent une anisotropie apparente ou réelle des propriétés élastiques de la Terre selon différentes directions. Ceci se reflète dans les résultats des observations clinométriques par le fait que les valeurs du coefficient γ ne sont pas les mêmes pour les différentes directions. Ce facteur caractérise l'élasticité de la surface de la Terre vis-à-vis des forces génératrices de marées et se détermine en tant que rapport de l'amplitude observée de l'inclinaison de marée de la surface de la Terre à l'amplitude calculée théoriquement dans l'hypothèse de la Terre absolument rigide.

On peut expliquer l'étude insuffisante de l'influence des particularités de la structure de l'écorce terrestre par la difficulté excessive et par la complexité du problème posé. En 1912, W. Schweydar [3] a tenté d'estimer quantitativement l'effet indirect sur un modèle s'approchant assez sommairement par sa structure de notre planète. Dans le résultat du calcul théorique, ce savant est arrivé à la conclusion que la variation des déformations de marées de la Terre, annuelle par la couche continentale d'épaisseur allant jusqu'à 120 km, est faible.

Cette conclusion était nettement contraire aux résultats des déterminations du coefficient γ effectuées plus tard par A. Ia Orlov [4] et Z.N. Aksentieva [5,6] d'après les observations de Tomsk et Poltava et aux résultats des déterminations analogues effectuées par G. Gnass [7] d'après les observations à Pillnitz, Berchtesgaden et Beuthen.

Bien que les points énumérés soient éloignés du bord des océans d'une distance suffisamment grande, les valeurs du coefficient γ obtenues dans ceux-ci n'étaient pas les mêmes pour les différentes directions. Pour Tomsk par exemple, la valeur de ce coefficient dans la direction du méridien, obtenue pour l'onde lunaire principale semi-diurne M_2 était égale à $\gamma = 0,60$ et dans la direction du parallèle à $\gamma = 0,46$. Il convient de remarquer que la valeur la plus sûre de γ , découlant de l'ensemble des résultats d'après toutes les observations effectuées jusqu'à présent est voisine de 0,72. Depuis peu A.E. Ostrovskii, N.N. Ionitchev et S.M. Fandiouchina [8] ont obtenu d'après les observations pour 1957-1958 à Ashkabad les valeurs $\gamma = 0,515$ et $\gamma = 0,820$ pour l'onde M_2 . On peut encore citer beaucoup d'exemples de l'anomalie des valeurs de γ pour montrer comment dans les endroits où l'influence des marées océaniques est notoirement négligée, les anomalies dans les inclinaisons de marées de la surface de la Terre peuvent atteindre 30 - 35 % de l'inclinaison de marée générale. La plupart des chercheurs qui s'occupent de l'étude des marées terrestres sont enclins à présent à expliquer ces anomalies dans les stations continentales par l'influence des particularités de la structure de l'écorce terrestre. L'étude détaillée du mécanisme d'une pareille influence n'est possible que sur un matériel d'observation étendu. A ce point de vue l'organisation de chaque nouvelle station clinométrique à l'intérieur du continent présente un grand intérêt scientifique.

En relation avec l'organisation de l'Année Géophysique Internationale et avec l'extension des recherches géophysiques en octobre 1957, l'Observatoire Gravimétrique de Poltava de l'Académie des Sciences d'Ukraine a organisé une station à Tsmakovo (Krivoï Rog) dans la mine

"Novaïa". C'est une des premières stations clinométriques d'URSS situées à grande profondeur. La salle dans laquelle est effectué l'enregistrement des inclinaisons de la surface de la Terre est installée à une profondeur de 237 m., dans un cul de sac de galerie, creusé dans un but de recherche de roches de quartzite dur. La température moyenne dans la salle au cours des observations se maintient aux environs de 12,4°C. Les variations saisonnières de la température ne dépassèrent pas 0,2°C.

Les clinomètres de la station sont des pendules horizontaux bien connus de Repsold-Levitskii, avec une suspension de fil de Zöllner. L'un des clinomètres a enregistré la composante de l'inclinaison dans l'azimut $\alpha = 210^\circ$ et le second dans l'azimut $\alpha = 300^\circ 54'$ (l'azimut se calcule du sud vers l'ouest). L'enregistrement des inclinaisons était réalisé sur une plaque photographique d'une dimension de 24 x 12 cm. La sensibilité des clinomètres au cours de toute la période d'observations était d'environ 0"006 à 0"007 par millimètre.

Des observations régulières furent effectuées à Tsmakovo depuis janvier 1958 jusque février 1960. De tout le matériel d'observations de la station on n'a réduit que six séries mensuelles (du 28 mai au 8 novembre 1958). Les résultats préliminaires obtenus pour l'onde lunaire semi-diurne M_2 sont les suivants :

$$\begin{aligned} \gamma_N &= 0,589 \pm 0,007 & \kappa_N &= - 7^\circ 54 \pm 1^\circ 19 \\ \gamma_E &= 0,718 \pm 0,008 & \kappa_E &= + 2^\circ 12 \pm 0^\circ 60 \end{aligned}$$

où κ est le retard de l'inclinaison de marée observée d'après la phase.

La seconde station clinométrique effective sur le territoire de l'Ukraine au cours de l'AGI était Poltava. Il convient de remarquer que les valeurs du coefficient γ pour cette station ont été déterminées avec une sûreté suffisante par Z.N. Aksentieva [5,10] d'après les matériaux des observations clinométriques de 1930-1941 et de 1948-1952. Contrairement aux deux séries d'observations précédentes, la troisième série commencée en juillet 1958 a été effectuée à l'aide des clinomètres actuels de haute précision construits par A.E. Ostrovskii [11] qui permettent de réaliser avec sûreté l'enregistrement photoélectrique des inclinaisons avec une sensibilité de l'ordre de quelques millisecondes par millimètre d'ordonnée.

Les clinomètres ont été installés dans la cave séismique de l'observatoire de Poltava à une profondeur de 4 m. L'un d'eux a enregistré la composante NS et l'autre, la composante EW.

Malheureusement tout le matériel des observations de Poltava pour 1958-1959 n'était pas utilisable pour l'exécution de l'analyse harmonique. Par suite des influences météorologiques très grandes et des interruptions fréquentes dans l'enregistrement à la fin de l'hiver et au début du printemps, on n'a pas pu se servir des observations du 29 janvier au 22 mars 1959 pour déterminer la marée terrestre. Pour obtenir un résultat préliminaire on n'a réduit pour le moment que neuf séries mensuelles englobant la période allant de juillet 1958 à juin 1959. L'analyse a été effectuée d'après la méthode mise au point à l'Observatoire de Poltava [12]. Les valeurs moyennées du coefficient γ et le retard de phase κ obtenus pour l'onde M_2 sont :

$$\begin{aligned} \gamma_N &= 0,659 \pm 0,021 & \kappa_N &= - 5^\circ 57 \pm 2^\circ 08 \\ \gamma_E &= 0,702 \pm 0,018 & \kappa_E &= - 0^\circ 49 \pm 2^\circ 37 \end{aligned}$$

Le résultat obtenu diffère des observations de 1930-1941 et 1948-1952. Ceci concerne principalement les valeurs de γ . Si, à partir des séries précédentes d'observations la valeur γ_N était plus grande que γ_E , le résultat préliminaire de la nouvelle série d'observations ne confirme pas ce rapport. Il serait prématuré d'expliquer la cause de la discordance des valeurs de γ obtenues pour la nouvelle série et pour les séries précédentes d'observations car la nouvelle série d'observations n'est pas encore terminée. Avec la précision des valeurs de γ données plus haut on pourra dans l'avenir soulever la question de la discordance relevée. Si elle se confirme on pourra l'expliquer soit par les erreurs instrumentales de l'une ou l'autre série d'observations, soit par les perturbations provoquées par les conditions d'observations purement locales ou du sol. Rappelons que par la construction des appareils, le site d'installation, la méthode d'observations et d'analyse, la troisième série d'observations clinométriques de Poltava diffère sensiblement des deux précédentes.

Dans cet article, nous ne comparerons pas le nouveau résultat obtenu à Poltava avec les résultats des observations précédentes dans cette station. La comparaison du nouveau résultat obtenu pour Poltava avec le résultat analogue pour la station de Tsmakovo peut présenter un grand intérêt puisque l'époque des observations est à peu près la même dans les deux stations.

Pour cela, il faut calculer sur la base des résultats donnés plus haut d'après les deux stations, les anomalies $\Delta\eta$ des inclinaisons de marées de la surface de la Terre, calculées comme différence vectorielle entre l'inclinaison observée η_{ob} et l'inclinaison correspondant à la marée terrestre normale. Comme marée terrestre normale on entend la marée qui aurait lieu dans la Terre élastique privée conventionnellement de toutes les particularités possibles de la structure de l'écorce terrestre et des couches plus profondes, faisant abstraction des marées dans les océans et les mers. Ainsi, pour calculer les anomalies nous écrivons

$$\Delta\vec{\eta} = \vec{\eta}_{ob} - \gamma_0 \vec{\eta}_{th},$$

où η_{th} est l'inclinaison de marée de la surface de la Terre calculée dans l'hypothèse de la Terre absolument rigide. Les anomalies $\Delta\eta$ pour les deux stations, avec la valeur $\gamma_0 = 0,72$ acceptée à présent par la plupart des chercheurs comme la plus sûre, se présentent de cette façon :

$$\begin{array}{l} \text{Tsmakovo} \\ \text{Poltava} \end{array} \left\{ \begin{array}{l} \Delta\eta_{NS} = 0'',00127 \cos (qt - 209^\circ,6) \\ \Delta\eta_{EW} = 0'',00029 \cos (qt - 185.3), \\ \Delta\eta_{NS} = 0'',00070 \cos (qt - 225^\circ,0) \\ \Delta\eta_{EW} = 0'',00019 \cos (qt - 288,4) \end{array} \right.$$

où q est la vitesse angulaire de la variation de la phase de l'onde M_2 , égale à $28^\circ,984$ /heure et t le temps moyen local.

Chacune des anomalies obtenues représente une ellipse inclinée par rapport à l'axe du système de coordonnées, soit le méridien. Les trajectoires des inclinaisons anormales de la surface de la Terre sont représentées sur la figure 1. Comme on le voit, les directions de l'inclinaison anormale prédominante de la surface de la Terre dans ces stations sont très voisines.

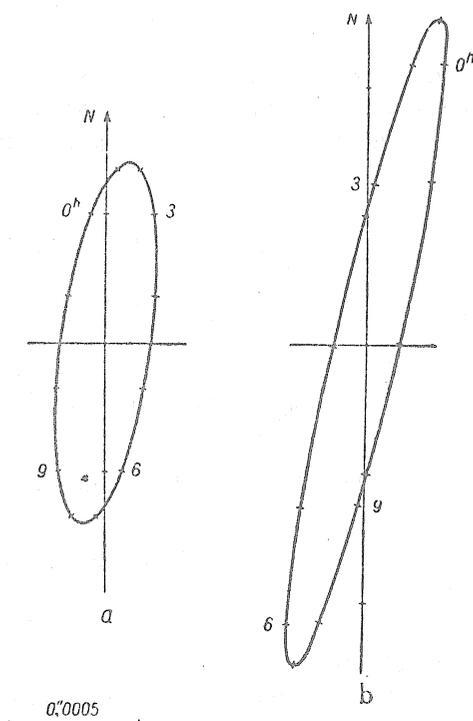
Elles diffèrent l'une de l'autre de moins de 5° . La direction générale est du sud-sud-ouest au nord-nord-est. D'après la valeur absolue, l'inclinaison anormale la plus grande à Poltava était à peu près de 45 % plus petite qu'à Tsmakovo.

Aussi bien à Tsmakovo qu'à Poltava l'inclinaison anormale la plus grande du côté nord se produit peu de temps après la culmination de la Lune sur les méridiens correspondants des stations. A Tsmakovo, ce maximum se produit une heure après la culmination de la Lune, c'est-à-dire quand la Lune passe le méridien de 19°E , à Poltava c'est à peu près 1,5 heure après la culmination de la Lune, c'est-à-dire quand elle passe le méridien de 13°E . Ainsi l'inclinaison anormale la plus grande du côté nord se produit dans ces stations à peu près simultanément et correspond avec l'élévation sur la courbe de la marée terrestre semi-diurne du continent africain et des territoires contigus à celui-ci de l'Asie Mineure et de la Méditerranée.

En conclusion, nous émettrons quelques considérations relatives à l'interprétation possible des anomalies découvertes. Tsmakovo ainsi que Poltava sont au nombre des stations profondément continentales, à grande distance des rives des océans. C'est pourquoi l'effet indirect des marées océaniques joue ici apparemment un faible rôle.

En réalité, si l'on admet que les anomalies découvertes à Tsmakovo et Poltava s'expliquent par l'influence de la marée océanique, il faudrait en jugeant d'après l'orientation des inclinaisons perturbatrices prédominantes les attribuer à l'influence des marées dans la partie ouest de la Mer Noire.

Les recherches effectuées par A. Ia Orlov [13], d'après les enregistrements marégraphiques à Odessa, ont montré que dans la partie ouest de la Mer Noire on observe une marée semi-diurne M_2 dont l'amplitude est de l'ordre de 3 cm et un retard de phase d'environ deux heures. Cependant l'influence de cette petite marée océanique à une distance de quelques dizaines de kilomètres du littoral sera pratiquement insensible.



Anomalies des inclinaisons de marées de la surface de la Terre à Poltava (a) et Tsmakovo (b) d'après les données de l'onde M_2 ($\gamma_0 = 0,72$).

De plus, par suite du petit retard de phase de la marée océanique, son effet devrait se faire sentir qualitativement dans le fléchissement complémentaire de la surface de la Terre, c'est-à-dire dans son inclinaison anormale, peu de temps après la culmination de la Lune du côté sud et non du côté nord comme cela s'observe en réalité. Ainsi il faut attribuer les anomalies découvertes à l'influence de certaines particularités de la structure de l'écorce terrestre. La bonne concordance des anomalies d'après la direction prédominante de l'inclinaison perturbatrice ainsi que la diminution de la valeur des anomalies à Poltava par rapport à Tsmakovo montrent que cette influence a un caractère régional et est apparemment déterminée par les particularités de la structure de l'écorce terrestre dans les régions situées au sud des stations d'observation.

Quant au mécanisme possible, les chercheurs n'ont pas un avis concordant. Cela s'explique par le fait qu'il n'y a pas encore assez de données expérimentales et que la question donnée n'a pas été étudiée complètement en théorie. Ces derniers temps, on a émis des hypothèses qui expliquent les anomalies découvertes des inclinaisons par l'influence des particularités de la structure de l'écorce terrestre en relation avec les zones de plissement alpin. Nous avons aussi émis des hypothèses analogues précédemment lors de la tentative de donner une explication possible aux anomalies des inclinaisons de marées à Douchambe [14] et à Tsmakovo [9]. Ayant obtenu l'anomalie pour Poltava et établi une concordance assez satisfaisante des deux anomalies en valeur et en direction, nous confirmerons à plus forte raison cette hypothèse. A notre avis, les anomalies des inclinaisons découvertes à Tsmakovo et à Poltava sont le résultat de l'influence sur la déformation de marée de la surface de la Terre de ces particularités de la structure de l'écorce terrestre qui sont propres aux zones de plissement constituant la partie contiguë de la ceinture alpine transasiatique et méditerranéenne. Dans l'influence prédominante de ces zones il y aura apparemment l'influence exercée par la zone qui comprend le Caucase, la Crimée, le fléchissement de la Mer Noire, les Balkans, les Carpathes etc. La présence dans cette zone du réseau fortement affecté de failles profondes doit affaiblir la rigidité et augmenter la flexibilité de l'écorce terrestre dans la direction perpendiculaire à l'étendue de la zone. La surface de la Terre dans le processus de la déformation de marée, doit dans ce cas fléchir dans la direction de l'axe correspondant à cette zone. Les anomalies des inclinaisons de marée à Tsmakovo et Poltava sont précisément orientées perpendiculairement à la zone mentionnée.

Ces réflexions au sujet de l'influence régionale des particularités de la structure de l'écorce terrestre sont hypothétiques puisqu'elles sont basées sur les observations de deux stations seulement. Dans la suite, on pourra vérifier et préciser ces considérations. Pour cela, on se propose d'utiliser les résultats des observations clinométriques effectuées à présent à Ingoulets à une profondeur de 260 m. et également dans deux autres stations qui seront choisies dans les régions Kremenchoug et Cherson afin que les cinq points d'observation représentent un profil orienté à peu près perpendiculairement à la ceinture du plissement alpin.

On peut espérer que les résultats de l'étude minutieuse des influences des particularités de la structure de l'écorce terrestre permettront dans un proche avenir de parvenir à la solution du problème inverse, c'est-à-dire à l'élaboration de la méthode de recherche de certaines particularités régionales de la structure à grande profondeur de l'écorce terrestre, basée sur les données des observations clinométriques. La nouvelle méthode paraîtra utile pour l'explication de la structure en blocs de l'écorce terrestre et pour l'établissement de la profondeur effective de la rupture de la compacité des roches dans l'une ou l'autre ligne tectonique.

Ainsi l'application de la nouvelle méthode sera sans doute efficace dans l'étude des lignes de structure recouvertes par des couches sédimentaires, lignes de structure qui à l'époque géologique actuelle ne révèlent pas d'activité tectonique par suite de l'équilibre provisoire des tensions mais qui renaissent très probablement avec le temps.

BIBLIOGRAPHIE

1. E. NISHIMURA
On Earth tides
Trans. Amer. Geoph. Union, vol. 31, pp. 357-376, 1950.
2. O. HECKER
Beobachtungen über die Deformationen des Erdkörpers unter dem Einfluss von Sonne und Mond,
Veröff. Königl. Preuss. Geod. Inst. N.F. 49, Berlin 1911.
3. W. SCHWEYDAR
Untersuchungen über die elastischen Gezeiten der festen Erde und die hypotetischen Magma-schicht,
Veröff. Preuss. Geodät. Inst. N.F. 54, Potsdam, 1912.
4. A.Ia. ORLOV
Sur les déformations de la Terre d'après les observations de Tomsk et Poltava avec les pendules horizontaux.
Izv. Ac. des Sc. série Géogr. et Géophys. N° 1, 1939, page 3.
5. Z.N. AKSENTIEVA
Résultats d'une série de onze années d'observations (de 1930 à 1941) sur les oscillations de la verticale à Poltava.
Trav. de l'Obs. grav. de Poltava. Ac. des Sc. d'Ukraine, T. 2K. 1948, pp. 121-137. Trad. BIM, 34 p. 1118.
6. Z.N. AKSENTIEVA
Résultats définitifs de la détermination de l'onde M_2 sur les oscillations de la verticale à Tomsk de 1912 à 1920.
Trav. de l'Obs. grav. de Poltava de l'Acad. des sc. d'Ukraine, T. 4. K, 1951 pp. 3-18
Traduction BIM, 26 p. 579.
7. G. GNAZ
Bestimmung gezeitlicher Änderungen des Schwerevectors hinsichtlich der Tide M_2 aus gleichzeitigen Horizontalpendelbeobachtungen in Pilnitz, Berchtesgaden und Beuthen
Zeitschr. für Geoph. XVI Jahrg. 1940, Heft 1/2
8. A.E. OSTROVSKII, N.N. IONITCHEV, S.M. TAN DIOUCHINA
Inclinaisons de marées de la Terre d'après les observations d'Ashkabad en 1957-1958.
Public. "Recherches gravimétriques" (XIII division du programme de l'AGI) N° 1, M. 1960, pp. 49-52
9. P.S. MATVEEV
Résultats préliminaires des observations des inclinaisons de marées de la surface de la Terre à Tsmakovo.
Trav. de l'Obs. grav. de Poltava. Ac. des Sc. d'Ukraine, T. 10. K. 1961, pp. 3-13

10. Z.N. AKSENTIEVA

Résultats comparatifs de la détermination de l'onde de marée M_2 à partir de deux longs cycles d'observations sur les oscillations de la verticale à Poltava (1930-1941 et 1948-1952).

Ac. des sc. d'Ukraine N° 9 K, 1958, pp. 933-936.

11. A.E. OSTROVSKII

Clinomètre avec enregistreur photoélectrique.

Public. "Etude des marées terrestres" XIII division du programme de l'AGI, N° 2 M. 1961, pp. 41-75.

12. P.S. MATVEEV

Analyse harmonique des marées terrestres (29 - série journalière)

Trav. de l'Obs. grav. de Poltava Ac. des Sc. d'Ukraine T. 11 K, 1962, pp. 16-63.

13. A. Ia. ORLOV

Sur les flux et reflux de la Mer Noire à Odessa et Sebastopol.

T. III, Izv.-vo Ac. des Sc. d'Ukraine 1961, pp. 137-154.

14. P.S. MATVEEV

Détermination des marées terrestres d'après les observations clinométriques à Douchambe pour 1948-1950

(bibliothèque du nom de V.I. Lénine, bibliothèque de l'Institut de Physique de la Terre de l'Ac. des Sc. d'URSS) 1956, pp. 191-219.

Traduction.

NUTATION LIBRE DIURNE D'APRES LES OBSERVATIONS DE GORKI

S.G. Koulagine et L.D. Kovbasiouk

Journal astronomique de l'Ac. des Sc. de l'URSS T. IXL, 4 Moscou 1964, pp. 758-760

СУТОЧНАЯ СВОБОДНАЯ НУТАЦИЯ ПО НАБЛЮДЕНИЯМ В ГОРЬКОМ

С.Г. Кулагин и Л.Д. Ковбасюк

Par les observations des étoiles zénitales brillantes α Cass. et ϵ UMa. à Gorki de 1953 à 1962, nous avons obtenu l'amplitude de la nutation diurne, égale à $0^{\circ}020 \pm 0.10$.

Les résultats sont ramenés à l'époque pour la comparaison avec le résultat de N.A. Popov [1].

1. L'exposé de N.N. Pariiskii sur la nutation libre diurne de la Terre à l'Assemblée plénière de la Commission sur la Rotation de la Terre du Conseil Astronomique de l'Académie des Sciences d'URSS (Kiev, avril 1962) a éveillé parmi les astrométristes un grand intérêt. Cela s'explique par le fait que les observations astronomiques étaient jusqu'à présent les seules données expérimentales permettant d'obtenir l'amplitude de cette nutation.

A la fin de 1962, N.A. Popov, collaborateur scientifique en chef de l'Observatoire gravimétrique de Poltava, a obtenu le premier la confirmation de l'existence de cette nutation dans les observations de latitude [1].

Il utilisa les observations des étoiles zénitales brillantes depuis 1939 à 1962 et obtint l'expression suivante pour l'onde de nutation libre diurne :

$$\begin{aligned} &0^{\circ}.016 \cos (\theta_0 t - \alpha + 104^{\circ}). \\ &\pm .004 \qquad \qquad \qquad \pm 14^{\circ} \end{aligned} \qquad (1)$$

(La phase initiale de ce résultat se rapporte au 1er juin 1939).

Plus récemment, il obtint une valeur améliorée de l'amplitude, égale à $0^{\circ}020$. L'obtention de la valeur de la nutation libre diurne par les observations de latitudes confirme, avec les recherches gravimétriques [2], les conclusions théoriques de M.S. Molodenskii sur le fait que la Terre a un noyau liquide aplati [3].

2. Le résultat de N.A. Popov étant le seul, il est naturel qu'on se soit tourné vers d'autres séries d'observations qui permettent de calculer la valeur de la nutation libre dont la période est de $23^{\text{h}}56^{\text{m}}54^{\text{s}}$ de temps sidéral.

(S) Nous avons utilisé les observations des étoiles zénitales brillantes à Gorki de 1953.2 à 1962.2

	m	$\alpha_{1963.0}$	$\delta_{1963.0}$
α Cass	2.47	0 ^h 38. ^m 4	+ 56°20'05".24
ϵ UMaj.	1.68	12 52. 4	+ 56°09'37".32

Dans une parfaite concordance avec la méthode de N.A. Popov [1] nous avons calculé 1156 différences ($\phi_\alpha - \phi_\epsilon$). Les différences ont été établies uniquement d'après les observations faites le même jour ou en des jours voisins. A la suite de cela la valeur ϕ_α ou ϕ_ϵ faisait parfois partie de deux différences.

On a calculé pour chaque différence la valeur de l'angle de phase ($\theta_0 t - \alpha_m$). Comme date origine on a pris le 14 mars 1953. Ensuite les différences ont été groupées par phases de 15° et on a obtenu les valeurs moyennes ($\phi_\alpha - \phi_\epsilon$).

La table 1 présente le résumé de ces données.

Table 1.

$\theta_0 t - \alpha_m$	n	P	$\phi_\alpha - \phi_\epsilon$	$\theta_0 t - \alpha_m$	n	P	$\phi_\alpha - \phi_\epsilon$
267°	68	1.4	0"000	87°	48	1.0	- 0"023
282	54	1.1	+ 3	102	58	1.2	- 81
297	38	0.8	- 95	117	53	1.1	+ 36
312	36	0.7	+ 1	132	24	0.5	+ 48
327	47	0.9	- 22	147	53	1.1	+ 91
342	48	1.0	- 21	162	61	1.2	+ 94
357	33	0.7	+ 172	177	45	0.9	- 19
12	56	1.1	- 17	192	48	1.0	+ 107
27	49	1.0	- 100	207	61	1.2	- 71
42	51	1.0	- 92	222	43	0.9	- 25
57	34	0.7	+ 2	237	44	0.9	+ 95
72	42	0.8	- 117	252	62	1.2	+ 25

Remarque : $\theta_0 t - \alpha_m$ est la valeur de la phase, n est le nombre de différences, P est le poids.

On a formé d'après les données de cette table les équations de condition dont on a déduit par la méthode des moindres carrés la valeur de la nutation libre diurne sous la forme suivante :

$$0".020 \cos (\theta_0 t - \alpha + 72^\circ).$$

(2)

$$\pm .010 \quad \pm 26^\circ$$

Pour comparer avec le résultat (1) de N.A. Popov nous avons ramené l'expression (2) à l'époque du 1er juillet 1939 et au méridien de Poltava.

Nous obtenons alors comparativement :

Poltava	$0''.020 \cos (\theta_0 t - \alpha + 104^\circ).$
	$\pm .004 \qquad \qquad \pm 14^\circ$
Gorki	$0''.020 \cos (\theta_0 t - \alpha + 100^\circ).$
	$\pm .010 \qquad \qquad \pm 26^\circ$

La durée de notre série d'observations à Gorki est deux fois plus courte qu'à Poltava. La certitude moindre de notre résultat trouve là une explication naturelle.

Nous profitons de l'occasion pour remercier N.A. Popov et E.Y. Evtouchenko pour leur aide et pour la vérification des calculs.

Imprimé le 9 décembre 1963.

BIBLIOGRAPHIE

1. N.A. POPOV
Revue d'Astronomie 40, 553, 1963.
 2. N.N. PARIISKII
Revue d'Astronomie 40, 556, 1963.
 3. M.S. MOLODENSKII, M.V. KRAMER
Marées terrestres et nutations de la Terre.
Ac. des Sc. de l'URSS, 1961.
-

DIE GUNSTIGSTE HEIZTEMPERATUR-UND HEIZSTUFENEINSTELLUNG BEI DER ERDGEZEITENREGISTRIERUNG MIT DEM ASKANIA- GRAVIMETER GS 11 (12).

von *Manfred BONATZ*

Institut für theoretische Geodäsie der Universität Bonn

Zur Ausschaltung des Einflusses von Schwankungen der Auszentemperatur auf das Gravimeter-Messsystem wird die Innentemperatur des Askania-Gravimeters GS 11 (12) mit Hilfe zweier Thermostaten stabilisiert. Der Strom für die beiden Heizkreise (innerer und äußerer Heizkreis) wird durch zwei Kontaktthermometer impulsweise ein- und ausgeschaltet. Die Schaltgenauigkeit dieser Thermometer beträgt etwa $\pm 0,01^\circ\text{C}$ [1]. Die Schaltzustände der beiden Thermostaten werden zur Kontrolle der Schaltzeiten durch zwei Schauzeichen angezeigt.

Um die Innentemperatur des Gravimeters den jeweiligen Auszentemperaturverhältnissen anpassen zu können, stehen vier Heizbereiche mit 25, 35, 40 und 45°C Heiztemperatur des inneren Heizkreises zur Verfügung. Die Heiztemperatur des äußeren Heizkreises liegt bei allen vier Bereichen etwa 2°C unter der des inneren Heizkreises. Beide Heizkreise können mit drei verschiedenen starken Heizströmen (Heizstufen) geheizt werden. Die Heizströme betragen für den äußeren Heizkreis etwa 1,0, 1,6 und 2,4 A (Heizstufen I, II und III), für den inneren Heizkreis etwa 0,6, 1,1 und 1,6 A (Heizstufen I, II und III) [1]. Über die Veränderung der Heizstufen ist eine zusätzliche Anpassung an die Auszentemperatur möglich.

Durch das angewandte Verfahren der Impulsheizung ist die Innentemperatur des Gravimeters geringen, periodischen Schwankungen unterworfen. Diese Schwankungen liegen bei stationärem Gravimeter etwa bei 1 bis $2 \cdot 10^{-3} \text{ }^\circ\text{C}$ [2]. Um die Innentemperaturschwankungen und ihre Übertragung auf das Gravimeter-Messsystem möglichst klein zu halten, muss die Temperatur- und Heizstufeneinstellung entsprechend der Auszentemperatur so gewählt werden, dass die Ein- und Ausschaltzeiten der Thermostaten - vor allem des inneren Thermostaten - etwa gleich sind. Da die Leistungsabgabe beider Heizkreise über die Schaltzustände voneinander abhängt, sind die Schaltzeiten nicht konstant, die Forderung nach etwa gleichen Ein- und Ausschaltzeiten kann also nur für mittlere Schaltzeiten gelten.

Ist eine günstige Temperatur- und Heizstufeneinstellung bereits bei Gravimetermessungen im Felde zu beachten, so gilt dies natürlich erst recht für die Erdgezeitenregistrierung, bei der die Anforderungen an die Genauigkeit der Messungsergebnisse noch um eine Größenordnung höher liegen. Es erhebt sich daher die Frage, welchen Einfluss die Auszentemperatur auf die Thermostatenschaltzeiten für die verschiedenen Innentemperaturbereiche und Heizstufen ausübt. In der Klimakammer des Instituts für theoretische Geodäsie wurde dieser Einfluss empirisch für das Askania-Gravimeter GS 11 Nr. 116 ermittelt. Die Untersuchungsergebnisse sind in Abb. 1 bis 4 graphisch dargestellt. Um ein zu starkes Anwachsen des Induktionseffektes beim Schalten des inneren Thermostaten zu vermeiden, wurde der innere Heizkreis nur mit kleinstem Heizstrom (Heizstufe I) geheizt. Die Heizstufe I des inneren Heizkreises ist ohnehin als Normalstufe anzusehen, da der Heizstrom so bemessen ist, dass für etwa gleiche Ein- und Ausschaltzeiten des äußeren Thermostaten sich etwa gleiche Schaltzeiten des inneren Thermostaten einstellen sollen [1]. Auf die Möglichkeit der Verringerung des Induktionseffektes durch ein modifiziertes Impulsheizverfahren [3] sei noch einmal hingewiesen.

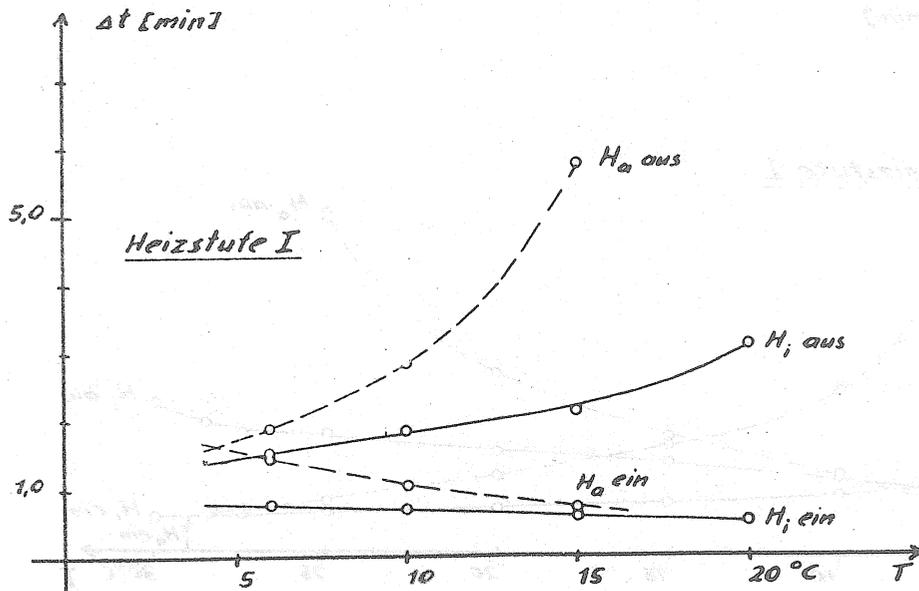
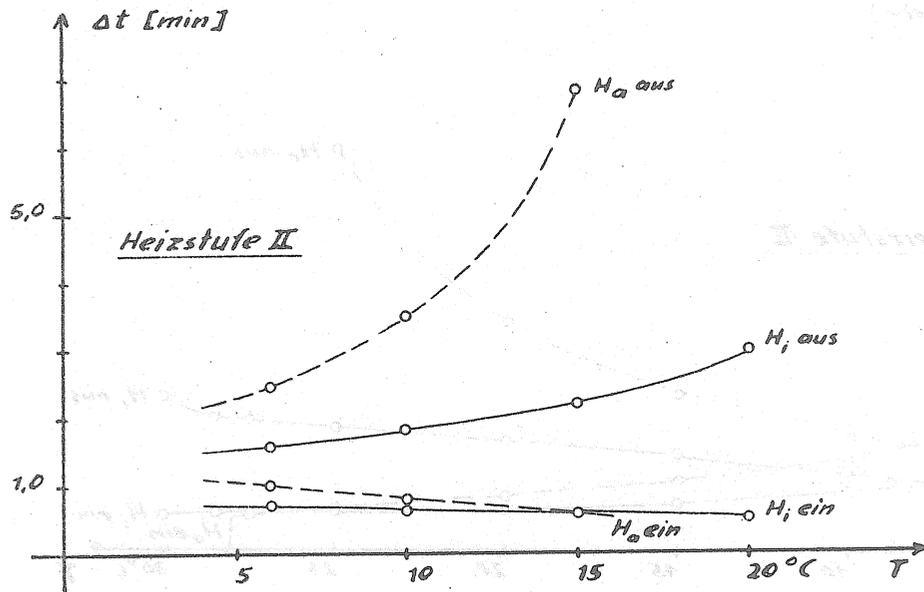
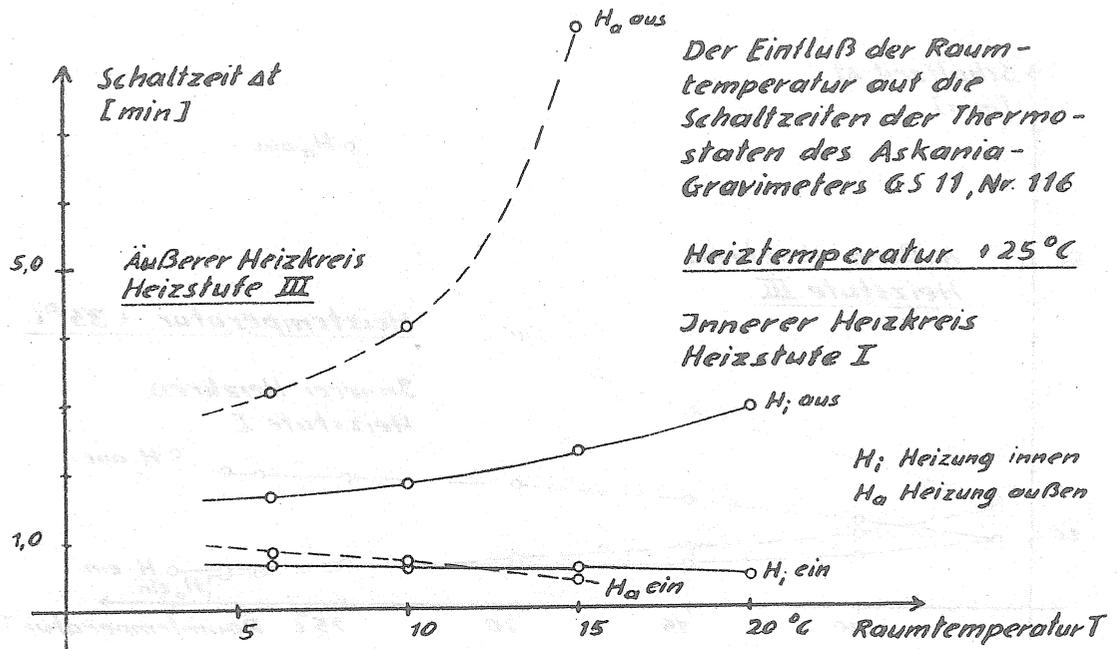
Die Schaltzeiten der Thermostaten schwanken gegenüber den dargestellten Mittelwerten, abgesehen von extrem langen Schaltzeiten, maximal um etwa 10 sec. Die Mittelwerte wurden jeweils aus 6 Einzelwerten gebildet. Die Heizspannung betrug für alle Temperaturbereiche 6,8 V (Gasungsspannung für 6V-Bleiakkumulatoren $3 \cdot 2,4 = 7,2V$). Änderungen der Heizspannung verursachen in mittleren Schaltbereichen Schaltzeitenänderungen von 2 (innerer Heizkreis) bis 5 (äusserer Heizkreis) sec pro 0,1 V Spannungsänderung. Infolge der Trägheit der Kontaktthermometer betragen die kürzest möglichen Thermostatenschaltzeiten etwa 25 bis 30 sec.

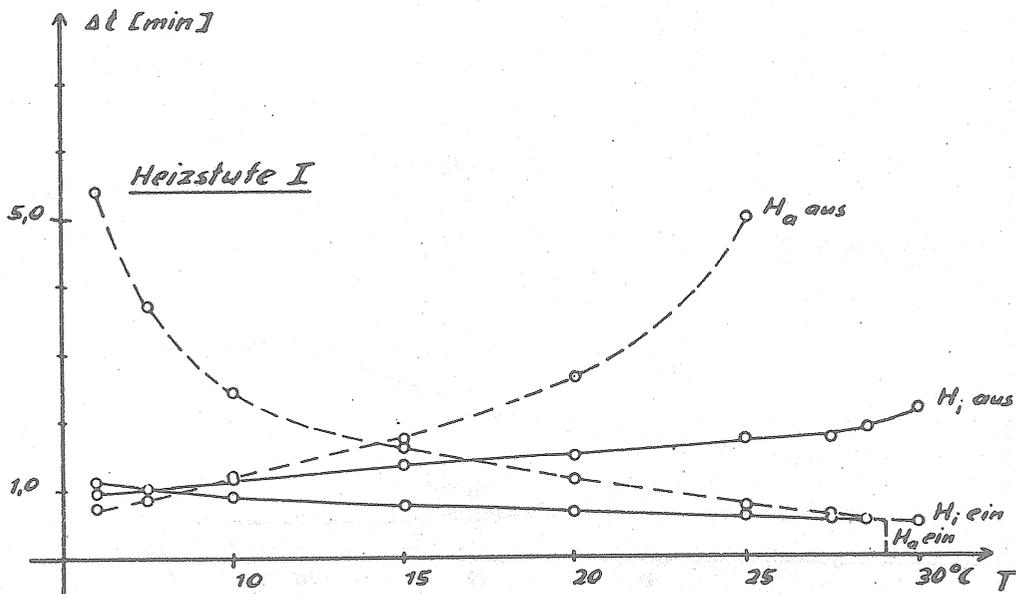
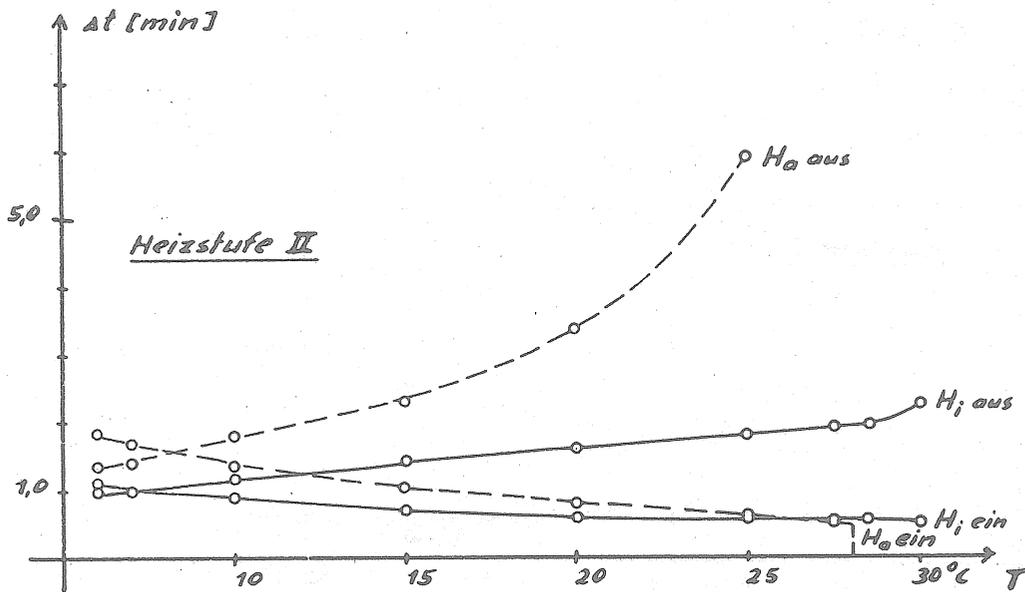
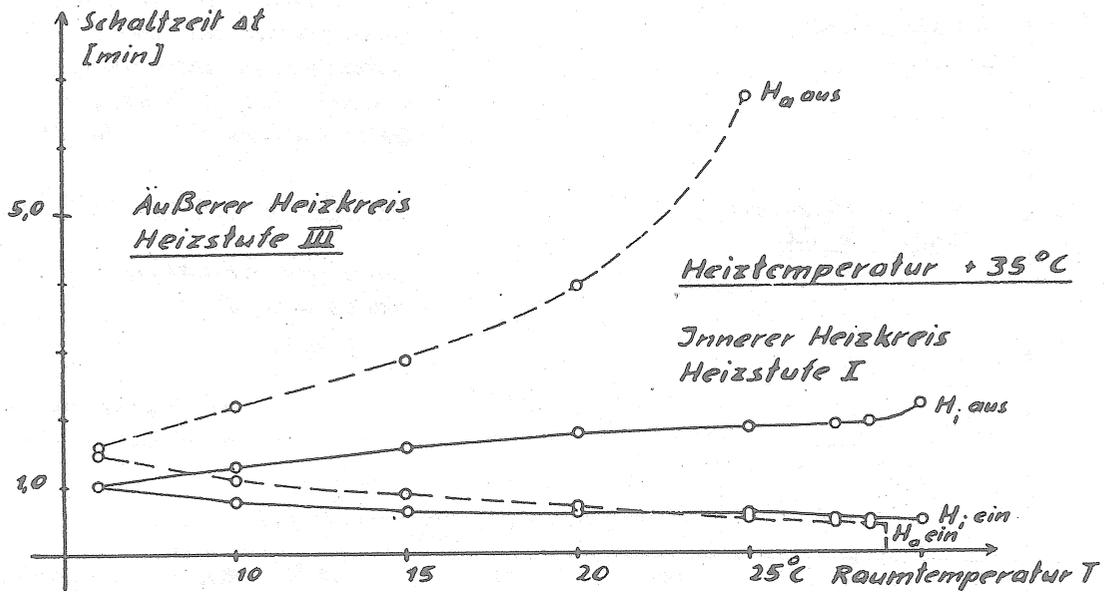
Bei allen vier Heiztemperaturen weichen für Heizstufe I des äusseren Heizkreises die Raumtemperaturen, die gleichen Schaltzeiten des inneren bzw. äusseren Heizkreises zugeordnet sind, stärker voneinander ab. Diese Differenz liesse sich durch einen kleinen Vorwiderstand, der in den inneren Heizkreis eingeschaltet wird, beseitigen. Sie ist jedoch, wie die Untersuchungen zeigten, ohne feststellbaren Einfluss auf das Registrierergebnis. Als für eine bestimmte Raumtemperatur günstigste Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellung wählt man zweckmässig die, für die der innere Thermostat mit gleichen Ein- und Ausschaltzeiten arbeitet, da der innere Heizkreis dem Meszsystem am nächsten liegt und die Innentemperatur im Gravimeter unmittelbar beeinflusst.

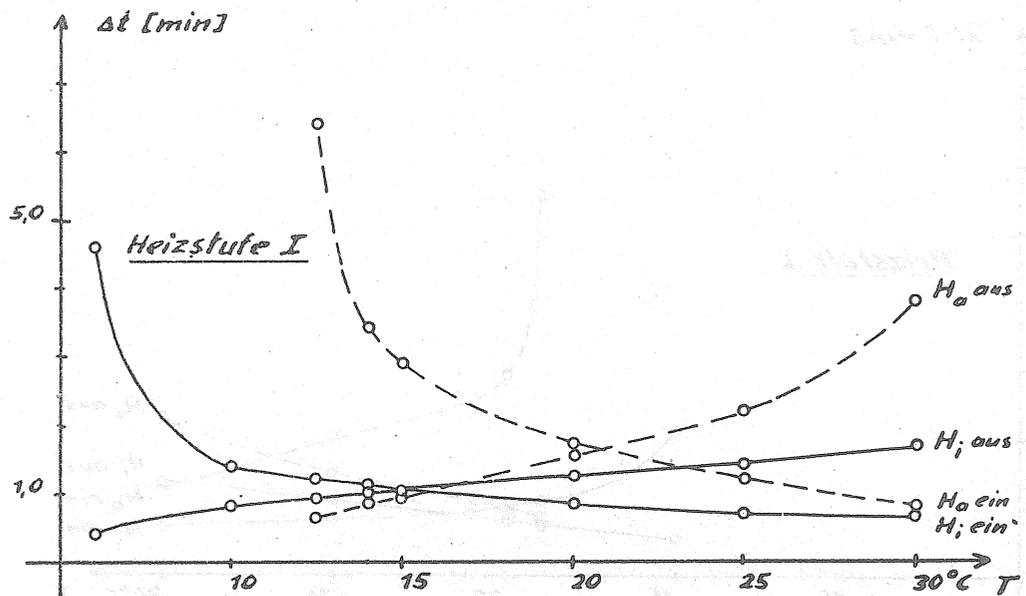
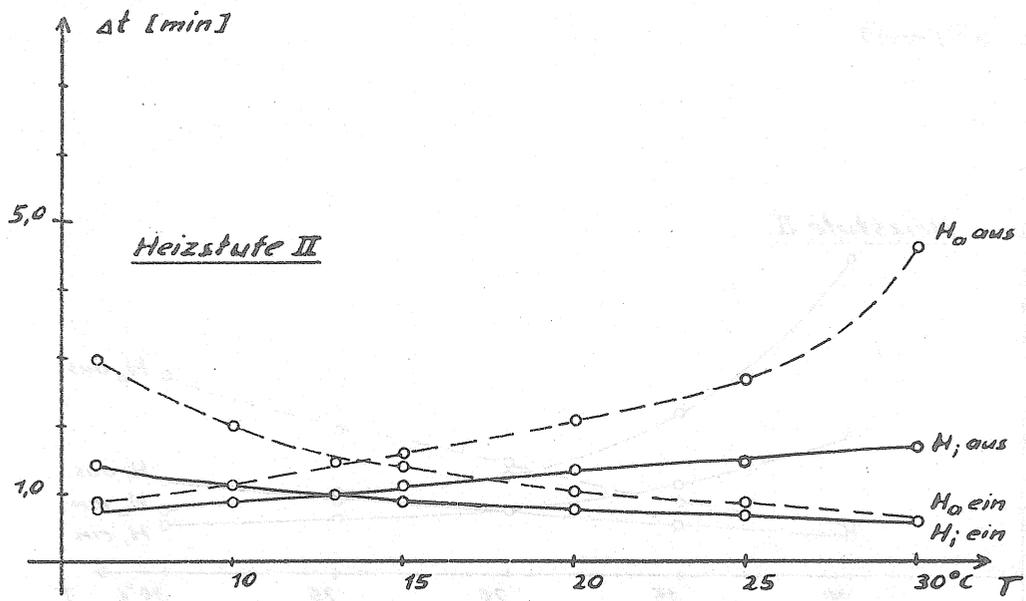
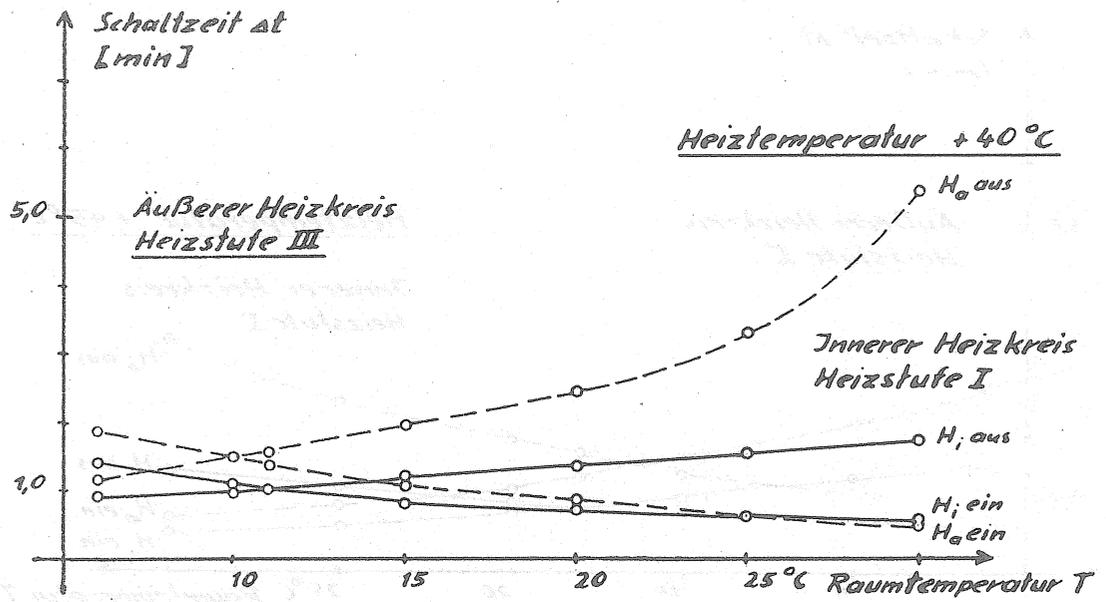
Lässt man Abweichungen von der der jeweiligen Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellung entsprechenden günstigsten Auszentemperatur von etwa $\pm 2^\circ C$ zu, so ergeben sich für die verschiedenen Raumtemperaturbereiche die in nachstehender Tabelle zusammengestellten Kombinationen.

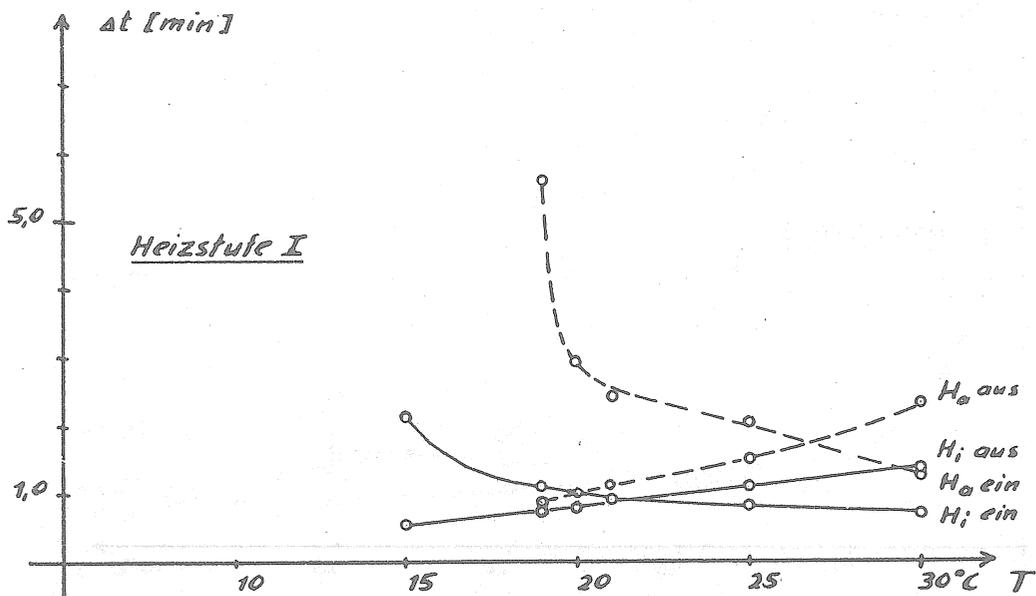
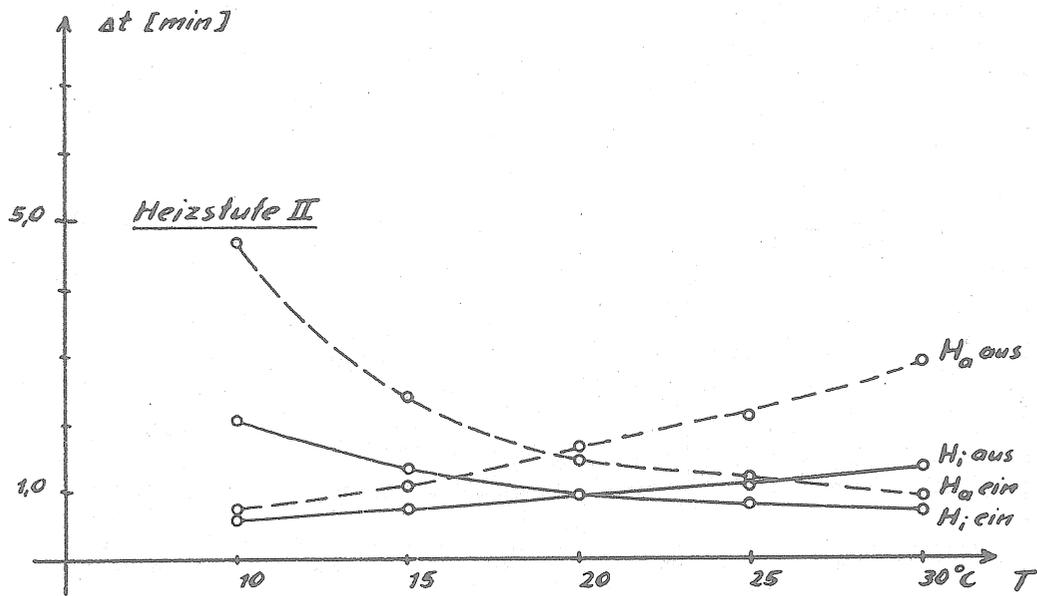
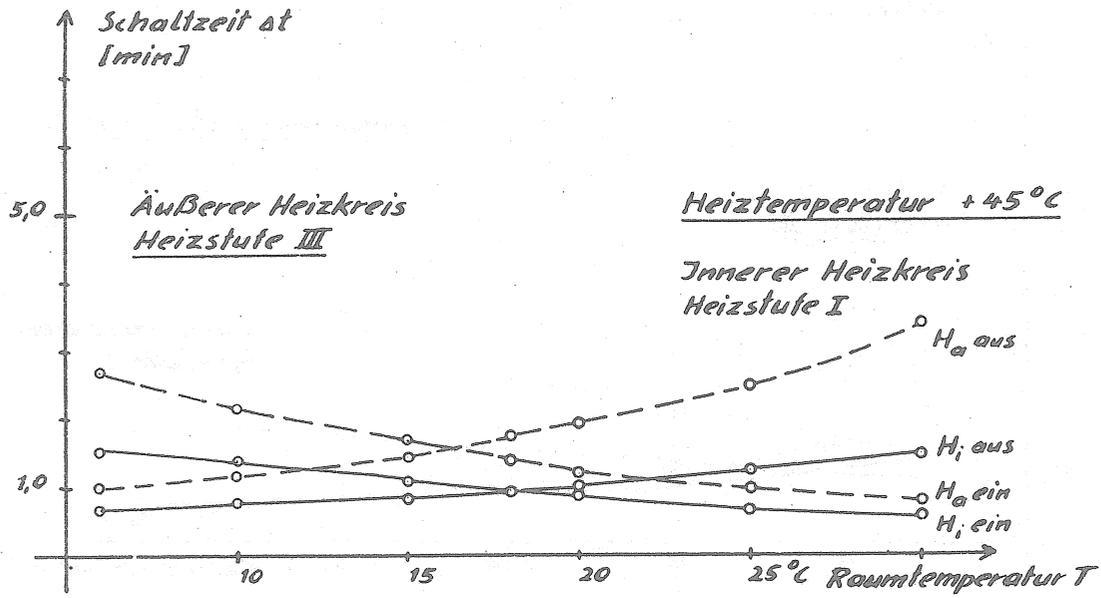
Raumtemperatur	Raumtemp. bereich	Heiztemperatur	Heizstufe	Bemerkungen
$^\circ C$	$^\circ C$	$^\circ C$		
(-5)	(-7 bis -3)	25	III	Heizspannung 6,8 V Askania- Gravimeter GS 11 Nr. 116
(-2)	(-4 ± 0)	25	II	
(± 0)	(-2 + 3)	25	I	
+6	+4 + 8	35	III	
+7	+5 + 9	35	II	
+8	+6 + 10	35	I	
+11	+9 + 13	40	III	
+13	+11 + 15	40	II	
+15	+13 + 17	40	I	
+18	+16 + 20	45	III	
+20	+18 + 22	45	II	
+22	+20 + 24	45	I	

Wenngleich mit Fertigungsunterschieden zu rechnen ist, so dürften die in Abb. 1 bis 4 dargestellten Untersuchungsergebnisse mit gewissen Toleranzen jedoch auch auf andere Askania-Gravimeter zu übertragen sein. (Die Ergebnisse liefern auch einen Hinweis für die bei Feldmessungen auf Grund der zu erwartenden Auszentemperaturen einzustellenden Heiztemperaturen und Heizstufen. Die zulässigen Schaltzeitenänderungen sind hier natürlich erheblich grösser).

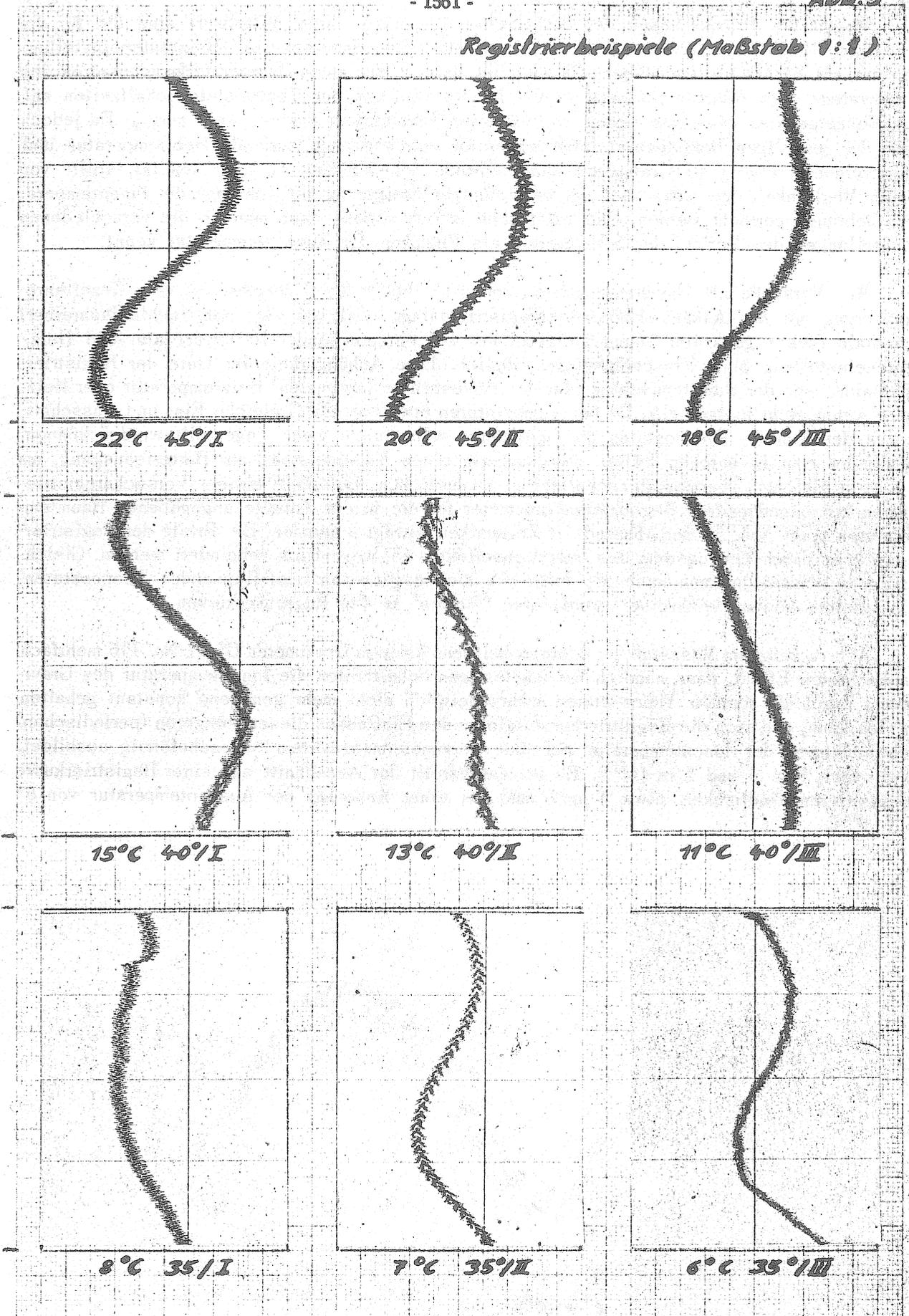








Registrierbeispiele (Maßstab 1:1)



Bezeichnungen: 22°C 45°/I bedeutet Raumtemperatur 22°C
Heiztemp. 45°C, Heizstufe I

Wegen der Schwankungen der Schaltzeiten gegenüber ihrem Mittelwert sind die für die jeweiligen Raumtemperaturen ermittelten günstigsten Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellungen nur als Richtwerte anzusehen. Ohnehin ist, infolge der guten Temperaturkompensation des Meszsystems des Askania-Gravimeters GS 11 der Einfluss der Thermostatenschaltzeiten auf das Meszerggebnis, wenn man einmal von extremen Schaltzeiten absieht, sehr gering. Da jedoch eine der jeweiligen (konstanten) Raumtemperatur entsprechende optimale Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellung am Gravimeter ohne jedwede Schwierigkeit zu erreichen ist, sollte von dieser Möglichkeit der, wenn auch nur geringfügigen Steigerung der Konstanz der Innentemperatur, Gebrauch gemacht werden. Das setzt eben jedoch voraus, dass man für die verschiedenen Einstellungen den Verlauf der Schaltzeiten als Funktion der Auszentemperatur kennt.

Wie Versuche bei Raumtemperaturen von $+ 2^{\circ}$ bis $+ 32^{\circ}\text{C}$ zeigten, ist eine Gezeitenregistrierung mit der Askania-Erdgezeitenregistrieranlage (Galvanometer mit Nachlaufschreiber) innerhalb dieses gesamten Temperaturbereiches bei entsprechender Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellung ohne Einschränkungen möglich. Eine Abhängigkeit der Güte der Registrierungsergebnisse von der Raumtemperatur oder der eingestellten (optimalen) Heiztemperatur oder Heizstufe wurde nicht festgestellt. Da bei Temperaturen etwa über 25°C gleiche Ein- und Ausschaltzeiten des inneren Thermostaten am Gravimeter selber nicht mehr eingestellt werden können, verwendet man in solchen Fällen zweckmässig einen Vorwiderstand am Batterieausgang, um die etwa gleichen Thermostatenschaltzeiten zu erreichen. Beispiele einiger Versuchsregistrierungen bei ungedämpftem Registriergalvanometer für die in der Tabelle angegebenen Raumtemperaturen zeigt Abb. 5; der Abstand der Zeitmarken beträgt 3 Stunden. Die Breite der Registrierkurve kann durch Verringerung des Induktionseffektes [3] wesentlich vermindert werden. Gleichzeitig verschwinden dann auch die durch die sich gegenseitig beeinflussenden Thermostatenschaltzeiten beider Heizkreise verursachten "Moirés" in den Registrierkurven.

Abb. 6 zeigt im Maszstab 1 : 1 einen bei dem Askania-Gravimeter GS 11 Nr. 116 mehrfach beobachteten Effekt, dass nämlich bei ungünstigen Schaltzeiten die Innentemperatur des Gravimeters durch die beiden Thermostaten wahrscheinlich nicht mehr genügend konstant gehalten werden kann, und sich die Registrierkurve infolge des Einflusses dieser grösseren (periodischen) Schwankungen der Innentemperatur auf das Gravimetermeszsystem sägezahnförmig ausbildet. (Vgl. auch Fig. 1 und 2 in [4]!). Es ist dargestellt der Ausschnitt aus einer Registrierkurve (Registrierempfindlichkeit etwa $5 \mu\text{gal}/\text{mm}$) bei einer Änderung der Auszentemperatur von 6° auf 10°C .

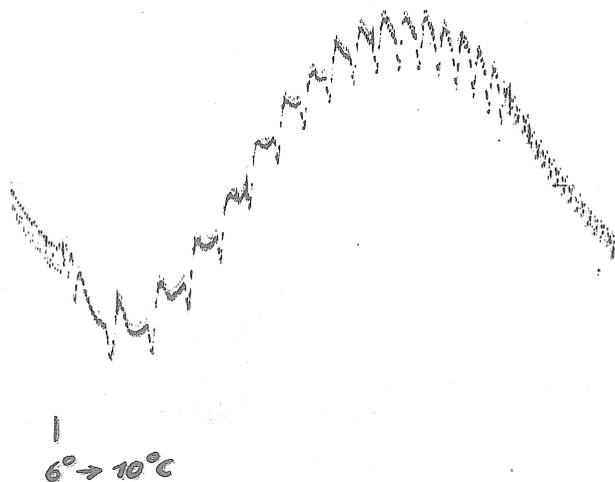


Abb. 6

Die Heiztemperatur beträgt 40°C bei Heizstufe I. Die dieser Einstellung entsprechende günstigste Raumtemperatur liegt etwa bei + 15°C. Vermutlich bilden sich bei bestimmten ungünstigen Thermostatschaltzeiten im Gravimeter labile Temperaturschichtungen, die sich periodisch ausgleichen und dadurch den gezeigten Effekt verursachen. Dieser Temperatureausgleich kann, wie Versuche zeigten, wahrscheinlich auch durch künstliche Bewegungen des Gravimetermeszsystems etwa bei Verstellungen der Meszspindel oder bei grösseren Erschütterungen herbeigeführt werden. Sichere Angaben über die Ursachen des Effektes lassen sich aber erst auf Grund experimenteller Untersuchungen der Innentemperatur des Gravimeters machen. Wichtig ist jedoch, dass am Gravimeter GS 11 Nr. 116 für alle Heiztemperatur- und Heizstufeneinstellungen ein sägezahnförmigen Verlauf der Registrierkurve bei etwa gleichen Schaltzeiten des inneren Thermostaten bisher nicht festgestellt wurde.

L I T E R A T U R.

- [1] ASKANIA-WERKE
Gebrauchsanleitung zum Schweremesser GS 11 und zur Erdzeitenregistrieranlage,
Berlin 1956.
 - [2] ASKANIA-WERKE
Die Askania-Gravimeter,
Berlin 1958.
 - [3] BONATZ, M.
Ein Verfahren zur Verringerung des Induktionseffektes bei der Erdzeitenregistrierung mit dem Askania-Gravimeter GS 11,
Marées Terrestres, Bulletin d'Informations, Nr. 38, S. 1347
 - [4] DOBROCHOTOV, S.D. und LISSENKO, V.Y.
Observations des variations de marées de la force de pesanteur à Kiew,
Marées Terrestres, Bulletin d'Informations, Nr. 39, 1 April 1965, S. 1385.
-

DIE BEDEUTUNG DES PHOTOELEKTRISCHEN NULLPUNKTES BEI DER ERDGEZEITEN- REGISTRIERUNG MIT DEM ASKANIA-GRAVIMETER GS 11 (12)

von *Manfred BONATZ*

Institut für theoretische Geodäsie der Universität Bonn.

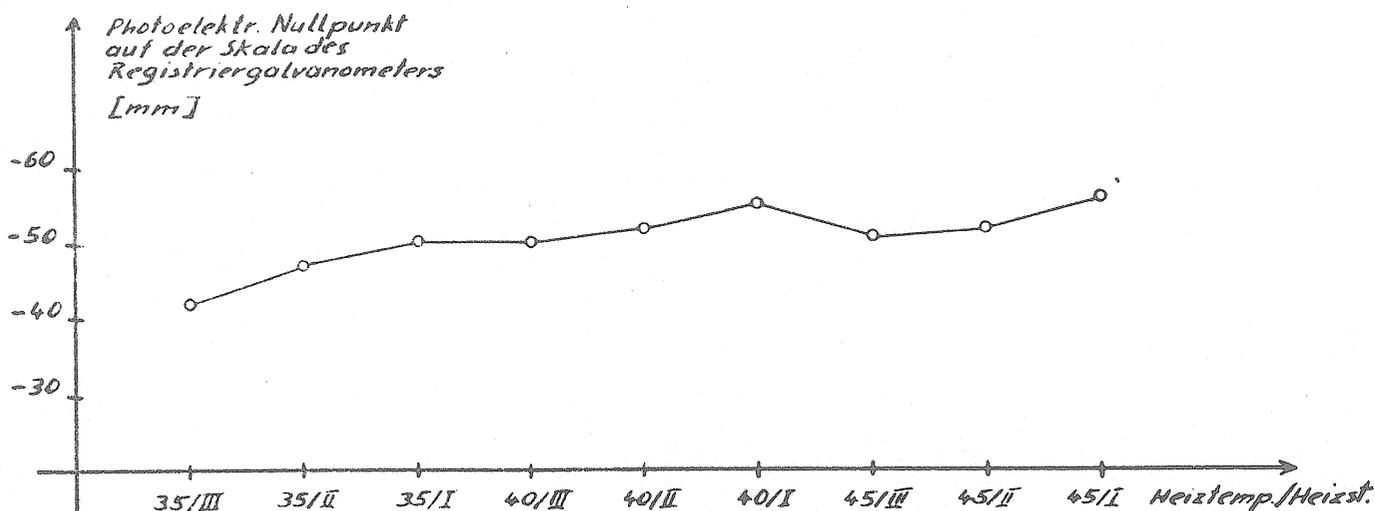
Bei den Askania-Gravimetern GS 11 (12) werden Lageänderungen der Gravimetermasse mittels eines photoelektrischen Systems in Spannungs- bzw. Stromänderungen umgewandelt [1], [2]: Eine Lampe beleuchtet einen Spalt, der über ein Objektiv, den Gehängespiegel und den Gegenspiegel auf zwei in Differenz geschaltete Photoelemente abgebildet wird. Der von der Ausleuchtung der Photoelemente abhängige Differenzstrom wird durch ein eingebautes Galvanometer bzw. bei der Erdzeitenregistrierung durch ein zusätzlich angeschlossenes hochempfindliches Registriergalvanometer angezeigt und ist ein Maß für die Lage der Gravimetermasse.

Im allgemeinen verursacht eine Änderung des Stromes für die Photozellenbeleuchtung (=eine Helligkeitsänderung der Lampe) bei konstanter Stellung des Gehängespiegels eine Änderung des Differenzstromes der Photoelemente. Es gibt jedoch ein Ausleuchtungsverhältnis, bei dem der Differenzstrom (in gewissen Grenzen) unabhängig vom Lampenstrom ist. Die diesem speziellen Ausleuchtungsverhältnis zugeordnete Galvanometerstellung bezeichnet man als photoelektrischen Nullpunkt oder auch akkuunempfindlichen Punkt des Systems.

Der photoelektrische Nullpunkt kann am einfachsten durch kleine Verschiebungen der Photozellenlampe in seiner Lage auf der Galvanometerskala beeinflusst werden. Er wird bei Feldmessungen wegen der nicht konstanten Batteriespannung zweckmäßig so eingestellt werden, dass er in der Nähe des Nullpunktes des im Gravimeter eingebauten Galvanometers liegt. Die Bestimmung des photoelektrischen Nullpunktes geschieht durch eine Veränderung des Lampenstromes um einen bekannten Betrag an verschiedenen Stellen der Galvanometerskala [1].

Bei der Erdzeitenregistrierung mit dem Askania-Gravimeter GS 11 (12) wird der Strom für die Beleuchtung der Photoelemente durch einen Spannungskonstanthalter stabilisiert. Da der Einfluss der Helligkeitsänderungen der Photozellenlampe auf die Meszwertanzeige mit dem Abstand vom photoelektrischen Nullpunkt wächst, ist es jedoch trotz dieser Stabilisierung des Lampenstromes zur Erzielung genauer Registrierergebnisse unbedingt erforderlich, den photoelektrischen Nullpunkt so einzustellen, dass er noch im Hauptmeszbereich des Registriergalvanometers liegt. Denn einmal tritt selbst bei konstantem Lampenstrom infolge der Alterung der Lampe (Metallablagerungen am Glaskolben etc.) eine allmähliche Helligkeitsabnahme auf, zum anderen muss bei den bisher verwendeten Spannungskonstanthaltern mit einer gewissen Temperaturempfindlichkeit gerechnet werden, wie in einem späteren Beitrag noch gezeigt wird. Lässt sich die systematische Helligkeitsabnahme infolge Alterung der Photozellenlampe durch regelmäßige genaue Eichungen erfassen und damit eliminieren, so gilt das für die durch Schwankungen der Auszentemperatur verursachten Lampenstromänderungen nur noch bedingt, je nach der Frequenz und der Größe der Temperaturschwankungen. In jedem Falle sollte daher während eines Registrierzeitraumes ab und zu eine Überprüfung der Lage des photoelektrischen Nullpunktes auf der Registerskala durchgeführt werden.

Es erhebt sich nun die Frage, wie sich dieser Nullpunkt gegenüber Veränderungen der äusseren Messungsbedingungen verhält. Da Temperatureffekte nach den bisherigen Erfahrungen den Hauptteil der möglichen systematischen Fehlerursachen bei der Askania-Registrieranlage ausmachen, wurde für das Askania-Gravimeter GS 11 Nr. 116 die Lage des Nullpunktes bei verschiedenen Heiztemperaturen und Heizstufen bestimmt. Das Untersuchungsergebnis ist in der folgenden Abbildung dargestellt. Man erkennt, dass der photoelektrische Nullpunkt bei einer Änderung der Innentemperatur um 10°C innerhalb eines Streubereiches von 5 - 10 mm auf der Registrierskala konstant geblieben ist. Daraus folgt, dass für eine bestimmte Heiztemperatur des Gravimeters Schwankungen der Auszentemperatur praktisch ohne Einfluss auf die Lage des photoelektrischen Nullpunktes sind. Dennoch muss man über längere Zeiträume mit einer allmählichen Verlagerung dieses Nullpunktes rechnen und zwar infolge von Veränderungen der Leuchtdichtevertelung am Wendel der Photozellenlampe oder von Änderungen in der Charakteristik der Photozellen, was die bereits empfohlene Überprüfung des Nullpunktes in gewissen Zeitabständen notwendig macht.



Solange der photoelektrische Nullpunkt im Registrierbereich liegt, ist eine Korrektur im allgemeinen nicht erforderlich ; liegt er jedoch ausserhalb, muss man mit durch Schwankungen des Lampenstromes verursachten Fehlern rechnen, die, wie später noch gezeigt wird, in Extremfällen den mittleren Registrierfehler um ein Vielfaches übersteigen können.

LITERATUR

- [1] ASKANIA-WERKE
Gebrauchsanleitung zum Schweremesser GS 11 und zur Erdzeitenregistrieranlage,
Berlin 1956.
- [2] ASKANIA-WERKE
Die Askania-Gravimeter,
Berlin 1958.

