

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE HEFT 79

MAX KNEISSL

Die internationalen europäischen
Gravimeter-Eichbasen

Beschreibung
und vorläufige Messungsergebnisse
1954-1956

Mit 47 Abbildungen und Figuren

Vorgelegt am 2. Dezember 1955

MÜNCHEN 1956

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
IN KOMMISSION BEI DER C. H. BECK'SCHEN VERLAGSBUCHHANDLUNG

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Richtlinien der Internationalen Gravimetrischen Kommission für den Aufbau eines homogenen Welt-schwerenetzes I. O.	5
2.	Empfehlungen der Internationalen Assoziation für Geodäsie für die Anlage und Einrichtung der europäischen Gravimeter-Eichlinien	6
3.	Beschreibung der nationalen Fundamentalstationen und der Pendelhauptpunkte auf den europäi-schen Gravimeter-Eichlinien	8
a)	Pendelhauptstationen in Großbritannien	8
b)	Pendelhauptstationen in Frankreich	9
c)	Norwegische Stationen	12
d)	Die dänischen Schwerebezugssstationen	13
e)	Die deutschen Hauptstationen	15
f)	Italienische Hauptstationen	17
g)	Die schweizerische Hauptstation, Universität Genf, Physikalisches Institut	17
4.	Das vorläufige europäische Schweregrundnetz (Ausgleichungen von Coron, Hirvonen, Morelli und Borrass)	18
5.	Übersicht über die wichtigsten Pendel- und Gravimetermessungen, die vor 1954 im Bereich der inter-nationalen europäischen Gravimeter-Eichlinien durchgeführt wurden	22
a)	Schweremessungen der Bayer. Kommission für die Internationale Erdmessung (Ausgleichung von Schütte 1928)	22
b)	Pendelmessungen der Baltischen Geodätischen Kommission 1930–1935	24
c)	Ergebnisse der Pendelmessungen der Geophysikalischen Reichsaufnahme 1934–1943 (Weiken-Pendelnetz)	28
d)	Pendelmessungen zwischen Teddington-Paris-Braunschweig und Bad Harzburg (Cook 1952)	29
e)	Pendelmessungen und Gravimetrierungen zwischen Teddington und Edinburgh (Cook 1953)	29
f)	Norwegische Gravimetrierungen 1948–1949 (G. JELSTRUP und O. TROVAAG)	30
g)	Gravimetrierungen zwischen Paris-Sèvres, B. I. P. M. und Teddington, N. P. L. 1948–1952	32
h)	Das europäische Gravimeternetz (JEAN MARTIN und CARLO MORELLI 1954)	32
6.	Zusammenstellung der Pendel- und Gravimetermessungen, die bis 1. 6. 1956 im Bereich der europäi-schen Gravimeter-Eichlinien durchgeführt wurden	37

Beiheft: Abbildungen und Figuren

1. RICHTLINIEN DER INTERNATIONALEN GRAVIMETRISCHEN KOMMISSION FÜR DEN AUFBAU EINES HOMOGENEN WELTSCHWERENETZES I. O.

Die Internationale Gravimetrische Kommission hat die Sammlung von gleichwertigen gravimetrischen Beobachtungswerten, die sich auf Stationen beziehen, die möglichst symmetrisch über die gesamte Erdoberfläche verteilt sein sollen, als eines der wichtigsten Ziele der Internationalen Assoziation für Geodäsie herausgestellt. Weiter hat sie empfohlen, daß alle Schwerewerte einheitlich reduziert und zur Geoidbestimmung verwendet werden sollen. Um gleichwertige Schwerewerte zu erhalten, ist die Einrichtung internationaler Eichbasen und der Aufbau eines Weltschwerenetzes notwendig. Die Internationale Gravimetrische Kommission hat daher in einer Sondersitzung, die in der Zeit vom 21. bis 25. 9. 1953 in Paris stattfand, folgende Resolutionen gefaßt:

a) DIE EINRICHTUNG INTERNATIONALER EICHBASEN

Es sollen zwei internationale gravimetrische Eichbasen (Basislinien), jeweils etwa auf einem Meridian liegend, mit einer Erstreckung möglichst vom Pol bis zum Äquator eingerichtet werden. Eine der Eichlinien soll in Amerika und die zweite in Europa und Afrika gelegen sein. Jede dieser Eichlinien soll 5 Stationen umfassen, so daß die Schwereunterschiede von Station zu Station rund 1000 mGal betragen. Diese Schwereunterschiede sollen durch sehr genaue Pendelmessungen unter Benutzung verschiedener Typen von Pendelapparaten gemessen werden, wobei man heute erfahrungsgemäß eine Genauigkeit von etwa $\pm 0,5$ mGal für jede Station erreichen kann. Vorzugsweise sollen Stationen gewählt werden, auf denen schon Pendelmessungen vorliegen.

Die dadurch geschaffenen Fundamentalstationen sollen weiter durch sehr genaue Gravimetrierungen auf festen Zwischenstationen mit Schwereunterschieden von je 100–200 mGal verbunden werden. Als Zwischenstationen sollen Punkte gewählt werden, die leicht an Fluglinien angeschlossen werden können, um mit Hilfe von Gravimeterflügen Querverbindungen zwischen den Eichlinien herstellen zu können.

Durch die Anlage dieser Basislinien soll eine einheitliche Eichung der verschiedenen Gravimeter ermöglicht werden.

b) WELTSCHWERENETZ I. O.

Es soll durch internationale Zusammenarbeit ein Weltschwerenetz I. O. bestimmt werden, dem etwa 25 bis 30 gut verteilte Punkte angehören sollen, wobei man die Stationen bevorzugen müßte, deren Schweren schon viele Male bestimmt wurde.

Die gegenseitigen Schwereunterschiede dieser Stationen sollen möglichst oft und nach Möglichkeit mit verschiedenen Pendelapparaten und Gravimetern bestimmt werden. Die

Anschlußfehler sollen 2 mGal nicht überschreiten. Das Netz soll einer Ausgleichung in einem Guß unterzogen werden.

Die Kommission bittet darum, daß die beteiligten Regierungen ihre finanzielle Hilfe geben und alle Erleichterungen für den Austausch des Personals und der wissenschaftlichen Instrumente gewähren.

Im einzelnen wurden für das Weltschwerenetz I. O. folgende Punkte ausgewählt:¹

in *Europa*: Helsinki, Potsdam-Harzburg, Teddington, Paris, Mailand, Lissabon bzw. Madrid;

in *Amerika*: Fairbanks, Vancouver, Ottawa, Washington D. C., Mexico City, Quito, Buenos Aires;

in *Asien*: Kyoto, Doldi, Singapore, Beirut;

in *Afrika*: Algier, M'Bour, Khartum, Leopoldville, Johannesburg;

in *Australien* bzw. auf *Inseln der Weltmeere*: Melbourne, Christchurch, Honolulu, Reykjavik, Azoren.

Deutschland ist mit dem Doppelpunkt Potsdam-Harzburg gut im Weltschwerenetz verankert, und die Deutsche Geodätische Kommission ist bestrebt, die an sich gute Verbindung zwischen Potsdam und Harzburg im Einvernehmen mit dem Geodätischen Institut in Potsdam durch neue Messungen weiter zu verbessern.

Auf Vorschlag der Deutschen Geodätischen Kommission soll nun Potsdam-Harzburg nach wie vor als deutsche „Fundamentalstation“ oder „Referenzstation“ für den Aufbau eines einheitlichen deutschen Schweregrundnetzes dienen. Für diesen Aufbau ist es notwendig, die bestehenden Schwereverbindungen zwischen Potsdam und den Referenzstationen der übrigen europäischen Länder durch Neumessungen zu verbessern. Um Potsdam weiterhin als Ausgangspunkt und Bezugspunkt erhalten zu können, ist es notwendig, daß sich Deutschland besonders intensiv auch mit neuen Schwereabsolutmessungen befaßt. Absolutmessungen werden daher zur Zeit vorbereitet von der Physikalisch-Technischen Bundesanstalt in Braunschweig (Methode freier Fall), vom Deutschen Geodätischen Forschungsinstitut in München (Fadenpendel) und vom Geodätischen Institut in Potsdam (Reversionspendelmessungen).

2. EMPFEHLUNGEN DER INTERNATIONALEN ASSOZIATION FÜR GEODÄSIE FÜR DIE ANLAGE UND EINRICHTUNG DER EUROPÄISCHEN GRAVIMETER-EICHLINIEN

Auf der X. Generalversammlung der IUGG 1954 in Rom wurde eine Internationale Studiengruppe mit der Auswahl der Pendelhauptpunkte der europäischen Eichlinie beauftragt. Diese Studiengruppe sollte auch für die Beobachtung der Eichstrecke sorgen. Auf Vorschlag dieser Studiengruppe wurde in Rom folgende Entschließung angenommen:

¹ In der folgenden Aufzählung sind die Abänderungsvorschläge der X. Generalversammlung der IUGG, die 1954 in Rom stattfand, berücksichtigt.

„Nach Kenntnisnahme des Berichts der Spezialstudiengruppe, die eingesetzt war, um die Bedingungen für Gravimetereichungen und die Einrichtung einer Eichbasis in Europa zu studieren und unter der Erwägung, daß auf jedem Punkt dieser Basis sowohl Pendel- als auch Gravimetermessungen durchgeführt werden sollten, empfiehlt die Internationale Assoziation für Geodäsie:

1. Als erstes folgende europäische Stationen auszuwählen:

Hammerfest, Bodö, Oslo, Kopenhagen, Harzburg, München und Rom,

2. soweit wie möglich sowohl Pendel- als auch Gravimetermessungen über den ganzen Bereich der Linie nach folgendem Schema durchzuführen:

A – B – B – A, B – C – C – B, usw. . . . ,

3. für die Eichung von Gravimetern mit kleinem Meßbereich die Eichlinie in Intervalle von etwa 20 km zu unterteilen,

4. zur Überprüfung der Hauptreichbasis eine zweite, parallele Linie einzurichten und zwar: Edinburg, Teddington, Paris und Bagnères de Bigorre,

5. zwischen der Eichbasis und der zweiten Linie Zwischenverbindungen zu schaffen, z. B.:

Oslo – Edinburg	München	}
Harzburg – Paris	Rom	
Kopenhagen – Teddington		

wobei Gravimeter großer Genauigkeit und wenn möglich auch Pendelapparate zu verwenden sind,

6. bei der Ableitung der endgültigen Gravimetereichwerte das mögliche Vorhandensein einer Nichtlinearität der Skalen und zeitlicher Veränderungen der Empfindlichkeit in Betracht zu ziehen,

7. eine vergleichende Untersuchung der verschiedenen Verfahren (wie Linien- und Flächenmethode) für die Ausgleichung der Ergebnisse und für die Eichung von Gravimetern, die die gleichen Werte verwenden, durchzuführen und

8. die Studiengruppe unter der Leitung von Professor Kneißl beizubehalten, um weiterhin Anregung und Unterstützung im Zusammenhang mit der Einrichtung einer europäischen Eichbasis zu geben.“

Damit waren alle Voraussetzungen für die systematische Durchführung der Beobachtungen und eine vertrauensvolle internationale Zusammenarbeit gegeben. Während der Messung ergab sich noch die Notwendigkeit, zwischen München und Bagnères de Bigorre einerseits, Paris und Rom andererseits den Pendelhauptpunkt Genf einzuschalten. Damit und mit den in Fig. 1 eingezeichneten Ost-West-Verbindungen zwischen den beiden Eichlinien ergibt sich ein weitmaschiges, aus nahezu gleichförmigen Dreiecken bestehendes, übergeordnetes zentraleuropäisches Pendelhauptnetz, das zwangsläufig nach Ost und West und über das Mittelmeer hinweg auch nach Süden zu einem gesamteuropäischen Pendelhauptnetz (Fig. 2) erweitert werden kann.

3. BESCHREIBUNG DER NATIONALEN FUNDAMENTAL-
STATIONEN UND DER PENDELHAUPTPUNKTE AUF DEN
EUROPÄISCHEN GRAVIMETER-EICHLINIEN

a) PENDELHAUPTSTATIONEN IN GROSSBRITANNIEN

*Die britische Fundamentalstation der Schwere¹ im National Physical
Laboratory in Teddington, Middlesex*

Der nationale britische Schwerebezugspunkt lag viele Jahre lang im „Record Room“ des Observatoriums von Greenwich. Im Jahre 1927 wurde jedoch ein neuer Punkt – etwa 300 m östlich des Observatoriums – im alten „Magnetic Pavilion“ ausgewählt. Dieses Gebäude wurde 1954 zerstört und mit Rücksicht darauf, daß das Königliche Observatorium von Greenwich nach Herstmonceux verlegt wurde, mußte ein weiterer Punkt gefunden werden. In der Zwischenzeit wurde auf Grund einer auf der Sitzung der Internationalen Gravimetrischen Kommission in Paris im September 1953 gefaßten Resolution der nationale britische Schwerebezugspunkt als „britischer Schwerefundamentalpunkt“ bezeichnet.

Auf der IX. Generalversammlung der IUGG in Brüssel (1951) wurde durch die Internationale Assoziation für Geodäsie empfohlen, „Jedes Land sollte veranlassen, daß seine Fundamental-Station an einer passenden, beständigen Stelle eingerichtet würde.“

Das Britische Nationalkomitee für Geodäsie und Geophysik hat auf seiner Sitzung am 30. 6. 1952 beschlossen, daß die britische Fundamentalstation im National Physical Laboratory, Teddington, Middlesex, und zwar im Raum Nr. 11 des Gebäudes der Meteorologischen Abteilung sein soll, also auf dem Punkt, auf dem Clark seine Absolutbestimmung der Schwere (1939) gemacht hat. Die geodätischen Koordinaten und die Höhe des Pfeilers, den Clark benutzte, sind:

$$\varphi = 51^{\circ}25'13,6'' \text{ N. } \lambda = 0^{\circ}20'21,4'' \text{ W. } H = 9,23 \text{ m.}$$

Der Pfeiler, der sich in der Südostecke des Raumes befindet, ist im allgemeinen bodengleich und hat nur an einem Ende einen später angefügten Aufbau von 70 cm Höhe (Fig. 3), der in keiner Beziehung zu den Clarkschen Versuchen steht. Viele der relativen Schwerebestimmungen wurden mit auf dem Boden stehenden Apparaten durchgeführt und es wird empfohlen, auch weiterhin auf dem Boden zu messen. Die mittlere Höhe des Schwerpunkts von Clarks Pendel lag 95 cm über Bodenhöhe. Die mittlere Schwerereduktion des Absolutpunktes auf den Fußboden beträgt daher + 0,29 mGal. Der Pfeiler ist 6 ft. (= 1,83 m) tief fundiert und unter normalen Bedingungen sehr standfest, jedoch wurden gelegentlich einige Störungen durch in nächster Nähe eingesetzte schwere Baumaschinen festgestellt (CLARK 1939, COOK 1952).

Falls aus irgendwelchen Umständen nicht auf dem CLARKSchen Punkt gemessen werden kann, so stehen noch zwei Gravimeterpunkte in nächster Nähe zur Verfügung, die genau mit der Schwerefundamentalstation verbunden sind:

¹ Übersetzt aus: Nature, Vol. 173, S. 794, Mai 1, 1954.

Gravimeterpunkt Nr. 1: An der Landstraße, unmittelbar außerhalb der Westtür der Ost-West-Hauptkorridors des Meteorologie-Gebäudes (Fig. 4), etwa 30 m westlich der Schwer-Fundamentalstation. Die geodätischen Koordinaten sind:

$$\varphi = 51^{\circ}25'14'' \text{ N. } \lambda = 0^{\circ}20'23'' \text{ W. } H = 9,24 \text{ m.}$$

Der Schwerewert dieses Punktes stimmt auf $\pm 0,02$ mGal mit dem Wert der Fundamentalstation überein.

Gravimeterpunkt Nr. 2: An der Westseite der Straße in Avenue Garden, Teddington, etwa 20 m von der Verbindung mit Park Road (Fig. 4). Die geodätischen Koordinaten sind:

$$\varphi = 51^{\circ}25'14'' \text{ N. } \lambda = 0^{\circ}19'55'' \text{ W. } H = 9,60 \text{ m.}$$

Der Schwerewert dieses Punktes ist um $(0,04 \pm 0,02)$ mGal größer als der der Fundamentalstation.

Edinburg, Royal Observatory (Fig. 5)¹

In the clock-room which is in the basement of the Eastern tower. The pendulums stood between the two Shortt clocks, 12,5 ft. (3,81 m) south of the centre of the tower.

$$\begin{aligned} \varphi &= 55^{\circ}55'24,5'' \text{ N.} \\ \lambda &= 3^{\circ}07'36'' \text{ W.} \\ H &= 129,4 \text{ m.} \end{aligned}$$

The floor is of concrete.

The site is that used by H. L. P. JOLLY (Bullard and Jolly, 1936).

b) PENDELHAUPTSTATIONEN IN FRANKREICH

Die französischen Schwerewerte gründen sich auf die Basis Paris-Toulouse-Bagnères, die ursprünglich nur als Versuchs- und Vergleichsbasis diente. Als J. MARTIN die Gravimeter des Expéditions polaires françaises auf den internationalen europäischen Pendelbasen geeicht hatte, war es möglich, für die verschiedenen Stationen dieser Basis die genauen g-Werte zu bestimmen, indem man als Ausgangspunkt den genügend gut bekannten g-Wert im Observatorium von Paris wählte. Damit wurde die Basis Paris-Toulouse-Bagnères de Bigorre zur nationalen französischen Eichbasis. Gleichzeitig werden mit der Festlegung der Eichbasis auch die Beziehungen zwischen den verschiedenen in und um Paris gelegenen Pendelhauptpunkten festgelegt.

Das gegenwärtig angenommene französische gravimetrische System beruht auf folgenden Daten:

¹ Auszug aus: B. C. BROWNE, A. H. COOK, E. J. Mc CARTHY and D. S. PARASNIS, „Gravity Measurements at York, Newcastle-Upon-Tyne, Edinburg and Aberdeen“. Monthly Notices of the Royal Astronomical Society Geophys. Suppl., Vol. 6, No. 2, 1950.

Fundamentalstation: Observatorium-Paris, Pfeiler E im ehemaligen Schwerekeller, gültiger g-Wert 980 943,00 mGal.

Fundamentalbasis: Paris, Observatorium (ders.) 980 943,00 mGal. Toulouse, Observatorium, Photolabor (Fußboden) 980 443,10 mGal.

Diese Daten definieren für alle in Frankreich ausgeführten Gravimetermessungen einen Ausgangs- und einen Eichwert: 499,90 mGal zwischen Paris, Observatorium und Toulouse, Observatorium.

Diese Daten sind von der Section de Gravimétrie du Comité National Français de Géodésie et Géophysique in ihrer Sitzung vom 18. Januar 1951 angenommen worden. Dieses System gründet sich auf die internationale Fundamentalstation:

Potsdam, Geodätisches Institut, Pfeiler im Pendelkeller
gültiger g-Wert: 981 274,00 mGal.

Der für die französische Fundamentalstation gültige g-Wert (980 943,00 mGal), der von R. P. LEJAY seit 1932 angehalten wurde, stützt sich auf folgende Beobachtungs- und Ausgleichungsergebnisse:

Jahr	Autor	g-Wert für Paris, Obs. Pfeiler ehem. Keller mGal	Bemerkungen
1900	Putnam	980 942,0	Pendelverbindung mit Potsdam
1926	Vening-Meinesz	942,8	Pendelverbindung mit De Bilt
1933	Nörlund	943,9	Verbindung (Holweck-Lejay-Pendel) mit Potsdam
1935	Lejay	943,1	Verbindung (Holweck-Lejay-Pendel) mit Potsdam
1948	Woppard	943,0	Messung mit Worden-Grav. 10b
1951	Morelli	942,9	Messungen mit den Worden-Grav. Nr. 50 und 52
1909	Borrass	942,7	Ausgleichung
1948	Hirvonen	943,5	Ausgleichung
1950	S. Coron	942,5	Ausgleichung
1953	S. Coron	942,8	Ausgleichung
	Mittel:	980 942,9	

Die Messung der Schweredifferenzen auf der französischen Eichbasis erfolgte hauptsächlich mit North-American (Nr. 45, 71, 73, 117, 124) und Western Gravimetern (Nr. 42, 47, 53, 42 Eq), die umgekehrt auch wieder auf dieser Basis geeicht wurden.

Die Messung und die Ermittlung der endgültigen Schweredifferenzen beschrieb J. MARTIN¹ sehr eingehend. Wir entnehmen diesem Bericht² für die Punkte der französischen Eichbasis folgende endgültige, auf Potsdam bezogene Schwerewerte und verweisen auf die dort gegebenen weiteren Lage- und Ansichtsskizzen.

¹ Martin J.: Base gravimétrique française Paris-Toulouse, Extension de Toulouse au Pic du Midi Paris 1954, S. 1-114. Expéditions Polaires Françaises, Missions Paul-Emile Victor, Résultats scientifiques N. S. III. 3.

² Vgl. S. 94 der 2. Originalveröffentlichung.

Punkte der französischen Eichbasis:
(Vorl. französisches Schweresystem)

	Nr.	g Schwere-Absolut- Werte mGal	Grenzfehler ± mGal
Paris-Observatoire, Point P		980,943,91	
Paris-Observatoire, Point A		943,35	
Paris-Observatoire, Point C		943,71	
Paris-Observatoire, Point E		943,00	
Paris le Bourget aérodrome, douane départ ¹		950,93	
<i>Paris, Sèvres-B. I. P. M., Pfeiler</i>		940,67	
Paris le Bourget aérodrome, hall central		949,99	
Paris Orly aérodrome		915,73	
Toulouse-Observatoire, labo. photo	113a	443,10	
Toulouse-Observatoire, Pilier	113b	443,07	0,01
Toulouse Saint-Agne	114	450,77	0,09
Toulouse gare Matabiau	112	452,95	0,06
Toulouse aérodrome	111	454,17	0,05
Martres-Tolosane mairie	120	365,96	0,06
Saint-Gaudens église	124	344,24	0,06
Tarbes Cathédrale	118	360,26	0,08
Bagnères de Bigorre-Observatoire atelier	127	289,14	0,04
<i>Bagnères de Bigorre-Observatoire, nouvelle cave</i>	128	287,74	0,04 ²
Sainte-Marie de Campan église	130	209,73	0,10
Pont détruit	131	122,80	0,10
Dépôt de l'observatoire ancienne station	132a	100,46	0,12
Dépôt de l'observatoire nouvelle station	132b	100,43	0,12
Station intermédiaire	133	057,83	0,20
La Mongie poste de transformation	134	012,80	0,14
La Mongie garage du téléphérique	135a	010,84	0,14
La Mongie station inférieure de la benne	135b	002,42	0,15
Col du Tourmalet	136	979,936,79	0,14
La Taoulet station du téléphérique	137	892,97	0,20
Sencours ancienne hôtellerie	138	880,55	0,25
Les Lauqets hôtel	139	817,34	0,25
Pic du Midi, Observatoire vestibule	140a	744,44	0,20
Pic du Midi pièce au bas de la tour Dauzère	140b	743,62	0,20
Obs. (point A)-Pav. Breteuil (St. extérieure)		= 2,35 mGal ± 0,01	
Pav. Breteuil, St. extérieure-pilier		= 0,33 mGal	
		2,68 mGal	

En adoptant 980,943,00 mGal comme valeur de la pesanteur dans *l'ancienne salle de pesanteur de l'Observatoire* (sur le pilier E de 60 cm de haut),

on obtient pour le point A de l'Observatoire: 980,943,35
et pour le pilier du Pav. de Breteuil: 980,940,67 mGal

¹ Briefliche Mitteilung: Rattachement gravimétrique du Pavillon de Breteuil à l'Observatoire de Paris. Ce rattachement a été fait le 31 janvier 1951, par F. MUNCK, du Bureau des Recherches Géologiques, Géophysiques et Minières, avec le gravimètre North American AG I, No. 45, du B. R. G. G. M. On a effectué 3 aller et retour entre l'Observatoire de Paris (point A, situé dans l'axe de la porte qui conduit à ancienne salle de pesanteur) et le Pavillon International des Poids et Mesures de Breteuil, à Sèvres.

² Hauptpunkt der europäischen Eichbasis. Im übrigen verweisen wir auf die Figuren 6 bis 21 des anliegenden Beiheftes.

c) NORWEGISCHE STATIONEN:

Für die drei norwegischen Punkte gilt folgende Beschreibung:

1. *Hammerfest*, Kirkegata 21, Feuerwache, Werkstatt im Keller, Pendelpunkt (vermarkt mit einem Messingring im Betonboden) – Fig. 22/23 –.
2. *Bodø*, Volksschule Sivert Nilsens gt., Waschraum im Keller, Pendelpunkt (vermarkt mit einem Messingring im Betonboden) – Fig. 24/25 –.
3. *Oslo*, Geologisches Museum, Sarsgata 1, Raum Nr. 030, Pendelpunkt (vermarkt durch einen Messingring im Betonboden) – Fig. 26/27 –.

Alle weiteren Einzelheiten sind den Lage- und Punktskizzen (Fig. 22–27) zu entnehmen.

d) DIE DÄNISCHEN SCHWEREBEZUGSSTATIONEN¹

1. Als „Den Danske Gradmaaling“ im Jahre 1894 Schweremessungen aufnahm, wurde ein Granitpfeiler im östlichen Meridianraum des astronomischen Observatoriums der Universität Kopenhagen als nationale Bezugsstation gewählt. Dieser Pfeiler hat die Koordinaten:

$$\begin{aligned}\varphi &: 55^{\circ}41,21' \text{ N. (nördl.)} \\ \lambda &: 12^{\circ}34,65' \text{ E. (östl.)}\end{aligned}$$

und die Höhe

$$H : 17 \text{ m.}$$

Diese Station wird mit U_1 bezeichnet.

2. Da nach 1903 die Benutzung des Granitpfeilers nicht mehr gestattet wurde, mußte die Bezugsstation auf einen Pfeiler im nordöstl. Keller des astronomischen Observatoriums verlegt werden. Die Beziehungen zwischen diesen beiden Pfeilern wurden nicht festgelegt. Es wurde lediglich unter Beachtung der Freiluft-Reduktion der Schwerewert von U_1 auf den neugewählten Pfeiler übertragen. R. SCHUMANN hatte (SCHUMANN 1898 und 1902) beide Pfeiler bei seinen Pendelmessungen zwischen den nationalen Stationen Potsdam, Kopenhagen und Oslo im Jahre 1898 benutzt. Die neue Bezugsstation, die mit U_2 bezeichnet wird, hat die Koordinaten:

$$\begin{aligned}\varphi &: 55^{\circ}41,22' \text{ N.} \\ \lambda &: 12^{\circ}34,71' \text{ E.}\end{aligned}$$

und die Höhe

$$H : 14,5 \text{ m.}$$

3. Im Jahre 1920 erschien es wünschenswert, die Bezugsstation vom Astronomischen Observatorium der Universität Kopenhagen nach dem „Den Danske Gradmaaling“, dem heutigen Dänischen Geodätischen Institut in Kopenhagen zu verlegen. Diese Station ist durch einen Pfeiler im Keller festgelegt und heißt Proviantgaarden-Pfeiler Nr. 6:

$$\begin{aligned}\varphi &: 55^{\circ}40,48' \text{ N.} \\ \lambda &: 12^{\circ}35,07' \text{ E.}\end{aligned}$$

und die Höhe

$$H : 1,6 \text{ m.}$$

¹ Die nachstehenden Beschreibungen sind entnommen aus SAXOV, S. E.: „The Danish Gravity reference Stations“, Veröffentlichung Nr. 25 des Dänischen Geodätischen Instituts, Kopenhagen 1952.

Proviantgaarden liegt in einer sehr verkehrsreichen Gegend. Sein Untergrund ist nicht allzu fest. Die Pendelmessungen wurden auf diesem Punkt durch zufällige Fehler stark beeinflußt. Es mußte daher der Dänische Schwererezugspunkt nochmals und zwar in die Peripherie von Kopenhagen verlegt werden.

4. Man wählte einen neuen Punkt im Buddinge-Fort, das etwa 8 km von Proviantgaarden entfernt ist. Die Festung wurde als Teil des Festungsrings rund um Kopenhagen, der Ende des vorigen Jahrhunderts erstand, von 1888–1889 erbaut. Der Übergang auf die neue Bezugssstation fand im Jahre 1927 statt und *Pfeiler Nr. 1* wurde von 1927 an als *Basisstation für alle dänischen Schweremessungen* festgelegt (Fig. 28). Pfeiler Nr. 1 steht im früheren Munitionsmagazin. Das Magazin wird vom Zeitdienst des Geodätischen Instituts als Uhrenkeller benutzt. Der Fußboden liegt 6,4 m unter der Erde, die Decke ist aus Beton und 1,25 m stark, die Wände bestehen ebenfalls aus 1,82 m starken Betonmauern. Der jährliche Temperaturgang liegt unter 3°C und der tägliche Temperaturgang ist bedeutungslos. Der Pfeiler Nr. 1 besteht ebenfalls aus Beton und sein Fundament liegt unter dem Fußboden. Der Pfeiler verjüngt sich etwas nach oben (Kopffläche 53×53 cm, Sockelfläche 68×68 cm, Höhe 76 cm). Für Pfeiler Nr. 1 gilt:

$$\varphi : 55^{\circ}44,35' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^{\circ}30,12' \text{ E.}$$

$$H : 44,73 \text{ m.}$$

Die Station wird mit Buddinge-Pfeiler Nr. 1 bezeichnet.

5. Im Jahre 1933 nahm das Geodätische Institut aus Gründen der Bequemlichkeit noch einen weiteren Pfeiler (Pfeiler Nr. 2) in Gebrauch. Der Pfeiler Nr. 2 steht in Buddinge-Fort im Pendelkeller des Observatoriums des Geodätischen Instituts. Für Pfeiler Nr. 2 gilt:

$$\varphi : 55^{\circ}44,34' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^{\circ}30,12' \text{ E.}$$

$$H : 47,90 \text{ m.}$$

Der Fußboden des Pendelkellers liegt 3,8 m unter der Erdoberfläche. Dach und Wände des Pendelkellers bestehen aus 25–30 cm starkem Beton. Zur Erreichung konstanter Temperatur ist in den Keller ein Temperaturkasten (Höhe 2 m, Länge 3,5 m, Breite 1,75 m) eingebaut. Der Pfeiler Nr. 2 steht in diesem Kasten. Er ist 2 m lang, aus Beton hergestellt und so aufgestellt, daß sein Fuß 1 m unter und sein Kopf 1 m über dem Fußboden liegt. Im folgenden wird die Station als Buddinge-Pfeiler Nr. 2 bezeichnet werden.

6. Eine weitere Station wurde 1948 während des Unternehmens mit den HOLWECK-LEJAY-Pendeln eingerichtet (ANDERSEN 1948). Die Station, die wir Buddinge-Pfeiler Nr. 4 nennen, liegt ebenfalls im Observatorium des Geodätischen Instituts (Buddinge-Fort). Es ist der Pfeiler im östlichen Astronomischen Observatorium. Für Buddinge Pfeiler Nr. 4 gilt:

$$\varphi : 55^{\circ}44,36' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^{\circ}30,15' \text{ E.}$$

$$H : 53,11 \text{ m.}$$

7. Als das Geodätische Institut mit den Nörgaard-Gravimetern und dem Askania-Gravimeter zu arbeiten begann, war es unbequem, auf einem der 3 genannten Pfeiler im Observatorium des Geodätischen Instituts zu beobachten, und aus praktischen Gründen

wurden daher weitere Bezugsstationen errichtet. Die erste dieser Stationen liegt auf der Fahrbahn zwischen den Eingängen zum Pendelkeller und zum Uhrenkeller. Wir nennen die Station „Buddinge“ (ANDERSEN – 1947 – nennt sie Station Nr. 1001) und für diese Station gilt:

$$\varphi : 55^\circ 44,34' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^\circ 30,12' \text{ E.}$$

$$H : 48,45 \text{ m.}$$

8. Weiter wurde am Geodätischen Institut Proviantgaarden eine Gravimeterstation errichtet. Die Station liegt auf der Fahrbahn außerhalb von Proviantgaarden, Pfeiler Nr. 6 am Eingang zur Königl. Bibliothek. Die Station wird in Zukunft als „Proviantgaarden“ bezeichnet (ANDERSEN – 1947 – nennt sie Station Nr. 1071). Für die Station „Proviantgaarden“ gilt:

$$\varphi : 55^\circ 40,48' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^\circ 35,07' \text{ E.}$$

$$H : 1,90 \text{ m.}$$

9. Schließlich legte G. P. Woppard noch eine Bezugsstation im Flughafen von Kastrup fest. Die Station wurde in das „World Wide Gravity Program“ einbezogen und wie folgt bezeichnet:

„on floor (under shed) to right of entrance from runway to immigration office for incoming passengers“.

Infolge verschiedener Veränderungen beschreibt SAXOV diese Station neu mit:

„on floor to right of entrance from runway to immigration office for incoming passengers“.

Für die Station, die in Zukunft Kastrup Flughafen heißt, gilt:

$$\varphi : 55^\circ 37,55' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^\circ 43,60' \text{ E.}$$

$$H : 2,36 \text{ m.}$$

10. Eine weitere Gravimeterstation wurde noch an der Fahrbahn außerhalb des Astronomischen Observatoriums der Universität Kopenhagen errichtet. Im folgenden heißt diese Station U₃ (ANDERSEN – 1947 – nennt die Station Nr. 2290), sie hat die Koordinaten:

$$\varphi : 55^\circ 41,20' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^\circ 34,70' \text{ E.}$$

und die Höhe

$$H : 13,72 \text{ m.}$$

11. In Einklang mit den Empfehlungen der Internationalen Assoziation für Geodäsie in Brüssel im August 1951 wurde im Herbst 1951 eine neue Gravimeterstation eingerichtet, für die folgende Stationsbeschreibung gilt:

„on the roadway at the Langelinie pier in Copenhagen port, opposite the custom-house in the northernmost shed, 6 m north of the southern gable-end of the shed, 2 m west of the eastern edge of the pier“.

Ihre Koordinaten sind:

$$\varphi : 55^\circ 42,05' \text{ N.}$$

$$\lambda : 12^\circ 34,17' \text{ E.}$$

und die Höhe

$$H : 2,21 \text{ m.}$$

In Zukunft wird die Station „Langelinie pier“ genannt.

Um die auf den verschiedenen Pfeilern und Stationen durchgeführten Pendel- und Gravimetermessungen aufeinander beziehen zu können, wurden sie durch sehr sorgfältige Gravimetrierungen, die sich über viele Jahre erstreckten, miteinander verbunden und hierfür folgende Werte festgesetzt, aus denen die Übertragungswerte gerechnet werden können:

Hauptdaten für die dänischen Schwerebezugsstationen

Station	φ	λ	H	g^1
U ₁ (Pfeiler im östl. Meridianraum des Astron. Observatoriums d. Univ. Kopenhagen)	55°41,21'N	12°34,65'E	17 m	981,5610 gal
U ₂ (Pfeiler im nordöstl. Keller im astr. Observatorium d. Univ. Kopenhagen)	55°41,22'	12°34,71'	14,5	.55993
Proviantgaarden Pfeiler Nr. 6	55°40,48'	12°35,07'	1,6	.56159
Buddinge Pf. Nr. 1	55°44,35'	12°30,12'	44,73	.55800 ²
Buddinge Pf. Nr. 2	55°44,34'	12°30,12'	47,90	.55757
Buddinge Pf. Nr. 4	55°44,36'	12°30,15'	53,11	.55641
Buddinge	55°44,34'	12°30,12'	48,45	.55750
Proviantgaarden	55°40,48'	12°35,07'	1,90	.56175
Kastrup Flughafen	55°37,55'	12°43,60'	2,36	.55773
U ₃ (Astron. Observatorium d. Univ. Kopenhagen)	55°41,20'	12°34,70'	13,72	.56009
Langelinie Pier	55°42,05'	12°34,17'	2,21	.56377

e) DIE DEUTSCHEN HAUPTSTATIONEN

Potsdam, Pendelsaal

Das Potsdamer-Schweresystem stützt sich auf die Bestimmung der absoluten Größe der Schwerkraft zu Potsdam mit Reversionspendeln durch F. KÜHNEN und PH. FURTWÄNGLER. Wir entnehmen dem Originalbericht folgende Beschreibung für die Lage und Einrichtung des Pendelsaals:

„Der Pendelsaal des Geodätischen Instituts liegt im Erdgeschoß des Gebäudes, rings umgeben von Beobachtungsräumen, Flur und Rechenzimmern; darüber liegt ein ungeheiztes Bibliothekszimmer. Infolge dieser Lage sind Temperaturänderungen im Saale überhaupt gering, und der zeitliche Gradient der Temperatur ist sehr klein.

Die Innenmaße des Raumes sind 6×6 m Bodenfläche und 5 m Höhe. Begrenzt wird der Raum von 1 m dicken Ziegelsteinwänden, die von zahlreichen Ventilationskanälen durchzogen sind. Nach innen ist das Mauerwerk der Wände, und ebenso die Decke, mit zwei Wellblechwänden bekleidet, deren Zwischenraum 0,5 m beträgt.

Unter dem ganzen Pendelsaal befindet sich in Verbindung mit den Fundamentmauern des Gebäudes ein Pfeilerfundament, in dessen Mitte ein kleiner Heizraum mit schmalem Zugang ausgespart ist. Der Fußboden des Saales besteht aus Eisenplatten und ruht auf starken Doppel-T-Trägern, die in die Seitenmauern des Saales eingelassen sind. Die Pfeiler im Saal sind von dem Fußboden isoliert. In dem Heizraum befinden sich 16 starke Gasheizflammen (Bunsen-Brenner), gegen deren direkte Einwirkung der Fußboden durch

¹ Die g-Werte basieren auf Potsdam „Pendelsaal“ = 981,2740 Gal.

² Dänischer Referenzpunkt.

geeignete Isolation geschützt ist. Der Heizraum steht unmittelbar mit dem Zwischenraum der Wellblechwände in Verbindung, so daß die heiße Luft den ganzen Pendelraum umspülen kann. Diese Methode der Heizung hat sich sehr gut bewährt, da der Höhengradient im Raume bei der Heizung nur $0,07^{\circ}$ pro Meter beträgt, während im ungeheizten Zustand der Gradient $0,21^{\circ}$ ausmacht“.

Die Fig. 29 und 30, die wir ebenfalls dem Bericht¹ entnommen haben, zeigen die baulichen Verhältnisse des Pendelsaals.

Zur Einrichtung des Pendelsaals entnehmen wir dem Bericht noch folgende Angaben:

„Auf dem Pfeilerfundament unter dem Pendelsaal erheben sich in den vier Ecken, und zwar 2 bis 3 m von der Mauerecke in der Diagonalrichtung entfernt, den Fußboden durchbrechend, Beobachtungspfeiler aus Sandstein. Zwei schwere Pfeiler sind dazu bestimmt, das Pendelstativ für die absoluten Schwerkraftbestimmungen zu tragen. Der Raum zwischen den beiden Pfeilern hat einen Querschnitt von 60×60 cm, die Pfeiler ragen 1,5 m über den Fußboden des Pendelsaals, ihr Querschnitt ist oben 40×60 cm und in der Höhe des Fußbodens 60×60 cm. Diese Pfeiler stehen in der Nordostecke des Raumes, ihr gemeinsames Fundament reicht bis zum Fußboden des Saales und ist oben durch eine Holzbekleidung abgedeckt. Innen sind die Pfeiler mit Holzrahmen bekleidet; der Zwischenraum wird vorn und hinten durch je eine Rahmentür und oben durch eine Kappe aus Holzrahmen geschlossen.“

Dieser allgemeinen Beschreibung des ursprünglichen Zustands fügen wir eine von SCHMEHL² mitgeteilte Änderung an.

„Die Anschlußmessungen für die Pendelbeobachtungen zwischen Potsdam und Kopenhagen, die 1930/31 durch SCHMEHL, ANDERSEN und BROCKAMP durchgeführt wurden, fanden im Nordostkeller des Preußischen Geodätischen Instituts in Potsdam statt. Der Pendelpfeiler bestand aus einer schweren Granitplatte, einem kubischen Gipsblock und einer Marmordeckplatte; die Höhe des Pfeilers betrug 82,64 m über dem Meeresspiegel. Die Schwere für diesen Punkt ist

$$g = 981,275_2 \text{ Gal.}$$

Dieser Wert wurde aus dem von F. KÜHNEN und PH. FURTWÄNGLER bestimmten absoluten Werte der Schwere in Potsdam, Geodätisches Institut, Pendelsaal

$$g = 981,274 \text{ Gal}$$

abgeleitet. – Der oben erwähnte Pfeiler im Nordostkeller wurde im Jahre 1932 auf Anregung von SCHMEHL durch einen neuen gemauerten Pfeiler ersetzt; dieser hat die Form eines Pyramidenstumpfes und ist vom Fußboden vollständig isoliert; die Stabilität ist etwa 3 mal so groß wie die des alten Pfeilers, wie aus Mitschwingungsbestimmungen erkannt wurde. Die Höhe des neuen Pfeilers beträgt 82,64 m über dem Meeresspiegel.“

Hauptpendelstation München-Nymphenburg

Die Pendelstation befindet sich im Gebäude des Bayerischen Landesamts für Maß und Gewicht, München-Nymphenburg, Franz-Schrank-Str. 9, Nordostecke des Tiefbehälterraums.

¹ KÜHNEN F. und FURTWÄNGLER PH., „Bestimmung der absoluten Größe der Schwerkraft zu Potsdam mit Reversionspendeln“, Veröffentlichung d. Kgl. Preuß. Geod. Instituts, Neue Folge Nr. 27, Berlin 1906.

² H. SCHMEHL, „Relative Bestimmung der Schwerkraft auf den Stationen Kopenhagen, Stockholm, Helsinki, Pulkowo, Tallinn, Riga, Kaunas, Danzig im Anschluß an Potsdam (1930)“ (S. 20). Sonderveröffentlichung Nr. 6 der Baltischen Geod. Kommission, Helsinki 1937.

Sie hat für die Anschlußmessungen mit Gravimetern einen besonderen Gravimeterpunkt, der im Hof dieses Gebäudes vor der Eingangstür des Wohnhauses liegt. Die Schweredifferenz Gravimeter-Anschlußpunkt minus Pendelstation beträgt:

$$g = -0,59 \pm 0,02 \text{ mGal.}$$

Bis 1930 befand sich die Pendelstation in der Sternwarte München-Bogenhausen. Der Schwerewert dieser alten Station ist nach MORELLI um 11,1 mGal kleiner als auf der neuen Pendelstation. Im übrigen verweisen wir auf die Fig. 31/32.

Bad Harzburg. Beschreibung der Pendelstation

(Fig. 33 und 34)

Die Pendelstation befindet sich im Evangelischen Gemeindehaus, Bad Harzburg, Kirchstr. 6.

Im Keller ist ein besonderer Raum eingerichtet. Der Pendelpunkt ist im Fußboden durch ein Rohr gekennzeichnet. Es steht Wechselstrom (220 V, 50 Hz, 2 Steckdosen) zur Verfügung. Außerdem sind ortsfeste Antenne und Erde vorhanden. Der Raum kann mit einem elektrischen Heizofen 2 kW auf die für die Messung günstigste Temperatur aufgeheizt werden.

Gravimeter-Anschlußpunkt: Die Pendelstation hat für Anschlußmessungen einen besonderen Gravimeteranschlußpunkt, der auf dem Zufahrtsweg zu diesem Gebäude bei der Baracke liegt. Der Gravimeter-Anschlußpunkt ist durch ein Schild gekennzeichnet.

Die Schweredifferenz Gravimeter-Anschlußpunkt minus Pendelstation beträgt:

$$\Delta g = 0,065 \pm 0,05 \text{ mGal.}$$

f) ITALIENISCHE HAUPTSTATIONEN

Die italienische Hauptstation liegt im Geophysikalischen Observatorium in Rocca di Papa. Alle Einzelheiten sind der Fig. 35 zu entnehmen.

Für direkte Anschlüsse in Rom steht ein Pfeiler im Raum für Seismik, der sich in der Abt. f. Physik des Nationalen Geophysikalischen Instituts (I. N. G.) der Universität Rom befindet (Fig. 36a, b).

g) DIE SCHWEIZERISCHE HAUPTSTATION

Die Schweizerische Hauptstation wurde von der Schweizerischen Geodätischen Kommission *neu* im Meßkeller des Physikalischen Instituts der Universität Genf, Quai de l'École-de-Médecine eingerichtet (Fig. 37/38).

4. DAS VORLÄUFIGE EUROPÄISCHE SCHWEREGRUNDNETZ

(Ausgleichungen von CORON, HIRVONEN, MORELLI und BORRASS)¹

Die wichtigsten europäischen Pendel- und Gravimetermessungen wurden durch Fr. S. CORON (Paris) zusammengestellt und einer gemeinsamen Ausgleichung unterzogen. Um für die Pendelhauptpunkte vorläufige Vergleichswerte und um auch einigermaßen zutreffende Werte für die Schweredifferenzen von Punkt zu Punkt zu erhalten, wollen wir die europäischen Eichlinien an das von Fr. CORON ausgeglichene „europäische Schwerenetz“ anschließen. Fr. CORON hat diese Ausgleichung zweimal und zwar 1950 (Fig. 39) und 1953 (Fig. 40) durchgeführt und bei der zweiten Ausgleichung² folgende Ergebnisse gefunden:

Station	Breite	Länge	Höhe ü. N. N. in Meter	g Coron (1953) mGal	g Hirvonen mGal	g Morelli mGal	g Borrass mGal
Oslo	59°55,1'	10°46,6' E. G.	30,6	981.927,62 ± 0,7			
Potsdam	55°22,9'	13°04,1' E. G.	87,0	981.274,0			
Helsinki	60°10,6'	24°57,5'	20,5	915,35 ± 0,7	915,6	916,2*	
Stockholm	59°19,5'	18°02,7'	8,0	846,47 ± 0,5	847,5	846,8*	
Kopenhagen	55°44,3'	12°30,2'	44,7	557,94 ± 0,5	557,5	558,4	
De Bilt	52°06,2'	5°10,7'	2,1	286,47 ± 0,4	267,9	268,0	
Teddington	51°25,2'	0°20,3' W. G.	9,0	195,61 ± 0,4		196,1	
Uccle	50°47,9'	4°21,6' E. G.	98,5	131,75 ± 0,4	132,2	131,5	
Paris	48°50,2'	2°20,2'	56,2	980.943,73 ± 0,3	944,4*	947,0*	943,6*
Binningen	47°32,5'	7°35,0'	309,6	765,22 ± 0,4	764,7*	765,2	
Milan	45°28,7'	9°13,7'	116,0	564,78 ± 0,6		566	
Madrid	40°24,5'	3°41,2' W. G.	656,0	979 981,10 ± 0,5	980,7	983,0	
Greenwich	51°28,6'	0°00,3' E. G.	47,0		188,0	189,3	
(N. G. St.)							

Fr. CORON hat bei ihren Ausgleichungen Pendel- und Gravimetermessungen gleichzeitig benutzt, wobei überdies die Beobachtungsergebnisse verschiedener Gravimeter mit unterschiedlichen Eichwerten zusammen genommen werden mußten. Fr. CORON hat ihren Ergebnissen noch die Ergebnisse früherer Ausgleichungen (BORRASS, MORELLI und HIRVONEN) gegenübergestellt, deren Ergebnisse wir hier ebenfalls für spätere Vergleichszwecke anführen dürfen.

Im Jahre 1909 gab E. BORRASS³ auf der 16. Allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung einen „Bericht über die relativen Messungen der Schwerkraft mit Pendelapparaten in der Zeit von 1808 bis 1909 und über ihre Darstellung im Potsdamer Schweresystem“. Diesem Bericht stellte er einige Bemerkungen über das Wiener und das Potsdamer Schweresystem und die Ausgleichung eines Netzes von Hauptstationen zur Darstellung der relativen Schweremessungen im Potsdamer Schweresystem voraus.

* Die mit Stern versehenen Werte erhielten Zentrierungsverbesserungen.

¹ Alle Absolutwerte sind auf Potsdam, Pendelsaal $g = 981.274,0$ mGal bezogen.

² Coron, Suzanne, „Valeur de la Pesanteur à Paris déterminée à l'aide des liaisons internationales européennes“, Bulletin géodésique Nr. 16/1950, S. 118–139.

Coron, S., „Nouvelle compensation de principales bases gravimétriques de l'Europe Occidentale“ (1953 – 6 Schreibmaschinenseiten und 1 Figur).

³ Verhandlungen der vom 21. bis 29. September 1909 in London und Cambridge abgehaltenen 10. Allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung, Berlin 1911.

Das Beobachtungsmaterial für diese Ausgleichung ist in mehr als 20 Jahren entstanden. In diesen 20 Jahren konnte die Genauigkeit so gesteigert werden, daß die mittleren Fehler von etwa ± 15 mGal auf ± 1 mGal zurückgingen. Borrass mußte also sehr inhomogenes Material verwenden und war daher gezwungen, das vorliegende Material zu sichten, wobei er schließlich für 20 Stationen ein System von 62 Fehlergleichungen aufstellen konnte, die sich auf 23 voneinander unabhängige Beobachtungsreihen verteilen. Wir wollen hier auf weitere Einzelheiten nicht eingehen, sondern lediglich für Vergleichszwecke die Endergebnisse der Ausgleichung mitteilen.

Endergebnis der Netzausgleichung im Potsdamer Schweresystem

Netzp. Nr.	Station	Breite	Länge	Meereshöhe	Schwerkraft Gal	Mittl. Fehler 10^{-4} Gal	Reziprokes Gewicht
1	Hongkong	22°18.2'	114°10.5'	33 ^m	978.7711	± 11.6	0.184
2	Jalpaiguri	26 31.3	88 44.2	82	978.9240	± 13.0	0.229
3	Dehra Dun	30 19.5	78 3.2	683	979.0654	± 16.1	0.355
4	Zikawei	31 11.6	121 25.8	7	979.4404	± 13.2	0.239
5	Tokyo	35 42.5	139 46.0	18	979.8012	± 10.8	0.160
6	Washington	38 53.2	-77 0.5	14	980.1123	± 14.4	0.284
7	München	48 8.7	11 36.6	525	980.7330	± 9.8	0.131
8	Wien, M.-G. I.	48 12.7	16 21.5	183	980.8601	± 8.4	0.096
9	Wien, Sternw.	48 13.9	16 20.4	237	980.8533	± 9.7	0.128
10	Straßburg	48 35.0	7 46.1	137	980.9036	± 15.2	0.314
11	Paris	48 50.2	2 20.3	62	980.9427	± 11.4	0.176
12	Karlsruhe	49 0.7	8 24.7	114	980.9665	± 13.6	0.252
13	Koburg	50 15.8	10 58.1	298	981.0160	± 14.4	0.282
14	Kew	51 28.1	-0 18.8	5	981.2006	± 13.0	0.231
15	Greenwich	51 28.6	0 0.0	47	981.1878	± 13.0	0.231
0	Potsdam	52 22.9	13 4.1	87	981.274	0	0
16	Samara	53 10.8	50 5.2	65	981.3655	± 19.6	0.525
17	Moskau	55 45.3	37 34.3	139	981.5637	± 14.7	0.294
18	Kasan	55 47.4	49 7.3	70	981.5724	± 16.1	0.353
19	Pulkowo	59 46.3	30 19.7	71	981.8986	$\pm 9 .5$	0.123

Hinsichtlich der Genauigkeit sagt BORRASS: „Die mittlere Unsicherheit der vorstehenden g-Werte geht in keinem Fall über den Betrag von $\pm 0,002$ Gal hinaus, und es ist auch wohl kaum zu befürchten, daß die Ausgleichungsergebnisse durch neu hinzukommende Verbindungen und Erweiterungen des Schwerenetzes noch Änderungen erfahren werden, die diesen Betrag merkbar überschreiten.“

Die Ausgleichung von BORRASS ist besonders interessant, weil er nur die älteren Pendelmessungen benutzte. Sie wurde später von C. MORELLI (1946)¹ und R. A. HIRVONEN (1948)² wiederholt und um die neu angefallenen Beobachtungsergebnisse erweitert. Auch hier interessieren für spätere Vergleichszwecke und für einen ersten Überblick nur die Endergebnisse.

¹ MORELLI, C. „Compensazione della rete internazionale delle stazioni di riferimento per le misure di gravità relativa“ Istituto Geofisico, pubbl. n. 211, Trieste 1946.

² HIRVONEN, R. A. „On the establishment of the values of Gravity for the national reference stations“, Publ. des Int. Isost. Büros, Nr. 19, Helsinki 1948.

Ergebnisse der Ausgleichungen
von HIRVONEN (1948) und MORELLI (1946)

Name	Breite:	Länge:	Höhe:	Ausgeglichene Schwerewerte		
				Hirvonen	Morelli	Borrass
Potsdam	52°22.9'	13°04.1'	87.5	981.2740	.2740	.2740
München	48 08.7	11 36.6	525	980.7327	.7329	.7330
Binningen	47 32.5	7 35.1	314.4	.7637	.7640	
Basel, Bern	47 33.6	7 34.8	277	.7775	.7778	.788
Karlsruhe	49 00.7	8 24.7	114	.9558	.9565	.9665
De Bilt	52 06.2	5 10.7	2.1	981.2679	.2680	
Paris	48 50.2	2 20.3	62	980.9435	.9461	.9427
Wien, Obs.	48 13.9	16 20.4	236	.8528	.8529	.8533
Wien, M. G. I.	48 12.7	16 21.5	183	.8595	.8595	.8601
Padova	45 24.0	11 52.3	18.9	.6561	.6561	.658
Genova	44 25.1	8 55.3	97.5	.5572	.5568	
Roma	41 53.5	12 29.7	49.3	.3663	.3663	
Budapest	47 28.8	19 03.2	106	.8533	.8530	
Zürich	47 22.7	8 33.2	463	.664	.667	.673
Straßburg	48 35.0	7 46.1	137	.897	.8998	.9036
Torino	45 04.1	7 41.8	233	.537	.5445	.549
Madrid	40 24.5	-3 41.2	655	979.9807	.9830	
Lisboa	38 42.5	-9 11.2	75	980.0876	.0885	
Uccle	50 47.9	4 21.5	102	981.1322	.1315	
Greenwich	51 28.6	0 00.0	47	981.1880	.1893	.1878
Warschau	52 14.4	21 00.2	111	981.2398	.2404	
Cracova	50 03.9	19 57.6	205	.0528	.0535	.054
Poznan	52 24.7	16 55.7	57	.2635	.2642	
Kopenhagen	55 44.3	12 30.1	44.7	.5575	.5584	
Stockholm	59 19.5	18 02.7	8.6	.8475	.8466	
Helsinki	60 10.6	24 57.5	20.5	.9158	.9164	
Pulkovo	59 46.3	30 19.6	75.2	.8993	.8985	
Tallinn	59 26.3	24 44.4	42.5	.8400	.8394	
Riga	56 57.1	24 07.0	4.6	.6589	.6590	
Kaunas	54 53.7	23 52.4	70.3	.4911	.4924	
Danzig	54 22.1	18 37.0	21.4	.4487	.4501	
Pulkovo	59 46.3	30 19.6	75.2	.8993	.8991	.8973
Moskau	55 45.3	37 34.3	145	.5598	.5590	.5637
Kasan	55 47.4	49 07.3	75.6	.5587	.5584	.5724
Poltava	49 36.0	39 34.0	146	.0067	.0063	
Leningrad I. M. S.	59 55.1	30 19.0	4	.9317	.9311	
Leningrad Obs.	59 56.5	30 17.7	3	.9324	.9315	
Leningrad A. I.	59 56.2	30 20.9	4	.9339	.9335	
Tiflis	41 43.1	44 47.8	406	980.1777	.1766	.176
Tashjent	41 19.5	69 17.7	478	.081	.079	.086
Dehra Dun	30 19.4	78 03.2	683	979.081	.073	.0654
Tokyo	35 42.6	139 46.0	18	.799	.801	.8012
Washington D. C.	38 53.6	— 77 02.0	0.2	980.1191	.1180	.1130
Ottawa	45 23.6	— 75 43.0	82	.6225	.6210	

In der vorstehenden Tabelle sind die von HIRVONEN angegebenen kleinen Berichtigungen zur Ausgleichung von C. MORELLI nicht berücksichtigt.

Für eine vorläufige Zusammenstellung der g-Werte und Δg -Differenzen im europäischen Gravimeter-Eichnetz entnehmen wir der Ausgleichung CORON 1953 folgende Schwerewerte:

Nr.	Referenzstation	g-Werte (mGal) System Coron (1953)
1	Oslo, Sous-sol des Geologischen Museums, Station I	981.927,62 \pm 0,7
2	Kopenhagen, Observatorium des Geodätischen Instituts, Buddinge-Pfeiler 1	981.557,94 \pm 0,5
3	Potsdam, Pendelsaal, Bezugspunkt für die Absolutmessung von Kühnen und Furtwängler	981.274,0
4	Teddington, National Physical Laboratory, Pfeiler von Clark im Saal II	981.195,61 \pm 0,4
5	Harzburg, Kirchstr. 6, Evang. Gemeindehaus, Keller, hinter der Keller-Küche	981.180,4 ¹
6	Paris, Astron. Observatorium, Pfeiler P im neuen Keller Sèvres, B. I. P. M., Pendelpunkt, Pfeiler	980.943,73 \pm 0,3 980.940,49

Damit erhalten wir folgende Schweredifferenzen:

Potsdam-Harzburg:	+	93,6 mGal
Kopenhagen-Harzburg:	+	377,54 mGal
Kopenhagen-Potsdam:	+	283,94 mGal
Oslo-Kopenhagen:	+	369,68 mGal
Oslo-Teddington:	+	732,01 mGal ¹
Kopenhagen-Teddington:	+	362,33 mGal
Teddington-Harzburg:	+	15,21 mGal
Teddington-Paris:	+	251,88 mGal
Bad Harzburg-Paris:	+	236,67 mGal

Der Ausgleichung von HIRVONEN, MORELLI und BORRASS entnehmen wir noch für München, Sternwarte, folgenden Mittelwert und beziehen diesen auf München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt:

Beobachtungsort	Breite	Länge	Höhe H	g Mittel System Coron (1953)
München, Sternwarte:	48°08'07''	11°36'06''	525,0 m	980.732,9 mGal
		Übertragungswert MORELLI:		+ 11,1 mGal
München-Nymphenburg (Eichamt):	48°10'00''	11°30'20''	511,0 m	980.744,0 mGal

Weiter bestimmen wir noch für Bagnères de Bigorre einen vorläufigen Wert, indem wir die für die französische Eichstrecke von MARTIN bestimmte Schweredifferenz beibehalten und diese an den von S. CORON für Paris, Punkt P angegebenen g-Wert anschließen. Damit wird der g-Wert von

Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave g = 980.287,56 mGal.

Um noch einen vorläufigen Wert für Edinburgh zu erhalten, addieren wir zu dem g-Wert, den S. CORON für Teddington bestimmt hat, den von BULLERWELL (1952) be-

¹ Übertragung WEIKEN.

stimmten ausgeglichenen Schwereunterschied Δg zwischen Teddington und Edinburgh und erhalten damit für

$$\text{Edinburgh } 981.195,61 + 387,25 = 981.582,86 \text{ mGal.}$$

Schließlich finden wir ausgehend von München, Paris und Bagnères de Bigorre und den von BRUNS (1955) gemessenen Schwereunterschieden für Genf, Phys. Institut, Pendelpunkt, folgenden vorläufigen Wert:

München-Nymphenburg:	Paris-Sèvres, Pf.:	Bagnères de Bigorre (nouv. cave):	
980.744,00 mGal	980.940,49 mGal	980.287,56 mGal	System
— 154,11 mGal	— 349,16 mGal	+ 300,11 mGal	CORON (1953)
980.589,89 mGal	980.591,33 mGal	980.587,67 mGal	

Das einfache Mittel dieser drei Werte ergibt schließlich

$$\text{für Genf, Phys. Institut, Pendelpunkt: } \underline{g = 980.589,30 \text{ mGal.}}$$

Subtrahieren wir noch den von BRUNS 1955 gemessenen Schwereunterschied zwischen München-Nymphenburg, Pendelpunkt und Rom, Rocca di Papa, Pendelpunkt von dem oben für München angegebenen Wert, so erhalten wir für

$$\text{Rom, Rocca di Papa, Pendelpunkt: } \underline{g = 980.193,37 \text{ mGal.}}$$

Zur besseren Übersicht stellen wir die so festgesetzten *vorläufigen europäischen Vergleichswerte* g und ihre *Unterschiede* Δg in Fig. 41 nochmals zusammen.

5. ÜBERSICHT ÜBER DIE WICHTIGSTEN PENDEL- UND GRAVIMETERMESSUNGEN, DIE VOR 1954 IM BEREICH DER INTERNATIONALEN EUROPÄISCHEN GRAVIMETER-EICHLINIEN DURCHGEFÜHRT WURDEN

Zur Vorbereitung einer einheitlichen Ausgleichung des europäischen Gravimeter-Eichnetzes werden nachfolgend die wichtigsten Pendel- und Gravimetermessungen zitiert und die für den Aufbau des Eichnetzes brauchbaren Messungen auszugsweise mitgeteilt.

a) SCHWEREMESSUNGEN DER BAYERISCHEN KOMMISSION FÜR DIE INTERNATIONALE ERDMESSUNG

(Ausgleichung von SCHÜTTE 1928)

Der Schwereunterschied München-Potsdam wurde 1898 von ANDING, 1909 von ZAPP und 1928 von SCHÜTTE beobachtet. Schütte berichtet darüber 1931.¹ Hiernach fanden:

ANDING	ZAPP	SCHÜTTE
1898	1909	1928
— 540,8 mGal	— 543,4 mGal	— 541,4 mGal.

¹ SCHÜTTE, K., „Relative Schweremessungen in Bayern in den Jahren 1921/22 und 1926–1930.“ Veröffentlichung d. Bayer. Komm. f. d. Intern. Erdm., Astron.-Geod. Arbeiten, Heft 11, München 1931.

Hieraus findet SCHÜTTE mit den Gewichten

$$1 \quad \frac{1}{2} \quad 1$$

für die Schwerkraftbeschleunigung

München, Refraktionskeller der Sternwarte

$$\varphi = 48^\circ 08,7'; \quad \lambda = 11^\circ 36,6'; \quad H = 525,5 \text{ m}$$

und den Einzelwerten

$$g_{1898} = 980,7332 \text{ Gal},$$

$$g_{1909} = 980,7306 \text{ Gal},$$

$$g_{1928} = 980,7328 \text{ Gal}$$

das gewogene Mittel:

$$g = 980,7325 \text{ Gal}.$$

Dieser Wert stimmt mit dem Ergebnis der BORRASS'schen Netzausgleichung

$$g = 980,7330 \pm 0,001 \text{ Gal} \text{ (mittl. Fehler)}$$

gut überein. BORRASS berücksichtigte dabei nur die Messung 1898.

SCHÜTTE bestimmt schließlich den Schwerkraftunterschied München-Potsdam noch aus einer Ausgleichung zwischen den Punkten Potsdam, München, Basel (Binningen), Basel (Bernoullianum) und Karlsruhe mit 7 Schweredifferenzen (Fig. 42), wobei er für die Schweredifferenz München-Potsdam die Messung von ZAPP verwirft und den Mittelwert aus den Messungen 1898 und 1928 mit 541,0 mGal in die Ausgleichung einführt.

Damit findet SCHÜTTE als Grundlage für das süddeutsche Schwerenetz folgende Werte:

Ergebnis der Ausgleichung des Süddeutschen Schwerenetzes

Station	φ	λ	H m	g (Gal)
Potsdam	$52^\circ 22,9'$	$13^\circ 04,1'$	87	981,2740
München (Sternwarte)	$48^\circ 08,7'$	$11^\circ 36,6'$	525	980,7330
Karlsruhe i. B.	$49^\circ 00,7'$	$8^\circ 24,7'$	114	,9567
Basel (Bernoull.)	$47^\circ 33,6'$	$7^\circ 34,8'$	277	,7782
Binningen	$47^\circ 32,5'$	$7^\circ 35,1'$	314	,7644
Straßburg	$48^\circ 35,0'$	$7^\circ 46,1'$	137	,8948
Stuttgart	$48^\circ 46,9'$	$9^\circ 10,5'$	247	,8912

Den mittleren Fehler des Schwerewertes einer dieser Referenzstationen schätzt SCHÜTTE auf etwa $\pm 0,5$ mGal, dies entspricht einem wahrscheinlichen Fehler von $\pm 0,3$ mGal.

Damit ergibt sich für den Schwerkraftunterschied München, Sternwarte – Potsdam, Pendelkeller

$$541,0 \text{ mGal}$$

und mit $-11,1$ mGal

für München, Nymphenburg – Potsdam, Pendelkeller
oder für München, Nymphenburg $g = 980,744,1$ mGal.

$$529,9 \text{ mGal}$$

b) PENDELMESSUNGEN DER BALTISCHEN GEODÄTISCHEN KOMMISSION

1930-1935

Die Baltische Geodätische Kommission beschloß auf ihrer Tagung in Riga (1929):

1. Im Jahre 1930 die Schwerezentralpunkte der Ostseestaaten (Potsdam, Buddinge bei Kopenhagen, Oslo, Stockholm, Helsingfors, Pulkowo, Tallinn, Riga, Kaunas und Danzig) durch zwei Expeditionen miteinander zu verbinden.
2. Jede Expedition sollte dabei 8 Pendel, und zwar 4 aus Invar und 4 aus Bronze benutzen.
3. Zum Leiter des Unternehmens wurde Herr NÖRLUND gewählt. Mit der Ausführung der Beobachtungen wurden Herr SCHMEHL, Potsdam und Herr E. ANDERSEN, Kopenhagen betraut. Beide Beobachter haben unabhängig voneinander sämtliche Stationen beobachtet. Als Pendelapparate dienten Vierpendel-Vakuum-Topfapparate, die von dem Mechaniker M. FECHNER des Preußischen Geodätischen Instituts in Potsdam hergestellt wurden.

Einzelheiten hierzu und für die Beobachtungsanordnungen sind den Veröffentlichungen¹ und² zu entnehmen. Leider ergaben die Messungen von SCHMEHL und ANDERSEN für die Schweredifferenz zwischen beiden Ausgangsstationen Potsdam und Kopenhagen so große Unterschiede, daß es wünschenswert schien, die Schweredifferenz Kopenhagen-Potsdam nochmals zu bestimmen. Die Nachmessungen wurden 1935 von E. ANDERSEN und B. BROCKAMP durchgeführt.

In bezug auf Potsdam (Anschlußpfeiler = Mittelpfeiler im Nordostkeller des Geodätischen Instituts mit $g = 981,275_2$ Gal) erhielt SCHMEHL³ folgende Ergebnisse:

¹ NÖRLUND, N. E.: „Bericht über die relativen Schweremessungen auf den Landeszentralstationen im Sommer 1930.“ Verhandl. d. 5. Tagung der Balt. Geod. Komm., Helsinki 1931, S. 149-153 und Verhandl. d. 6. Tagung d. Balt. Geod. Komm., Helsinki 1933, S. 144, ferner Verhandl. d. 7. Tagung d. Balt. Geod. Komm., Helsinki 1935 S. 90. NÖRLUND, N. E.: „Bericht über die Schweremessungen in den Landeszentralen“, Verhandl. d. 8. Tagung d. Balt. Geod. Komm., Helsinki 1936, S. 23/24, Verhandl. d. 9. Tagung d. Balt. Geod. Komm., Helsinki 1937, S. 60. NÖRLUND, N. E.: „Ausgleichung der Schwere der Länderzentralen“, Verhandl. d. 10. Tagung d. Balt. Geod. Komm., Helsinki 1938, S. 40.

² Relative Bestimmungen der Schwerkraft auf den Landeszentralen, ausgeführt v. d. Balt. Geod. Komm. i. d. Jahren 1930 und 1935. Sonderveröff. Nr. 6 d. Balt. Geod. Komm., Helsinki 1937. Im einzelnen enthält diese Schrift: SCHMEHL, H.: „Relative Bestimmung der Schwerkraft auf den Stationen Kopenhagen, Stockholm, Helsinki, Pulkowo, Tallinn, Riga, Kaunas, Danzig im Anschluß an Potsdam“ S. 1-65. ANDERSEN, E.: Wie vorstehend, S. 66-114. BROCKAMP, B.: „Bestimmung der Schweredifferenz Kopenhagen-Potsdam“, S. 115-128.

³ Balt. Geod. Kommission, Sonderveröffentlichung Nr. 6, S. 58.

Es sind zunächst die Schwingungszeiten benutzt, die mit Hilfe der vom Geodätischen Institut Potsdam bestimmten Signalzeiten reduziert worden sind. Neben den einzelnen Werten $g - g_p$ sind die Reduktionen R aufgeschrieben, die an die Schwereunterschiede anzubringen sind, wenn man die Pariser Signalzeiten berücksichtigen will. Die Werte

$$g - g_p + R$$

stellen die Schwereunterschiede dar, die man erhält, wenn man der Berechnung der Uhrgänge die arithmetischen Mittel aus den Potsdamer und den Pariser Signalzeiten zugrunde legt. Die für die einzelnen Stationen gültigen Mittelwerte R liegen zwischen $-0,2$ mGal und $+0,3$ mGal; sie sind gering und zeigen keinen systematischen Charakter.

Tafel der Schwereunterschiede in mGal

	Pendel	g-gp	R		Pendel	g-gp	R
Kopenhagen	F 10/11	280,4	0,0	Tallinn	F 10/11	564,8	+ 0,1
	F 12/9	279,7	+ 0,1		F 12/9	564,6	+ 0,3
	Br 1/2	281,1	+ 0,3		Br 1/2	564,8	+ 0,2
	Br 3/4	280,0	0,0		Br 3/4	565,5	- 0,1
	Mittel:	280,3	+ 0,1		Mittel:	564,9	+ 0,1
Stockholm	F 10/11	569,8	+ 0,5	Riga	F 10/11	384,5	- 0,3
	F 12/9	572,2	+ 0,4		F 12/9	385,9	- 0,3
	Br 1/2	569,6	+ 0,6		Br 1/2	381,9	+ 0,4
	Br 3/4	571,3	- 0,1		Br 3/4	384,2	+ 0,1
	Mittel:	570,7	+ 0,3		Mittel:	384,1	0,0
Helsinki	F 10/11	640,5	0,0	Kaunas	F 10/11	217,3	- 0,5
	F 12/9	641,2	- 0,6		F 12/9	217,0	- 0,2
	Br 1/2	638,6	+ 0,2		Br 1/2	215,2	+ 0,2
	Br 3/4	639,5	- 0,5		Br 3/4	215,7	- 0,1
	Mittel:	639,9	- 0,2		Mittel:	216,3	- 0,1
Pulkowo	F 10/11	626,2	- 0,2	Danzig	E 10/11	173,6	- 0,2
	F 12/9	625,1	- 0,1		F 12/9	174,4	- 0,3
	Br 1/2	622,1	+ 0,5		Br 1/2	173,8	+ 0,4
	Br 3/4	622,8	+ 0,2		Br 3/4	174,7	+ 0,1
	Mittel:	624,1	+ 0,1		Mittel:	174,1	0,0

Die Anschlußmessungen in Potsdam sind auf dem Mittelpfeiler im Nordostkeller des Geodätischen Instituts ausgeführt worden. Dort beträgt die Schwere

$$g = 981,275_2 \text{ Gal.}$$

Damit ergeben sich die Schwerewerte g auf den einzelnen Landeszentralstationen aus der Beziehung

$$g = 981,275_2 + (g - gp) + R,$$

worin die Unterschiede $g - gp$ und die Reduktionen R aus der vorstehenden Tabelle zu entnehmen sind, zu:¹

	Kopenhagen	Stockholm	Helsinki	Pulkowo
F 10/11	981,5556	981,8455	981,9157	981,9012
F 12/9	5550	8476	9158	9002
Invarpendel	5553	8466	9158	9007
Br 1/2	5566	8454	9140	8978
Br 3/4	5552	8464	9142	8982
Bronzependel	5559	8459	9141	8980
Gesamtmittel	5556	8462	9149	8994
	± 04	± 05	± 05	± 08

¹ Balt. Geod. Kommission, Sonderveröffentlichung Nr. 6, S. 65.

	Tallinn	Riga	Kaunas	Danzig
F 10/11	981,8401	981,6594	981,4920	981,4486
F 12/9	8401	6608	4920	4493
Invarpendel	8401	6601	4920	4490
Br 1/2	8402	6575	4906	4494
Br 3/4	8406	6595	4908	4500
Bronzependel	8404	6585	4907	4497
Gesamtmittel	8402	6593	4914	4493
	± 01	± 07	± 04	± 03

E. ANDERSEN¹ fand 1930 für die Invar- und Bronzependel und für das Mittel hieraus folgende Werte:

	Invarpendel	Bronzependel	Mittel
Kopenhagen	287,2 mGal	282,2 mGal	284,7 mGal
Potsdam	0	0	0
Stockholm	571,0	572,0	571,5
Helsinki	642,1	642,8	642,5
Pulkowo	623,7	620,1	621,9
Tallinn	565,1	561,4	563,3
Riga	386,8	379,9	383,4
Kaunas	220,7	215,7	218,2
Danzig	175,9	175,3	175,6
Kopenhagen	287,2	282,1	284,7

Den mittleren Fehler für den Unterschied einer der Stationen und Kopenhagen berechnete Andersen zu

± 1,4 mGal für die Invarpendel,
 ± 1,8 mGal für die Bronzependel,
 ± 1,1 mGal für alle Pendel.

Damit ergeben sich folgende Absolutwerte:

	Invarpendel	Bronzependel	Mittel
	Gal	Gal	Gal
Kopenhagen	981.5624	981.5574	981.5599
Stockholm	.8462	.8472	.8467
Helsinki	.9173	.9189	.9177
Pulkowo	.8989	.8953	.8971
Tallinn	.8403	.8366	.8385
Riga	.6620	.6551	.6586
Kaunas	.4959	.4909	.4934
Danzig	.4511	.4505	.4508

Bei der Nachmessung des Schwereunterschiedes Kopenhagen-Potsdam im Jahre 1935 fand Andersen:²

$$\Delta g = 285,4 \text{ mGal} \pm 0,8 \text{ mGal}$$

¹ Baltische Geod. Kommission, Sonderveröffentlichung Nr. 6, S. 89.

² Baltische Geod. Kommission, Sonderveröffentlichung Nr. 6, S. 107.

oder mit

$$\begin{array}{r}
 \text{Potsdam-Anschlußpfeiler} \quad 981\ 275,2 \text{ mGal} \\
 + \quad 285,4 \text{ mGal} \\
 \hline
 \text{für Kopenhagen (Pfeiler 1):} \quad \underline{\underline{981\ 560,6 \text{ mGal}}}
 \end{array}$$

BROCKAMP¹ endlich fand 1935 für Kopenhagen, Pfeiler Nr. 2 folgende Werte:

für Pendelpaar 1/3	981,5578 Gal
für Pendelpaar 2/4	981,5578
für Bronzependel (Mittel):	,5578
für Pendelpaar 5/7	981,5557
für Pendelpaar 6/8	,5568
für Invarpendel (Mittel):	,5563
Gesamtmittel:	981,5570

Für Kopenhagen, Pfeiler 1 ergibt dies

$$\begin{array}{r}
 981,557,0 \text{ Gal.} \\
 + \quad 0,4 \text{ Gal.} \\
 \hline
 981,557,4 \text{ Gal.}
 \end{array}$$

Für die europäische Eichbasis finden wir damit für die Schweredifferenz zwischen Potsdam (Pendelpfeiler, H = 82,64) und Kopenhagen (Buddinge, Pfeiler Nr. 1, H = 44,7 m) folgende Werte:

SCHMEHL, H.	1930: + 280,4 mGal \pm 0,4 mGal
E. ANDERSEN	1930: + 284,7 mGal \pm 1,1 mGal
A. ANDERSEN	1935: + 285,4 mGal \pm 0,8 mGal
BROCKAMP	1935: + 282,2 mGal \pm 1,0 mGal
Mittel	: + 283,2 mGal

Übergang auf Potsdam, Pendelkeller: + 283,2 + 1,2 = 284,4 mGal.

Dieses Netz wurde später von HIRVONEN² unter verschiedenen Gewichtsansätzen ausgeglichen, wobei er noch Messungen zwischen Helsinki und Stockholm berücksichtigte, die 1926 und 1941 von PESONEN und WIDELAND durchgeführt worden sind. Als Endwerte schlägt dabei HIRVONEN folgendes System vor:

Potsdam	981 274,0 mGal		<u><u>283,5</u></u> mGal
Kopenhagen	981 557,5 \pm 0,6		
Stockholm	847,5 \pm 0,7		
Helsinki	915,6 \pm 0,6		
Pulkowo	899,3 \pm 0,8		
Tallinn	840,0 \pm 0,8		
Riga	658,9 \pm 0,8		
Kaunas	491,1 \pm 0,8		
Danzig	448,7 \pm 0,7		

¹ Baltische Geod. Kommission, Sonderveröffentlichung Nr. 6, S. 120.

² HIRVONEN, R. A., „On the establishment of the values of gravity for the national reference stations“. Veröffentlichung d. Int. Isost. Büros, Nr. 19, Helsinki 1948.

c) ERGEBNISSE DER PENDELMESSUNGEN DER GEOPHYSIKALISCHEN
REICHSAUFNAHME 1934-1943

Das Geodätische Institut Potsdam führte in Zusammenarbeit mit einer Reihe von weiteren Instituten im Rahmen der Geophysikalischen Reichsaufnahme in der Zeit von 1934 bis 1943 zahlreiche Pendelmessungen¹ durch, an denen sich folgende Beobachter mit verschiedenen Pendelapparaten beteiligten:

SCHMEHL, WEIKEN, LEHMANN, JENNE, JUNG, REICHENEDER, MEISSER, RÖSSIGER.

Ohne hier auf die Messungsanordnung und auf die Ab- und Ausgleichung einzugehen, entnehmen wir dieser Aufnahme folgende Beobachtungsergebnisse:²

Station	Breite Länge ö. Gr. Höhe ü. NN Dichte	Jahr Beob. 19..	Gal (Gewicht) System Potsdam
2. Harzburg ³ Ev. Gemeindehaus Kirchstr. 6, Keller hinter Keller-Küche	51°51,9' 10°34,0' 275,2 m 2,39	Wk. 37a Wk. 37a Wk. 37a Wk. 37a Wk. 37a Wk. 37a Jg. 37a Jg. 37a Jg. 37a Jg. 37a Jg. 37a Jg. 37a Jg. 37a Jg. 37a Wk. 37b Wk. 37b Jg. 37b Jg. 37b Wk. 38 Jg. 38 Wk. 42 Wk. 42 Rd. 42 Rd. 42	981,180.1 (4) 180.3 (4) 180.6 (5) 181.4 (5) 180.4 (5) 179.9 (6) 180.2 (3) 181.2 (4) 180.0 (4) 180.0 (4) 181.0 (4) 181.2 (4) 180.0 (5) 181.6 (4) 181.4 (3) 180.5 (5) 180.1 (6) 178.9 (5) 180.0 (3) 180.4 (6) 179.8 (3) 179.6 (3) 179.3 (5) 180.5 (6) 180.5 (5) 180.6 (6)
		Mittel:	981,180.4 ± 0.13
IX, 4 München (Nymphenburg), Landesamt f. Maß u. Gewicht, Wasser- meßraum	48°10,0' 11°30,2' 511,0 m 2,3	Wk. 37a Wk. 37a Jg. 37a Jg. 37a	980,743.5 (5) 743.4 (4) 743.1 (3) 742.5 (5)
		Mittel:	980,743.1 ± 0.24

¹ WEIKEN, K., „Ergebnisse der Pendelmessungen der Jahre 1934 bis 1943“, Veröffentlichung d. Geod. Inst. Potsdam, Nr. 3, Berlin 1950.

² Alle Werte beziehen sich auf Potsdam, Pendelsaal des Geodätischen Instituts

$H = 87$ m ü. NN, $G_p = 981,274.0$ Gal.

³ Vgl. hierzu auch die kritischen Bemerkungen von A. H. COOK „Comparison of the acceleration due to gravity at the N. P. L., Teddington, the B. I. P. M., Sèvres, the P. T. B., Brunswick, and the Geod. Inst. Potsdam“, Roy. Society, A, volume 213 (1952), S. 419/420. COOK findet für Bad Harzburg durch eine zweckmäßigeren Zusammenfassung der Einzelmessungen

$$g = 981,180,27 \pm 0,22$$

d) PENDELMESSUNGEN ZWISCHEN TEDDINGTON-PARIS-BRAUNSCHWEIG
UND BAD HARZBURG
(Cook 1952)¹

Zum Vergleich der Absolutmessungen der Schwere im N. P. L. (Teddington) von CLARK (1939) und JEFFREYS (1949), im B. I. P. M. (Sèvres bei Paris) durch M. CH. VOLET (1951) und in Braunschweig (in Vorbereitung durch RIECKMANN) führte COOK 1951 im Anschluß an den Pendelpunkt Bad Harzburg zwischen diesen Stationen ausgedehnte Pendelmessungen durch. Die Beobachtungen wurden mit dem Cambridge-Pendelapparat gemacht. COOK teilt hierzu folgende Ergebnisse mit:

N. P. L. (Teddington) — B. I. P. M. (Sèvres) :

Δg (mGal): — 257,46; — 255,91; — 256,69; — 257,25; — 256,35
Mittel: — 256,73 mGal
Mittlerer Fehler: ± 0,28 mGal.

N. P. L. (Teddington) — P. T. B. (Braunschweig) :

Δg (mGal): + 68,15; + 70,63; + 69,12; + 67,37; + 68,14
Mittel: + 68,68 mGal
Mittlerer Fehler: ± 0,56 mGal.

N. P. L. (Teddington) — Bad Harzburg :

Δg (mGal): — 17,44; — 15,39; — 14,50; — 16,46; — 14,60
Mittel: — 15,68 mGal
Mittlerer Fehler: ± 0,56 mGal.

COOK schlägt hierzu noch vor, allen 3 Messungen dieselbe mittlere Unsicherheit von ± 0,49 mGal zuzuschreiben.

e) PENDELMESSUNGEN UND GRAVIMETRIERUNGEN ZWISCHEN
TEDDINGTON UND EDINBURGH
(Cook 1953)

COOK² gibt für die Hauptpendelstationen in Großbritannien (Fig. 43) folgende Schwere-differenzen an:

	Pendelbeobachtung
Cambridge(Observatory, Pendelhouse):	0 mGal
Aberdeen	430,80 mGal
Edinburgh	315,08 mGal
Newcastle	241,22 mGal
York	149,85 mGal
(Teddington-Cambridge, Gravimetriert)	—72,17 mGal

¹ COOK, A. H., „Comparison of the acceleration due to gravity at the National Physical Laboratory, Teddington, the Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, the Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Brunswick, and the Geodetic Institute, Potsdam.“ Roy. Society, A, volume 213 (1952), S. 408-424.

² COOK, A. H., „Adjustment of the principal gravity observations in Great-Britain“, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophysical Supplement, Vol. 6, Nr. 8, 1953, S. 494-534. Vgl. hierzu auch die Angaben auf S. 106 in B. C. BROWNE, A. H. COOK, E. J. MC CARTHY and D. S. PARASNIS „Gravity measurements at York, Newcastle-upon-Tyne, Edinburgh and Aberdeen“, Monthly Notices of the Royal Astronomical Society, Geophys. Suppl., Vol. 6, Nr. 2, 1950.

und stellt diesen Werten noch die Ergebnisse gegenüber, die BULLERWELL (1952) durch Ausgleichung von Pendel- und Gravimetermessungen und er selbst durch Ausgleichung der Gravimetermessungen in Großbritannien fand, nämlich:

BULLERWELL (1952)	o mGal	COOK (1953)	o mGal
	430,97 mGal		431,08 mGal
	315,14 mGal		315,20 mGal
	241,08 mGal		241,02 mGal
	149,74 mGal		149,77 mGal

Wir wollen hier wieder die Ergebnisse der Pendelmessungen und der Gravimetrierungen je für sich betrachten und zu beiden den Schwereunterschied von $72,17 \text{ mGal} \pm 0,08 \text{ mGal}$ zwischen Cambridge und Teddington hinzufügen. Damit erhalten wir folgende Schwereunterschiede:

Aus Pendelmessungen:

$$\text{Teddington-Edinburgh: } + 315,08 + 72,17 = 387,25 \text{ mGal}$$

Aus Gravimetermessungen:

$$\text{Teddington-Edinburgh: } 315,20 + 72,17 = 387,37 \text{ mGal.}$$

f) NORWEGISCHE GRAVIMETRIERUNGEN

1948-1949

Die Norwegische Gradmessungskommission bestimmte 1948-1949 mit zwei neuen NÖRGAARD-Gravimetern Nr. 382 und 1002 (Beobachter: G. JELSTRUP und O. TROVAAG) folgende Schwereunterschiede:

1. Oslo – Teddington – Oslo
2. Oslo – Kopenhagen – Oslo
3. Oslo – Stockholm – Oslo
4. Stockholm – Kopenhagen – Stockholm,

wobei mit Ausnahme der Strecke Stockholm – Oslo alle Transporte auf dem Luftweg durchgeführt wurden.

Im einzelnen erhielt man folgende Ergebnisse, die wir direkt der Originalveröffentlichung¹ entnehmen:

BEOBACHTUNGS AUSZUG:

Oslo-Teddington

Datum:	Instrument:	Ausgeglichene Beob.-Werte:
7. 5.-11. 5.	382	— 733,65 mGal
7. 5.-11. 5.	1002	— 733,46 mGal
13. 5.-19. 5.	382	— 733,62 mGal
	Mittel:	— 733,58 \pm 0,04 mGal (wahrscheinl.
	Höhenreduktion (0,75 m): ²	— 0,23 mGal Fehler)
		— 733,81 \pm 0,04 mGal

¹ TROVAAG, O. und JELSTRUP, G., „Gravity Comparisons Oslo-Teddington, Stockholm, Copenhagen“, Den Norske Gradmålingskommisjon og Norges Geografiske Oppmåling, S. 50-52.

² Freiluftreduktion.

Oslo-Stockholm

11. 6.-15. 6. 1948	382	— 81,02 mGal
18. 4.-22. 4. 1949	382	— 80,95 mGal
22. 4.-26. 4. 1949	382	— 81,18 mGal
22. 4.-26. 4. 1949	1002	— 80,72 mGal
7. 6.- 9. 6. 1949	382	— 81,61 mGal
7. 6.- 9. 6. 1949	1002	— 80,63 mGal
	Mittel:	— 81,02 \pm 0,10 mGal
	Höhenreduktion (1,22 m):	— 0,24 mGal
		— 81,26 \pm 0,10 mGal

Oslo-Kopenhagen

30. 4.- 4. 5. 1949	382	— 371,82 mGal
30. 4.- 4. 5. 1949	1002	— 372,51 mGal
20. 5.-23. 5. 1949	382	— 371,63 mGal
20. 5.-23. 5. 1949	1002	— 371,18 mGal
23. 5.-26. 5. 1949	382	— 372,00 mGal
23. 5.-26. 5. 1949	1002	— 372,11 mGal
	Mittel:	— 371,88 \pm 0,11 mGal
	Höhenreduktion (0,5 mGal):	+ 0,5 mGal
		— 371,38 \pm 0,11 mGal

Kopenhagen-Stockholm

10. 6.-13. 6. 1949	382	+ 290,11 mGal
10. 6.-13. 6. 1949	1002	+ 289,96 mGal
13. 6.-15. 6. 1949	382	+ 289,95 mGal
13. 6.-15. 6. 1949	1002	+ 290,93 mGal
	Mittel:	+ 290,24 \pm 0,15 mGal
	Höhenreduktion ([0,5 + 0,24] mGal):	— 0,74 mGal
		+ 289,50 \pm 0,15 mGal

Die drei Werte

Stockholm-Oslo	+ 81,26 \pm 0,10 mGal
Kopenhagen-Stockholm	+ 289,50 \pm 0,15 mGal
und Oslo-Kopenhagen	— 371,38 \pm 0,11 mGal

geben einen Dreiecksschlußfehler von — 0,62 mGal, der durch eine Dreiecksausgleichung zu tilgen ist.

Setzt man dabei das Gewicht den Wiederholungszahlen gleich, so ergeben sich der Reihe nach die Verbesserungen:

+ 0,17 mGal, + 0,28 mGal und + 0,17 mGal

Stockholm-Oslo:	+ 81,43 \pm 0,10 mGal
Kopenhagen-Stockholm:	+ 289,78 \pm 0,15 mGal
Oslo-Kopenhagen:	— 371,21 \pm 0,11 mGal
Oslo-Teddington:	— 733,81 \pm 0,04 mGal.

g) GRAVIMETRIERUNGEN ZWISCHEN PARIS-SÈVRES, B. I. P. M.
UND TEDDINGTON, N. P. L.

1948-1952

Zwischen Paris und Teddington wurden sehr genaue Gravimetermessungen von G. P. WOOLLARD, Jean MARTIN und Carlo MORELLI ausgeführt. WOOLLARD benutzte ein WORDEN-Gravimeter (Nr. 10b), MARTIN benutzte ein Western-Gravimeter und zwar 1948 das Western-Gravimeter Nr. 42 und 1952 die Western-Gravimeter Nr. 47 und Nr. 42. MORELLI führte seine Messungen 1951 mit 2 WORDEN-Gravimetern (Nr. 50 und Nr. 52) aus. Die Gravimetereichungen waren durchwegs auf Pendelmessungen gestützt. WOOLLARD benutzte hierzu die vorliegenden britischen und australischen Schweremessungen, die mit dem Cambridge-Pendelapparat durchgeführt wurden. MARTIN benutzte für die Eichung die gesamten der europäischen Pendelmessungen und MORELLI die deutschen Pendelmessungen. Damit ergaben sich, bezogen auf die Pendelhauptpunkte Paris und Teddington unserer Gravimetereichlinie, folgende Werte:¹

WOOLLARD	Worden 10b	1948	255,44 mGal
MARTIN	Western 42	1948	255,53 mGal
MORELLI	Worden 50	1951	255,74 mGal
MORELLI	Worden 52	1951	255,86 mGal
MARTIN	Western 47 u. 42	1952	255,59 mGal

Die Werte stimmen ausgezeichnet überein. Die größte Abweichung gegenüber dem Mittelwert von 255,63 ist 0,23 mGal.

h) DAS EUROPÄISCHE GRAVIMETERNETZ

(Jean Martin und Carlo Morelli 1954)

Neben WOOLLARD² und MARTIN³ hat sich vor allem C. MORELLI⁴ um den Aufbau eines einheitlichen europäischen Gravimeternetzes durch umfangreiche eigene Messungen und durch genaue Eichungen der von ihm verwendeten Gravimeter (Worden Nr. 50 und Nr. 52) verdient gemacht. In einer der X. Generalversammlung der IUGG 1954 in Rom vorgelegten Arbeit⁵ unterzog er die von ihm benutzten Gravimeter einer besonders sorgfältigen Neueichung, wobei er auch die periodischen Schraubenfehler für die verschieden-

¹ Wir entnehmen diese Werte dem Bericht von LEJAY, R. P., „Le rôle des mesures pendulaires dans l'établissement du réseau gravimétrique mondial“, Bulletin géodésique Nr. 30 S. 361.

² WOOLLARD, G. P., „World wide gravity measurements with a gravimeter“. Woods Hole Oceanographic Inst., Reference n. 49-33, July 15, 1949. WOOLLARD, G. P., „The gravity-meter as a geodetic instrument“. Geophysics, 15, 1-29, 1950. WOOLLARD, G. P., „World wide gravity measurements conducted during the period June, 1949 - January, 1952“. Woods Hole Ocean. Inst., Ref. n. 52-59, July 1952. WOOLLARD, G. P., „A study of methods for measuring large changes in gravity on an inter-continental basis“. Ibidem, n.53-56, August 1, 1953.

³ MARTIN, J., „Liaisons gravimétriques internationales“. Document de l'Assemblée Générale de l'Association Internationale de Géodésie, Bruxelles, 1951, p. 2.

⁴ MORELLI, C., „Taratura di due gravimetri Worden e collegamenti europei“. Annali di Geofisica, IV, n.4, Roma 1951.

⁵ MORELLI, C., „Contributo alla rete gravimetrica Europea“ (ital. u. engl.). Istituto Nazionale di Geofisica. Roma 1954. (Der X. Generalvers. d. I. U. G. G. in Rom vorgelegt).

nen Meßbereiche berücksichtigte, und bezog alle von ihm durchgeführten Gravimetermessungen auf diese einheitliche Eichung. Morelli benutzte hierzu folgende Schweredifferenzen, für die sowohl Pendel- als auch Gravimetermessungen vorlagen. Für die Pendelmessungen nahm MORELLI die Weiken-Werte, für die Gravimetermessungen die von ihm gefundenen Werte:

Gravimetermessungen für die neue Eichung¹

Station	Δg (mGal 1951)	Station	Δg (mGal 1951)
1951		1953	
München Nymph.	+ 212.59 ± 0.10	München Nymph.	+ 75.66 ± 0.01
Karlsruhe	+ 163.14 ± 0.04	Viecht	+ 64.70 ± 0.04
Weidenau	+ 14.41 ± 0.03	Regensburg	
Bad Wildungen	+ 21.96 ± 0.04	München Nymph.	— 80.87 ± 0.03
Göttingen	+ 120.90 ± 0.02	Traunstein	+ 7.96 ± 0.02
Hannover	+ 108.44 ± 0.14	Confine	+ 15.55 ± 0.02
Schenefeld	+ 22.61 ± 0.06	Salzburg	— 79.74 ± 0.02
Itzehoe	+ 91.90 ± 0.05	Bischofshofen	+ 16.45 ± 0.02
Flensburg		Liezen	
Göttingen	— 61.69 ± 0.04	Zeltweg	— 24.73 ± 0.05
Torfhaus		Murau	— 21.92 ± 0.01
Villach	+ 7.84 ± 0.03	Tamsweg	— 58.98 ± 0.01
Bischofshofen		Spittal	+ 62.27 ± 0.04
Villach	— 68.62 ± 0.06	Villach	+ 19.05 ± 0.01
Lienz		1954	
München Nymph.	— 143.09 ± 0.06	Hannover	— 25.10 ± 0.02
Garmisch	— 529.94 ± 0.16	Wolfenbüttel	— 71.92 ± 0.02
Zugspitze		Harzburg	— 36.72 ± 0.01
Weidenau	— 16.88 ± 0.06	km 6.4	— 48.91 ± 0.01
Euskirchen		Torfhaus	

Gegenüber den in dieser Tabelle angegebenen Verbindungen sind bei der Berechnung der folgenden – neben kleineren Schweredifferenzen, die für die Eichung wegen allzu großer Unsicherheiten in den Pendelmessungen keine Bedeutung haben –, die Pendelmessungen in Villach, München und Lienz vernachlässigt, weil sich bereits bei der 1951 durchgeführten Ausgleichung zeigte, daß diese Pendelmessungen mit zu großen Fehlern behaftet sind. In diesen Punkten dürften die ausgewählten Pendelstationen magnetisch nicht einwandfrei sein (Boiler in Lienz, Villach und Wasserreservoir in München).

Die für die Neueichung von MORELLI benutzten Werte sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

¹ Die kursiv gesetzten Differenzen sind mit der großen Meßschraube gemessen.

Schweredifferenzen zwischen – und	Δg Pendel	Mittelwerte Δg Gravimeter
Tamsweg – Bischofshofen	88.7	89.18
Tamsweg – Liezen	104.9	105.63
Bischofshofen – Traunstein	56.1	56.23
Traunstein – Regensburg	221.4	221.23
Traunstein – Garmisch	62.6	62.22
Traunstein – Karlsruhe	293.5	293.46
Garmisch – Karlsruhe	356.1	355.68
Garmisch – Zugspitze	530.2	529.94
Regensburg – Karlsruhe	72.1	72.23
Regensburg – Weidenau	235.3	235.37
Regensburg – Torfhaus	209.8	210.05
Regensburg – Harzburg	295.4	295.68
Karlsruhe – Harzburg	223.3	223.45
Karlsruhe – Torfhaus	137.7	137.82
Karlsruhe – Weidenau	163.2	163.14
Euskirchen – Göttingen	53.7	53.25
Weidenau – Göttingen	35.8	36.37
Weidenau – Harzburg	60.1	60.25
Weidenau – Torfhaus	25.5	25.38
Göttingen – Hannover	120.4	120.90
Göttingen – Torfhaus	61.3	61.75
Torfhaus – Harzburg	85.6	85.63
Torfhaus – Hannover	181.7	182.65
Harzburg – Hannover	96.1	97.02
Hannover – Schenefeld	108.0	108.44
Schenefeld – Itzehoe	23.2	22.61
Itzehoe – Flensburg	93.1	91.90
Summe:	3994.8	3997.46

Auf Grund der Neueichung erhielt MORELLI folgende auf Bad Harzburg bezogene Schwerewerte:

Differenzen zwischen den Pendel- und Gravimeterwerten
nach der neuen Eichung¹

Station	g_{Pendel} (Weißen-Netz)	Anzahl der Bestimmungen	$g_{\text{Gravimeter}}$	Differenz $g_{\text{Grav.}} - g_{\text{Pendel}}$
Zugspitze	980,070.8 ± 0.35	3	980,072.06	+ 1.26
Tamsweg	,518.8 .80	2	,518.50	— 0.30
Lienz	,529.8 .65	2	,531.20	+ 1.40
Garmisch	,601.0 .36	6	,601.65	+ 0.65
Villach	,601.0 .05	3	,599.77	— 1.23
Bischofshofen	,607.5 .20	2	,607.62	+ 0.12
Liezen	,623.7 .53	3	,624.06	+ 0.36
Traunstein	,663.6 .79	2	,663.82	+ 0.22
München-Nymphenburg	,743.1 .24	4	,744.64	+ 1.54
Regensburg	,885.0 .17	19	,884.91	— 0.09
Karlsruhe	,957.1 .09	21	,957.09	— 0.01
Darmstadt ²	981,044.0 .39	3	981,043.21	— 0.79

¹ Die Punkte des Hauptnetzes sind kursiv gesetzt.

² Nicht wiederhergestellt.

Station	gPendel (Weiken-Netz)		Anzahl der Bestimmungen	gGravimeter	Differenz gGrav. - gPendel
	Gal	mGal		Gal	mGal
Torfhause	981,094.8	$\pm .25$	10	981,094.82	+ 0.02
Euskirchen	,102.4	.07	2	,103.25	+ 0.85
Weidenau	,120.3	.22	11	,120.12	- 0.18
Bad Wildungen	,134.5	.20	2	,134.52	+ 0.02
Göttingen	,156.1	.56	4	,156.47	+ 0.37
Bad Harzburg	,180.4	.13	26	,180.40	0.00
Bockenem	,229.4	.23	3	,230.55	+ 1.15
Hannover	,276.5	.11	4	,277.35	+ 0.85
Schenefeld	,384.5	.66	3	,385.72	+ 1.22
Itzehoe	,407.7	.47	3	,408.31	+ 0.61
Flensburg	,500.8	.64	3	,500.15	- 0.65

Schließlich verglich MORELLI noch seine gravimetrierten Schwereunterschiede mit entsprechenden Werten von J. MARTIN und schlug vor, sämtliche von MARTIN gemessenen Schweredifferenzen durch Multiplikation mit 1,000 115 zu vergrößern und die von ihm selbst gemessenen Werte durch Multiplikation mit 0,999 885 zu verkleinern, um zu einem einheitlichen europäischen Milligal zu kommen.

$$\begin{aligned} \text{Europäische mGal} &= 1,000\ 115 \times \text{MARTIN} \\ &= 0,999\ 885 \times \text{MORELLI}. \end{aligned}$$

Dieser Vergleich ergab für die gemeinsamen Messungen folgende Ergebnisse:

Station	Beobachtete Werte		Differenz	Europäische mGal		
	Morelli	Martin		Morelli 0.999885	Martin 1.000115	Differenz
Pic du Midi	mGal 0	mGal 0	mGal —	mGal 0	mGal 0	mGal —
Bagnères	543,45	543.30	+ 0.15	543.29	543.36	+ 0.03
St. Gaudens égl.	599.98	599.80	.18	599.91	599.87	.04
Roma I (v. Trieste)	618.29	618.16	.13	618.22	618.23	.01
Toulouse Obs.	698.82	698.63	.19	698.74	698.71	.03
Marignane Aér.	744.49	744.39	.10	744.40	744.48	.08
Genève Obs. Pend.	837.11	836.86	.25	837.01	836.96	.05
Le Bourget H. C.	1 205.78	1 205.55	.23	1 205.64	1 205.69	.05
Darmstadt	1 296.88	1 296.32	.56	1 296.73	1 296.47	.26
Uccle	1 387.80	1 387.55	.25	1 387.64	1 387.71	.07
Melsbroeck Chauff.	1 417.05	1 416.89	.16	1 416.89	1 417.05	.16
Amsterdam Schip.	1 543.61	1 543.26	.35	1 543.43	1 543.44	.01
Kopenhagen pil. 1 (.)	1 812.88	1 812.62	.26	1 812.67	1 812.83	.16
Kopenhagen pil. 1(..)	1 813.18	1 812.62	.56	1 812.97	1 812.83	.14

(.) über Melsbroeck (..) über Darmstadt.

Für einen entsprechenden Vergleich mit den von WOOLLARD beobachteten Schwerewerten fand MORELLI:

Station	Δg_1 Woppard	Δg_2 Morelli	$\Delta g_1 - \Delta g_2$
Rocca di Papa	mGal o	mGal o	mGal —
Frascati	98.9	98.83	+ 0.06
Roma I	169.0	168.76	+ 0.24
Le Bourget	757.4	756.27	+ 1.13
Frankfurt	864.3	864.53	- 0.23
Teddington	1003.6	1002.49	+ 1.11
Amsterdam	1094.3	1094.07	+ 0.23
Kopenhagen Kast.	1365.0	1363.49	+ 1.51 (Mittelwert)

Die Abweichung beträgt hier etwa 1% . Der Vergleich ist dadurch erschwert, daß WOELLARD und MORELLI nicht immer dieselben Punkte benutzten. Die systematischen Abweichungen zwischen den beiden Messungen, die durch Neueichung getilgt werden könnten, sind daher durch verschiedene zufällige Fehler überlagert. Auch wir können aus diesem Grunde die Messungen von WOELLARD nur mit Vorbehalt benutzen.

Auf Grund dieser Neuausgleichung kam MORELLI zu einem einheitlichen europäischen Gravimeternetz (Fig. 44), das aus den von ihm und MARTIN durchgeföhrten Gravimetrierungen aufgebaut werden konnte und in das lediglich zur Vervollständigung noch eine Messung von DÜRBAUM (Askania-Gravimeter) zwischen Göttingen und München-Nymphenburg eingehängt wurde. Wir haben dieses Netz etwas vereinfacht (Fig. 45) und streng ausgeglichen und dabei folgende Werte gefunden,¹ die wir hier lediglich für Vergleichszwecke benutzen wollen:

Tabelle 1. Vorläufige und endgültige Schwerewerte

Nr.	Punktbezeichnung	Vorläufiger Wert mGal	Verbesserung mGal	Endgültiger Wert mGal	mittlerer Fehler mGal
1	<i>Harzburg</i>	981 180,4		981 180,400	
2	Glasgow Prestwick	981 577,9	- 0,063	981 577,837	$\pm 0,151$
3	Kopenhagen, Buddinge, Pfeiler 1	981 557,5	- 0,089	981 557,411	$\pm 0,133$
4	Teddington, N. P. L.	981 196,4	- 0,011	981 196,389	$\pm 0,154$
5	Paris, C	980 944,1	- 0,259	980 943,841	$\pm 0,140$
6	Melsbroeck, Chaufferie	981 161,4	+ 0,049	981 161,449	$\pm 0,141$
7	Weidenau	981 120,1	- 0,064	981 120,036	$\pm 0,134$
8	Hannover	981 227,3	- 0,013	981 227,287	$\pm 0,085$
9	Göttingen	981 156,4	+ 0,106	981 156,506	$\pm 0,101$
10	Karlsruhe	980 957,4	- 0,322	980 957,078	$\pm 0,152$
11	Genf, Observ.	980 581,8	- 0,379	980 581,421	$\pm 0,159$
12	Gebensdorf	980 720,3	- 0,372	980 719,928	$\pm 0,160$
13	Zürich, Kloten	980 687,4	+ 0,026	980 687,426	$\pm 0,160$
14	München-Nymphenburg	980 744,7	+ 0,010	980 744,710	$\pm 0,141$
15	Toulouse, Osserv.	980 443,4	- 0,379	980 443,021	$\pm 0,163$
16	Marseille, Marignan	980 489,2	- 0,416	980 488,784	$\pm 0,153$
17	Mailand, Pol. int.	980 565,4	- 0,060	980 565,340	$\pm 0,158$
	Padua, Osserv.	980 659,6	- 0,277	980 659,323	$\pm 0,159$

¹ KNEISSL, M., „Niveau und Maßstab des vorläufigen europäischen Gravimeter-Netzes“. Veröff. d. DGK, Reihe A, Heft 21. München 1956.

Nr.	Punktbezeichnung	Vorläufiger Wert mGal	Verbesserung mGal	Endgültiger Wert mGal	mittlerer Fehler mGal
18	Triest, Osserv. Geof.	980 666,1	— 0,213	980 665,887	± 0,164
19	Rom I. N. G	980 362,8	— 0,063	980 362,737	± 0,162
20	Algier, Mais.-Bl.	979 907,7	— 0,533	979 907,167	± 0,166
	Angehängte Punkte:				
21	Bagnères, nouv. Cave			980 287,670	
22	Edinburgh, Royal Obs.			981 583,440	
23	Rocca di Papa, Obs. Geof.			980 192,060	
24	Paris/Sèvres, Pfeiler			980 940,811	

6. ZUSAMMENSTELLUNG DER PENDEL- UND GRAVIMETER-MESSUNGEN, DIE BIS 1. 6. 1956 IM BEREICH DER EUROPÄISCHEN GRAVIMETER-EICHLINIEN DURCHGEFÜHRT WURDEN

Auf Grund der Empfehlungen der Internationalen Gravimetrischen Kommission wurden folgende Punkte als Hauptstationen der europäischen Gravimeter-Eichlinien bestimmt:

I. Edinburgh, Royal Observatory

$$\varphi = 55^\circ 55' 24,5'' \text{ N.}; \quad \lambda = 3^\circ 07' 36'' \text{ W.}; \quad H = 129,4 \text{ m.}$$

II. Teddington, National Physical Laboratory, Meteorology Division Building, Room 11, Pillar.

$$\varphi = 51^\circ 25' 13,6'' \text{ N.}; \quad \lambda = 0^\circ 21' 21,4'' \text{ W.}; \quad H = 9,23 \text{ m.}$$

III. Paris-Sèvres, Bureau International des Poids et Mesures, Sèvres, Laboratoire, Salle 1, pilier devant la porte.

$$\varphi = 48^\circ 49,45' \text{ N.}; \quad \lambda = 2^\circ 13,14' \text{ E.}; \quad H = 65,93 \text{ m (Pfeileroberfläche).}$$

IV. Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave. Station Géophysique de Bagnères de Bigorre, nouvelle Cave.

$$\varphi = 43^\circ 03,6'; \quad \lambda = 0^\circ 08,6' \text{ E.}; \quad H = 563 \text{ m (Prov. Höhe).}$$

Pic du Midi, Station R. P. Lejay, Observatoire, 4^e étage de l'ascenseur, vestibule, devant la fenêtre vers le sud.

$$\varphi = 42^\circ 56,3'; \quad \lambda = 0^\circ 08,3' \text{ E.}; \quad H = 2855 \text{ m.}$$

V. Hammerfest, „Feuerhaus“, Kirkegata 21, Werkstatt im Keller, Pendelpunkt

$$\varphi = 70^\circ 39' 43'' \text{ N.}; \quad \lambda = 23^\circ 41' 06'' \text{ E.}; \quad H = 15,60 \text{ m.}$$

VI. Bodö, Volksschule, Sivert Nilsensgt., Waschraum im Keller, Pendelpunkt

$$\varphi = 67^\circ 16' 47''; \quad \lambda = 14^\circ 23' 43'' \text{ E.}; \quad H = 13,37 \text{ m.}$$

VII. Oslo, Sarsgate 1, Geologisk Museum, Keller, Raum 030

$$\varphi = 59^\circ 55' 07'' \text{ N.}; \quad \lambda = 10^\circ 46' 37'' \text{ E.}; \quad H = 30,59 \text{ m (Fußboden).}$$

VIII. Kopenhagen, Buddinge Fort, Pfeiler I. Kopenhagen-Søborg, Geodetisk Instituts Observatorium, Buddinge pillar No. 1.

$$\varphi = 55^\circ 44,35' \text{ N.}; \quad \lambda = 12^\circ 30,12' \text{ E.}; \quad H = 44,73 \text{ m (Pfeileroberfläche).}$$

IX. Potsdam, Pendelsaal des Geodätischen Instituts, Station der Absolutmessung KÜHNEN, FURTWÄNGLER, Referenzstation des Potsdamer Systems.

$$\varphi = 52^\circ 22,86' \text{ N.}; \quad \lambda = 13^\circ 04,06' \text{ E.}; \quad H = 87,00 \text{ m (Fußboden).}$$

X. Bad Harzburg, Kirchstr. 6, Evangelisches Gemeindehaus, Pendelkeller hinter der Kellerküche.

$$\varphi = 51^\circ 52,91' \text{ N.}; \quad \lambda = 10^\circ 34,07' \text{ E.}; \quad H = 275,19 \text{ m (Fußboden).}$$

XI. München-Nymphenburg, Franz-Schrank-Str. 9, Bayer. Landesamt für Maß und Gewicht, Tiefbehälterraum.

$$\varphi = 48^\circ 10,00' \text{ N.}; \quad \lambda = 11^\circ 30,20' \text{ E.}; \quad H = 511,00 \text{ m.}$$

XII. Rom, Rocca di Papa, Osservatorio Geofisico, prima stanzetta (delle preparazione) a sinistra sotto la scala accanto al sismografo Wiechert, a 1,50 m dallo spigolo E.

$$\varphi = 41^\circ 45,5'; \quad \lambda = 12^\circ 43'; \quad H = 757 \text{ m.}$$

Rom, I. N. G., Città Universitaria, Istituto Nazionale di Geofisica, Stazione Sismica, Pilastro gravimetrico.

$$\varphi = 41^\circ 54,2'; \quad \lambda = 12^\circ 30,8'; \quad H = 45 \text{ m.}$$

XIII. Genf, 24, Quai de l'Ecole-de-Médecine, Institut de Physique de l'Université, Souterrain, Salle des Mesures, pilier.

$$\varphi = 46^\circ 11' 50''; \quad \lambda = 6^\circ 08' 03'' \text{ E.}; \quad H = 372,5 \text{ m.}$$

Im einzelnen wurden auf diesen Punkten 1954/55 neue Pendelmessungen durchgeführt, nämlich:

- 1954 von J. C. ROSE,¹
- 1955 von R. BRUNS, DGFI, München,²
- 1955 von G. JELSTRUP, Oslo.³
- 1956 von R. BRUNS und K. MARZAHN, DGFI, München.⁴

Den genannten Veröffentlichungen entnehmen wir folgende Ergebnisse:

Beobachtungen von J. C. ROSE:

Auszug aus „Preliminary Values and Station Descriptions World Pendulum Gravity Bases Established 1954“, S. 3

1. <i>Oslo</i> , Geologisk Museum	981.9273 Gal.
2. <i>Copenhagen</i> , Buddinge Fortification	981.5580 Gal.
3. <i>Bad Harzburg</i> , Evang. Gemeindehaus	981.1803 Gal.
4. <i>München</i> , Landesamt f. Maß und Gewicht	980.7440 Gal.
5. <i>Rom</i> , City University of Rome	980.3640 Gal.
6. <i>Frankfurt</i> , Institut f. Angewandte Geodäsie	981.0612 Gal.
7. <i>Teddington</i> , National Physical Laboratory	981.1966 Gal.
8. <i>Washington</i> , D. C. Geophysical Laboratory	<u>980.1006 Gal. (Base-Point)</u>

Hieraus finden wir folgende Schweredifferenzen

Oslo–Kopenhagen	369,3 mGal
Kopenhagen–Bad Harzburg	377,7 mGal
Bad Harzburg–München	436,3 mGal
München–Rom I. N. G.	380,0 mGal
Teddington–Oslo	730,7 mGal
Teddington–Kopenhagen	361,4 mGal
Teddington–Bad Harzburg	16,3 mGal

Diese Ergebnisse sind nur „vorläufig“ und können noch nicht als endgültig betrachtet werden.

¹ WOOLLARD, G. P. und ROSE, J. C. „Preliminary Values and Station Descriptions World Pendulum Gravity Bases established 1954“. Woods Hole Oceanographic Institution, Ref. Nr. 55-49.

² KNEISSL, M., BRUNS, R. und WATERRMANN, H. „Pendel- und Gravimetermessungen auf den europäischen Gravimeter-Eichlinien im Jahre 1955“. Veröffentl. der DGK, Reihe B, Heft Nr. 23/IV.

³ JELSTRUP, G., Briefliche Mitteilung, Febr. 1956.

⁴ Noch nicht veröffentlicht.

Beobachtungen von R. BRUNS

Messungsperiode Herbst 1955

	Mittel der Pendel 1,2	Mittel der Pendel 3,4	Mittel aller Pendel
Station A	T_A	T_A	$\frac{g_B - g_A}{g_A \left(\frac{T_A - T_B}{T_B} \right)^2}$
Station B	T_B	T_B	
Meßtage A, B	$(T_A - T_B)_{1,2}$	$(T_A - T_B)_{3,4}$	
g_A (mGal)	$(g_B - g_A)_{1,2}$	$(g_B - g_A)_{3,4}$	$(g_B - g_A)_{1,2,3,4}$
Paris, B. I. P. M. München-Nymphenburg 24. X.-27. X. 980 941	0,495 9420.4 9915.3 — 494.9 — 195,76 mGal	0,495 9422.4 9916.2 — 493.8 — 195,32 mGal	— 195,53 + 0,01 — 195,54
Paris, B. I. P. M. Bad Harzburg 31. X.-3. XI. 980 941	0,495 9416.7 8815.3 + 601.4 + 237,93 mGal	0,495 9419.7 8816.0 + 603.7 + 238,84 mGal	+ 238,40 + 0,02 + 238,38
Paris, B. I. P. M. Bagnères, nouvelle cave 10. XI.-13. XI. 980 941	0,495 9416.1 1068.9 — 1652.8 — 653,61 mGal	0,495 9419.9 1073.5 — 1653.6 — 653,93 mGal	— 653,66 + 0,11 — 653,77
Bagnères, nouv. cave Pic du Midi, magasin 6. XI.-8. XI. 980 288	0,496 1072.7 2446.8 — 1374.1 — 542,88 mGal	0,496 1075.4 2450.1 — 1374.7 — 543,12 mGal	— 542,92 + 0,08 — 543,00
München-Nymphenburg Genf, Inst. Phys. 19. XI.-24. XI. 980 745	0,495 9916.9 0303.8 — 386.9 — 152,99 mGal	0,495 9920.5 0309.3 — 388.8 — 153,75 mGal	— 153,36 + 0,01 — 153,37
Paris, B. I. P. M. Genf, Inst. Phys. 28. XI.-1. XII. 980 941	0,495 9417.8 0298.4 — 880.6 — 348,29 mGal	0,495 9422.7 0309.2 — 886.5 — 350,63 mGal	— 349,43 + 0,03 — 349,46
Bagnères, nouv. cave Genf, Inst. Phys. 5. XII.-9. XII. 980 288	0,496 1061.8 0300.7 + 761.1 + 300,83 mGal	0,496 1071.4 0308.7 + 762.7 + 301,46 mGal	+ 301,16 + 0,02 + 301,14

Aus diesen Beobachtungen erhält man den mittleren Fehler des Mittels des Ergebnisses beider Pendelpaare, berechnet aus Beobachtungsdifferenzen der beiden Pendelpaare bei 12 gemessenen Schweredifferenzen, zu:

$$M = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{[dd]}{n}} = \pm \frac{1}{2} \sqrt{\frac{14,84}{12}} = \pm 0,56 \text{ mGal.}$$

Schweredifferenz	d (mGal) 1,2—3,4	dd
1. Bad Harzburg — Kopenhagen p. 1	+ 0,55	0,30
2. Oslo — Kopenhagen p. 1	— 0,12	0,01
— Bad Harzburg — München-Nymphenburg	—	Pendelpaar 3,4 ausgefallen
3. München-Nymphenburg — Rom, I. N. G.	+ 1,51	2,38
4. Rocca di Papa — Rom, I. N. G.	+ 1,34	1,80
5. Rom, I. N. G. — München-Nymphenburg	— 1,66	2,76
6. Paris, B. I. P. M. — München-Nymphenburg	— 0,44	0,19
7. Paris, B. I. P. M. — Bad Harzburg	— 0,91	0,81
8. Paris, B. I. P. M. — Bagnères, nouv. cave	+ 0,32	0,10
9. Bagnères, nouv. cave — Pic du Midi, magasin	+ 0,24	0,06
10. München-Nymphenburg — Genf, Inst. Phys.	+ 0,76	0,58
11. Paris, B. I. P. M. — Genf, Inst. Phys.	+ 2,34	5,45
12. Bagnères, nouv. cave — Genf, Inst. Phys.	— 0,63 + 7,06 — 3,76 [d] = + 3,30	0,40 [dd] = 14,84

Da die endgültigen Temperaturkonstanten der vier Pendel erst im Anschluß an diese Messungen berechnet werden konnten, erhalten die Ergebnisse noch folgende Verbesserungen:¹

¹ Die Reduktion der Schweredifferenz ist

$$d\Delta g = +0,178 (\vartheta_A - \vartheta_B) [\text{mGal}].$$

Dabei sind ϑ_A bzw. ϑ_B die mittleren Stationstemperaturen der Stationen A bzw. B für einen Beobachtungstag. Die Änderung der Luftdichtekonstanten wirkt sich auf die gemessenen Schweredifferenzen nur so wenig aus, daß sie nachträglich nicht berücksichtigt zu werden braucht.

Station A	ϑ_A				
Station B	ϑ_B				
Messungstage A, B	$\vartheta_A - \vartheta_B$	d Δg	$\Delta g'$	$\Delta g'' = \Delta g' + d \Delta g$	
	°C	mGal	mGal	mGal	
Bad Harzburg	7,7				
Kopenhagen p. 1	8,0				
23. 3.-27. 3. 1955	— 0,3	— 0,05	+ 375,34	+ 375,29	
Oslo	14,9				
Kopenhagen p. 1	7,7				
29. 3.-2. 4. 1955	+ 7,2	+ 1,28	— 371,69	— 370,41	
Bad Harzburg	8,6				
München-N.	12,1				
4. 4.-8. 4. 1955	— 3,5	— 0,62	— 435,99	— 436,61	
München-N	11,4				
Rom I. N. G.	17,8				
12. 4.-16. 4. 1955	— 6,4	— 1,14	— 381,89	— 383,03	
Rocca di Papa	10,9				
Rom I. N. G.	17,0				
17. 4.-22. 4. 1955	— 6,1	— 1,09	+ 169,93	+ 168,84	Mittel: — 382,68
Rom I. N. G.	16,8				
München-N.	12,5				
23. 4.-28. 4. 1955	+ 4,3	+ 0,77	+ 381,56	+ 382,33	
Paris B. I. P. M.	17,6				
München-N.	14,1				
24. 10.-27. 10. 1955	+ 3,5	+ 0,62	— 195,53	— 194,91	
Paris B. I. P. M.	18,2				
Bad Harzburg	12,3				
31. 10.-3. 11. 1955	+ 5,9	+ 1,05	+ 238,40	+ 239,45	
Paris B. I. P. M.	18,5				
Bagnères, n. c.	13,4				
10. 11.-13. 11. 1955	+ 5,1	+ 0,91	— 653,66	— 652,75	
Bagnères, n. c.	14,2				
Pic du Midi, mag.	7,1				
6. 11.-8. 11. 1955	+ 7,1	+ 1,26	— 542,92	— 541,66	
München-N.	12,8				
Genf, Inst. Phys.	17,0				
19. 11.-24. 11. 1955	— 4,2	— 0,75	— 153,36	— 154,11	
Paris B. I. P. M.	17,4				
Genf, Inst. Phys.	15,9				
28. 11.-1. 12. 1955	+ 1,5	+ 0,27	— 349,43	— 349,16	
Bagnères, n. c.	8,0				
Genf, Inst. Phys.	13,9				
5. 12.-9. 12. 1955	— 5,9	— 1,05	+ 301,16	+ 300,11	
1955	Σ	+ 1,46	— 8,08	— 6,62	

Im Frühjahr 1956 erhielten Bruns und Marzahn für die Schweredifferenz München-Bad Harzburg folgende Ergebnisse:

Ergebnisse der Pendelmessungen Frühjahr 1956 (Gemessene Schweredifferenzen in mGal)

1. Einzelergebnisse der Hin- und Rückmessungen

Schweredifferenz	Hinmessung		Rückmessung	
	Marzahn	Brunn	Marzahn	Brunn
München – Bad Harzburg	439,91	439,61	438,32	438,27
Bad Harzburg – Bamberg	187,53	188,36	187,09	186,49
München – Bamberg	250,30	249,97	249,86	249,36

2. Mittel aus Hin- und Rückmessung, Gesamtmittel

Schweredifferenz	Beobachter		Gesamtmittel
	Marzahn	Brunn	
München – Bad Harzburg	439,12	438,94	439,03
Bad Harzburg – Bamberg	187,31	187,42	187,36
München – Bamberg	250,08	249,66	249,87
			437,23

Herr JELSTRUP hat uns folgende Ergebnisse zur Verfügung gestellt:

Forelögige tyngdedifferenser. Preliminary Gravity differences.

Stasjon Station	Pendel Pendulums IA + IB	Pendel Pendulums IA + IC	Pendel Pendulums VIA + VIB	Pendel Pendulums VIB + VIC	Frem Mean forward	Tilbake Mean backward	Mean	Standard deviation f
Hammerfest			244.61 245.35	244.22 245.58	244.42	245.47	244.95	0.32
Bodö			459.57 459.34	459.06 458.56	459.32	458.95	459.14	0.22
Oslo	369.45 368.52	369.53 369.03	369.13 367.38	368.86 368.70	369.24	368.41	368.83	0.24
Copenhagen	377.19 377.58	377.15 377.58	377.66 379.10	378.05 377.78	377.51	378.01	377.76	0.22
Bad Harzburg	436.75 435.62	436.71 435.66	436.03 435.29	434.98 434.83	436.12	435.35	435.74	0.25
München								

	Pendel VIA	Pendel VIB	Pendel VIC	$\frac{A + B}{2}$	$\frac{B + C}{2}$	A-B	B-C
Bodö I	.5051 555.2 555.3 558.6	.5051 564.8 563.8 565.4 568.0 568.1 568.5	.5051 560.0 559.6 562.0 .5051 549.9 548.8 549.7	.5051 559.0		— 9.6 — 8.5 — 6.8 18.1 19.3 18.8	
	Mean: .5051 556.4	.5051 566.4	.5051 549.5	.5051 560.5	.5051 558.9	— 8.3	18.7

6*

	Pendel VIA	Pendel VIB	Pendel VIC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{B+C}{2}$	A-B	B-C
<i>Bodö II</i>	.5051 559.7	.5051 566.0		.5051 562.9		— 6.3	
	559.9	565.8		562.9		— 5.9	
	558.0	564.6		561.3		— 6.6	
		570.7	.5051 555.8		.5051 563.3		14.9
		570.4	554.5		562.5		15.9
		570.0	552.7		561.4		17.3
Mean:	.5051 559.2	.5051 567.9	.5051 554.3	.5051 562.4	.5051 562.4	— 6.7	16.0
<i>Hammerfest</i>	.5050 928.1	.5050 934.3		.5050 931.2		— 6.2	
	929.2	937.2		933.2		— 8.0	
	927.8	933.3		930.6		— 5.5	
		941.4	.5050 923.1		.5050 932.3		18.3
		940.9	919.2		930.1		21.7
		939.7	921.7		930.7		18.0
Mean:	.5050 928.4	.5050 937.8	.5050 921.3	.5050 931.7	.5050 931.1	— 6.6	19.3
<i>Oslo I</i>	.5052 740.0	.5052 746.2		.5052 743.1		— 6.2	
	738.6	745.7		742.2		— 7.1	
	739.2	745.0		742.1		— 5.8	
		750.0	.5052 730.7		.5052 740.4		19.3
		750.8	728.9		739.9		21.9
		748.5	728.8		738.6		19.7
Mean:	.5052 739.2	.5052 747.7	.5052 729.4	.5052 742.4	.5052 739.6	— 6.3	20.3
<i>Oslo II</i>	.5052 742.8	.5052 749.2		.5052 746.0		— 6.4	
	739.4	748.5		743.9		— 9.1	
	740.5	747.3		743.9		— 6.8	
		753.3	.5052 732.2		.5052 742.7		21.1
		750.5	731.5		741.0		19.0
		751.1	731.8		741.4		19.3
Mean:	.5052 740.9	.5052 750.0	.5052 731.8	.5052 744.6	.5052 741.8	— 7.4	19.8
<i>Oslo III</i>	.5052 743.4	.5052 749.7		.5052 746.5		— 6.3	
	743.0	750.7		746.9		— 7.7	
	741.6	750.1		745.9		— 8.5	
		753.1	.5052 731.8		.5052 742.5		21.3
		753.3	732.9		743.1		20.4
		753.8	734.6		744.2		19.2
Mean:	.5052 742.7	.5052 751.8	.5052 733.1	.5052 746.5	.5052 743.3	— 7.5	20.3

	Pendel IA	Pendel IB	Pendel IC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+C}{2}$	A-B	A-C
<i>Köbenhavn I</i>	.5061547.1	.5061570.2		.5061558.7		— 23.1	
	547.2	569.2		558.2		— 22.0	
	546.1	565.2		555.7		— 19.1	
	547.2		.5061540.3		.5061543.8	6.9	
	543.7		541.8		542.8	1.9	
	546.4		539.6		543.0	6.8	
Mean:	.5061546.3	.5061568.2	.5061540.6	.5061557.5	.5061543.2	— 21.4	5.2
<i>Köbenhavn II</i>	.5061545.8	.5061573.4		.5061559.6		— 27.6	
	549.0	570.5		559.8		— 21.5	
	547.7	569.7		558.8		— 22.2	
	547.0		.5061541.5		.5061544.3	5.5	
	547.5		541.9		544.7	5.6	
	546.0		544.6		545.3	1.4	
Mean:	.5061547.2	.5061571.3	.5061542.7	.5061559.4	.5061544.8	— 23.8	4.2

	Pendel VIA	Pendel VIB	Pendel VIC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{B+C}{2}$	A-B	B-C
<i>Köbenhavn I</i>	.5053688.4	.5053700.2		.5053694.3		— 11.8	
	688.8	697.3		693.1		— 8.5	
	689.9	698.2		694.1		— 8.3	
		702.2	.5053680.9		.5053691.6	21.3	
		700.9	681.4		691.2	19.5	
		700.9	680.3		690.6	20.6	
Mean:	.5053689.0	.5053699.9	.5053680.9	.5053693.8	.5053691.1	— 9.5	20.5
<i>Köbenhavn II</i>	.5053683.2	.5053699.0		.5053691.1		— 15.8	—
	688.1	695.6		691.9		— 7.5	
	690.6	695.1		692.9		— 4.5	
		701.3	.5053683.3		.5053692.3	18.0	
		701.1	683.5		692.3	17.6	
		701.7	682.1		691.9	19.6	
Mean:	.5053687.3	.5053699.0	.5053683.0	.5053692.0	.5053692.2	— 9.3	18.4

	Pendel IA	Pendel IB	Pendel IC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+C}{2}$	A-B	A-C
<i>Bad Harzburg I</i>	.5062515.8	.5062542.5		.5062529.2		— 26.7	
	518.4	542.7		530.6		— 24.3	
	518.7	543.4		531.1		— 24.7	
	517.4		.5062516.9		.5062517.2	0.5	
	517.1		514.1		515.6	3.0	
	516.8		512.7		514.8	4.1	
Mean:	.5062517.4	.5062542.9	.5062514.6	.5062530.3	.5062515.9	— 25.2	2.5

	Pendel IA	Pendel IB	Pendel IC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+C}{2}$	A-B	A-C
<i>Bad Harzburg II</i>	.5062523.7	.5062546.5		.5062535.1		— 22.8	
	520.0	544.9		532.5		— 24.9	
	520.6	546.5		533.6		— 25.9	
	521.9		.5062516.1		.5062519.0		5.8
	520.7		516.5		518.6		4.2
	520.3		516.3		51.83		4.0
	Mean: .5062521.2	.5062546.0	.5062516.3	.5062533.7	.5062518.6	— 24.5	4.7

	Pendel VIA	Pendel VIB	Pendel VIC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{B+C}{2}$	A-B	B-C
<i>Bad Harzburg I</i>	.5054661.4	.5054670.3		.5054665.9		— 8.9	
	661.1	669.4		665.3		— 8.3	
	665.6	669.9		667.8		— 4.3	
		675.2	.5054655.4		.5054665.3		19.8
		675.3	651.9		663.6		23.4
		676.3	653.7		665.0		22.6
	Mean: .5054662.7	.5054672.7	.5054653.7	.5054666.3	.5054664.6	— 7.2	21.9

	Pendel IA	Pendel IB	Pendel IC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{B+C}{2}$	A-B	B-C
<i>Bad Harzburg II</i>	.5054664.7	.5054672.1		.5054668.4		— 7.4	
	664.5	670.9		667.7		— 6.4	
	665.1	671.8		668.4		— 6.7	
		674.8	.5054655.4		.5054665.1		19.4
		674.6	654.6		664.7		20.0
		674.0	656.5		665.3		17.5
	Mean: .5054664.8	.5054673.0	.5054655.5	.5054668.2	.5054665.0	— 6.8	19.0

	Pendel IA	Pendel IB	Pendel IC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{A+C}{2}$	A-B	A-C
<i>München I</i>	.5063647.1	.5063670.2		.5063658.7		— 23.1	
	646.7	668.7		657.7		— 22.0	
	643.0	668.4		655.7		— 25.4	
	645.1		.5063641.4		.5063643.3		3.7
	645.1		640.7		642.9		4.4
	644.3		640.9		642.6		3.4
	Mean: .5063645.2	.5063669.1	.5063641.0	.5063657.4	.5063642.9	— 23.5	3.8

	Pendel VIA	Pendel VIB	Pendel VIC	$\frac{A+B}{2}$	$\frac{B+C}{2}$	A-B	B-C
<i>München II</i>	5055786.8	5055793.6		5055790.2		— 6.8	
	785.9	792.8		789.4		— 6.9	
	785.7	792.5		789.1		— 6.8	
		792.4	5055777.5		5055785.0		14.9
		793.2	777.0		785.1		16.2
		795.6	776.5		786.1		19.1
	Mean:	5055786.1	5055793.4	5055777.0	5055789.6	5055785.4	— 6.8 16.7

Wir fassen nun diese Ergebnisse mit den früheren Pendelmessungen zusammen, so weit sich diese einwandfrei auf die Pendelstationen unserer Eichlinien beziehen lassen, und erhalten damit folgende vorläufige Ergebnisse. Die vorläufigen Mittelwerte hieraus haben wir in Fig. 46. zusammengestellt.

Vorläufige Ergebnisse der Pendelmessungen auf der Europäischen
Gravimeter-Eichlinie

Stand: 1. 1. 1956

I. Abteilung: Nord-Süd-Verbindungen

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
I-II Edinburgh Royal Observatory Teddington, N. P. L.	Bullerwell	1952	387,25	
II-III Teddington, N. P. L. Clarks Pfeiler Paris, Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler	Cook	1952	+ 256,73	
III-IV Paris, Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave	Bruns	1955	652,75	
Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave Pic du Midi Point Lejay	Bruns	1955	541,66	
V-VI Hammerfest Kirkegata 21, Pendelpunkt Bodö, Volksschule Sivert Nitsensgata, Pendelpunkt	Jelstrup	1955	244,95	
VI-VII Bodö, Volksschule Sivert Nitsensgata, Pendelpunkt Oslo, Geolog. Museum, Sarsgata 1, Raum 030, Pendelpunkt	Jelstrup	1955	459,14	

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
VII-VIII				
Oslo, Geolog. Museum, Sarsgata 1, Raum 030 Pendelpunkt	Rose	1954	369,3	
	Brunn	1955	370,41	
	Jelstrup	1955	368,83	
Kopenhagen, Buddinge Fort, Pfeiler 1	Vorläufiges Mittel:		369,51	
VIII-IX				
Kopenhagen, Buddinge Fort, Pfeiler 1	Schmehl, H.	1930	281,6	Übertragungen sind berücksichtigt.
	Andersen, E.	1930	285,9	
	Andersen, E.	1935	286,6	
	Brockamp, B.	1935	283,4	
Potsdam, Pendelpunkt, Absolutstation	Vorläufiges Mittel:		284,4	
VIII-X				
Kopenhagen, Buddinge, Pfeiler Nr. 1	Rose	1954	377,7	
Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus, Pendelpunkt	Brunn	1955	375,29	
	Jelstrup	1955	377,76	
	Vorläufiges Mittel:		376,92	
IX-XI				
Potsdam, Pendelsaal, Absolutpunkt	Anding	1898	529,7	540,8 Potsd.-M. Stern- warte -11,1 Übertr. Morelli
München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Schütte	1928	530,3	
	Weißen	1934-43	530,9	
	Vorläufiges Mittel:		530,3	
X-XI				
Bad Harzburg Ev. Gemeindehaus, Kirchstr. 6, Pendelpunkt	Weißen	1934-43	437,3	indirekt über Bamberg!
München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Rose	1954	436,3	
	Brunn	1955	436,61	
		1954	436,09	
	Jelstrup	1955	435,74	
	Marzahn	1956	439,12	
	Brunn	1956	438,94	
	Marzahn	1956	437,39	
	Brunn	1956	437,08	
	Vorläufiges Mittel:		437,19	
XI-XII				
München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Rose	1954	380,0	indirekt über Bamberg
	Brunn	1955 I	383,03	
	Brunn	1955 II	382,33	
Rom, I. N. G. Rocca di Papa, Observ. Geophys.	Vorläufiges Mittel:		381,79	
	Brunn	1955	168,84	550,63

II. Abteilung: West-Ost-Verbindung

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
I-III Edinburgh, Royal Observatory Oslo, Geol. Museum, Sarsgata 1, Raum 030, Pendelpunkt				
II-VII Teddington, N. P. L. Clarks Pfeiler Oslo, Geol. Museum, Sarsgata 1, Raum 030, Pendelpunkt	Rose	1954	[730,7] ¹	
II-VIII Teddington, N. P. L., Clarks Pfeiler Kopenhagen, Buddinge Fort, Pfeiler 1	Rose	1954	[361,4]	
II-X Teddington, N. P. L., Clarks Pfeiler Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus Pendelkeller	Cook Rose vorläufiges	1952 1954 Mittel:	+ 15,68 + 16,3 15,99	
X-IX Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus, Pendelkeller Potsdam, Pendelsaal, Absolutstation	Weiken	1934-43	+ 93,6	
III-X Paris-Sèvres, B. I. P. M. Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus, Pendelpunkt	Putnam Lejay Vening-Meinesz Bruns Vorläufiges	1900 1935 1921-25 1955 Mittel:	240,64 239,44 237,74 239,45 239,32	über Potsdam
III-XI Paris-Sèvres, B. I. P. M. Absolutstation München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Bruns	1955	194,91	
III-XIII Paris, Sèvres, B. I. P. M., Absolutstation Genf, Phys. Inst. Pendelpunkt	Bruns	1955	349,16	
XIII-XI Genf, Phys. Inst. Pendelpunkt München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Bruns	1955	154,11	
IV-XIII Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave Genf, Phys. Inst. Pendelpunkt	Bruns	1955	300,11	

¹ Aus vorläufigen g-Werten gerechnet.

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
XIII-XII Genf, Phys. Inst., Pendelpunkt Rom, Rocca di Papa, Observ. Geophys.				
IV-XII Bagnères de Bigorre Rom, Rocca di Papa, Observ. Geophys.				

Anmerkungen zur vorstehenden Tabelle.

Der Schwereunterschied zwischen Paris-Sèvres, B. I. P. M., Pf. und Bad Harzburg wurde aus folgenden Messungen zusammengesetzt:

Putnam, 1900; Potsdam, Pendelsaal — Paris, Pkt. P.	$g = 331,0$ mGal
Umrechnung: Paris, Pkt. P. — Sèvres, B. I. P. M., Pf.	$+3,24$ mGal
	<hr/>
	334,24 mGal
Umrechnung: Potsdam — Bad Harzburg	$-93,60$ mGal
Bad Harzburg, Pendelpunkt — Paris, Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler	<hr/>
	240,64 mGal
Lejay, 1935; Potsdam, Pendelsaal — Paris, Pkt. P.	$g = 329,8$ mGal
Umrechnung: Paris, Pkt. P. — Sèvres, B. I. P. M., Pf.	$+3,24$ mGal
	<hr/>
	333,04 mGal
Umrechnung Potsdam — Bad Harzburg	$-93,60$ mGal
Bad Harzburg, Pendelpunkt — Paris, Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler	<hr/>
	240,44 mGal
Vening-Meinesz, 1921; Potsdam, Pendelsaal — De Bilt + 7	Mittel +6,0 mGal
1925; Potsdam, Pendelsaal — De Bilt + 5	<hr/>
De Bilt — Paris, Pkt. P.	322,1 mGal
	<hr/>
Umrechnung: Paris, Pkt. P. — Sèvres B. I. P. M., Pf.	328,1 mGal
Bad Harzburg, Pendelpunkt — Paris, Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler	$+3,24$ mGal
Umrechnung: Potsdam — Bad Harzburg	<hr/>
	331,34 mGal
	$-93,60$ mGal
	<hr/>
	237,74 mGal

Schließlich stellen wir hier noch die wichtigsten Langstreckengravimetrierungen auf den Eichlinien zusammen, ohne sie weiter zu verwenden, weil die benutzten Gravimeter keine einheitliche Eichung aufweisen. Von besonderer Bedeutung sind hier die Gravimetrierungen im vorläufigen europäischen Gravimeternetz, das MORELLI 1954 in Rom vorgelegt hat. Wir haben das von MORELLI und MARTIN gemessene Netz¹ wie bereits oben erwähnt etwas vereinfacht und streng ausgeglichen. Die aus dieser Ausgleichung erhaltenen Werte sind in der nachstehenden Tabelle mit „MORELLI, Ausgleichung 1956“ und in Fig. 47 mit „M“ bezeichnet. Alle Werte sind auf die Hauptpendelstationen unserer Eichlinien umgerechnet.

¹ KNEISSL, M., „Niveau und Maßstab des vorläufigen europäischen Gravimeter-Netzes“. Veröff. d. DGK, Reihe A, Heft 21. München 1956.

Vorläufige Ergebnisse der Gravimetermessungen
(Langstrecken-Gravimetrierungen)

Stand: 1. 1. 1956

I. Abteilung: Nord-Süd-Verbindungen

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
I-II				
Edinburgh Royal Observatory	Cook	1953	387,37	
Teddington, N. P. L., Clarks Pfeiler	Martin	1948/49	<u>387,00</u>	
	vorläufiges	Mittel:	387,18	
	Morelli	Ausgl. 1956	387,05	
II-III				
Teddington, N. P. L., Clarks Pfeiler	Woppard	1948	255,44	
Paris, Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler	Martin	1948	255,53	
	Morelli	1951	255,74	
	Morelli	1951	255,86	
	Martin	1952	<u>255,59</u>	
	vorläufiges	Mittel:	255,63	
	Morelli	Ausgl. 1956	255,58	
III-IV				
Paris-Sèvres B. I. P. M.	Martin	1954	652,93	
(Eichbasis)				
Bagnères de Bigorre Nouvelle Cave	Morelli	Ausgl. 1956	653,14	
Bagnères de Bigorre Nouvelle Cave				
Pic du Midi Point Lejay				
V-VI				
Hammerfest Kirkegata 21, Pendelpunkt				
Bodö, Volksschule Sivert Nitsensgata,				
Pendelpunkt				
VI-VII				
Bodö, Volksschule Sivert, Nitsensgata,				
Pendelpunkt				
Oslo, Geolog. Museum, Sarsgata 1,				
Raum 030, Pendelpunkt				
VII-VIII				
Oslo, Geolog. Museum, Sarsgata 1,	Trovaag/			
Raum 030 Pendelpunkt	Jelstrup	1948/49	371,38	
Kopenhagen, Buddinge-Fort, Pfeiler 1				
VIII-IX				
Kopenhagen, Buddinge-Fort, Pfeiler 1				
Potsdam, Pendelpunkt, Absolutstation				
7*				

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
VIII-X Kopenhagen, Buddinge-Fort, Pfeiler 1 Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	377,01	
IX-XI Potsdam, Pendelsaal, Absolutpunkt München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt				
X-XI Bad Harzburg Ev. Gemeindehaus Kirchstr. 6, Pendelpunkt München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	435,69	
XI-XII München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt Rom, I. N. G. Rom, Rocca di Papa, Observ. Geophys.	Morelli	Ausgl. 1956	381,97	
	Morelli	Ausgl. 1956	552,65	

II. Abteilung: West-Ost-Verbindungen

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
I-III Edinburgh, Royal Observatory Oslo, Geol. Museum, Sarsgata 1, Raum 030, Pendelpunkt				
II-VII Teddington Oslo	Trovaag/Jelstrup	1948/49	733,81	
II-VIII Teddington Kopenhagen	Woppard Morelli	1948 Ausgl. 1956	361,3 361,02	(Coron)
II-X Teddington, N. P. L., Clarks Pfeiler Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus, Pendelkeller	Morelli	Ausgl. 1956	15,99	
X-IX Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus, Pendelkeller Potsdam, Pendelsaal, Absolutstation				

Abschnitt	Beobachter	Jahr	Δg mGal	Bemerkungen
III-X Paris-Sèvres B. I. P. M. Bad Harzburg, Ev. Gemeindehaus, Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	239,59	
III-XI Paris-Sèvres, B. I. P. M., Absolutstation München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	196,10	
III-XIII Paris-Sèvres, B. I. P. M., Absolutstation Genf, Phys. Inst., Pendelpunkt				
XIII-XI Genf, Phys. Inst., Pendelpunkt München-Nymphenburg, Eichamt, Pendelpunkt				
IV-XIII Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave Genf, Phys. Inst. Pendelpunkt				
XIII-XII Genf, Phys. Inst., Pendelpunkt Rom, Rocca di Papa, Observ. Geophys.				
IV-XII Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave Rom, Rocca di Papa, Geophys. Observ., Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	95,61	
Paris-Sèvres, B. I. P. M., Pfeiler Rom, Rocca di Papa, Geophys. Observ., Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	748,75	
Bagnères de Bigorre, Nouvelle Cave München-Nymphenburg, Pendelpunkt	Morelli	Ausgl. 1956	457,04	

RAUM FÜR HANDSCHRIFTLICHE NACHTRÄGE

RAUM FÜR HANDSCHRIFTLICHE NACHTRÄGE

RAUM FÜR HANDSCHRIFTLICHE NACHTRÄGE

Abbildungen und Figuren zu

MAX KNEISL

Die internationalen europäischen Gravimeter-Eichbasen

Beschreibung und vorläufige Messungsergebnisse

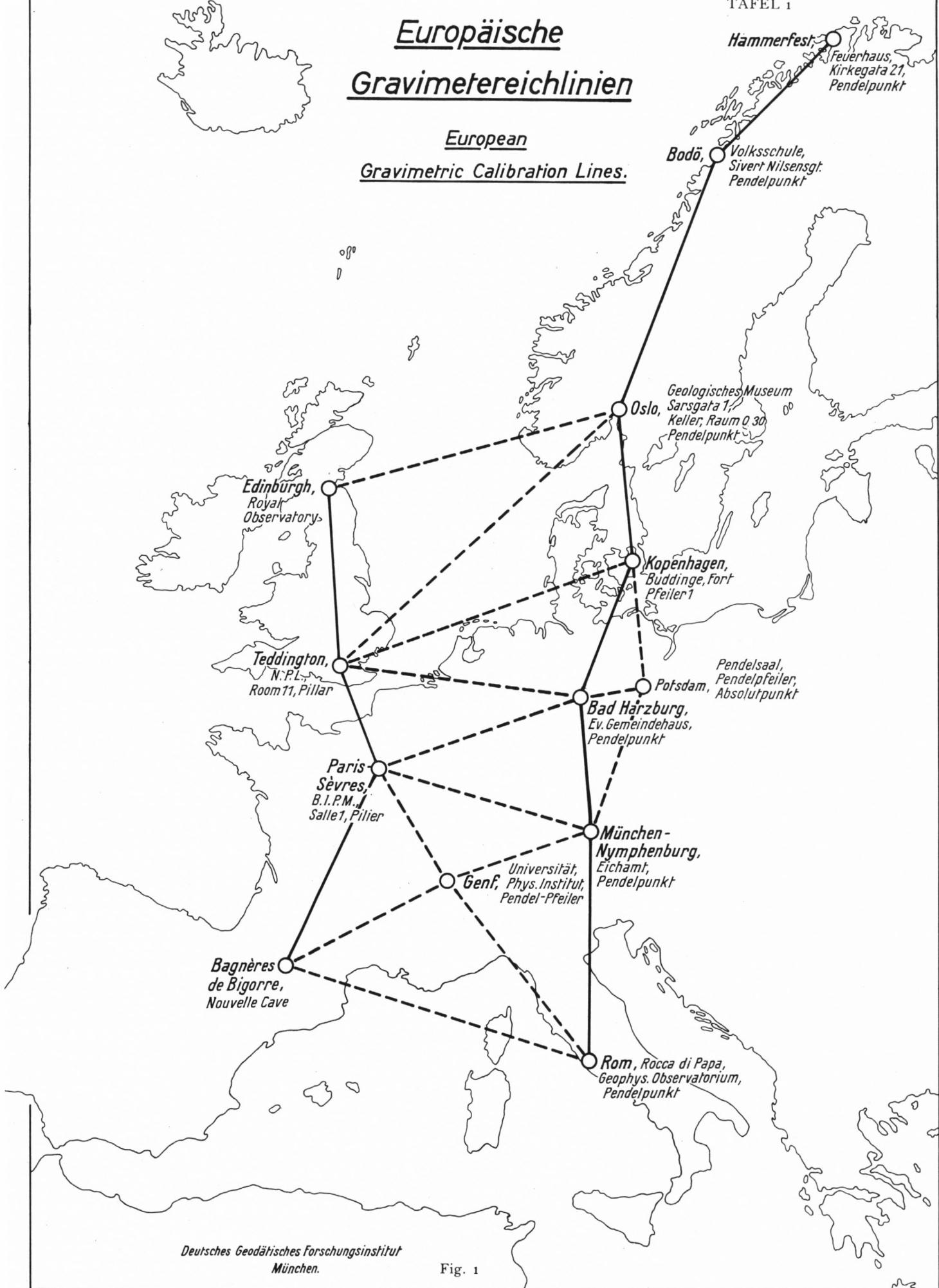
1954-1956

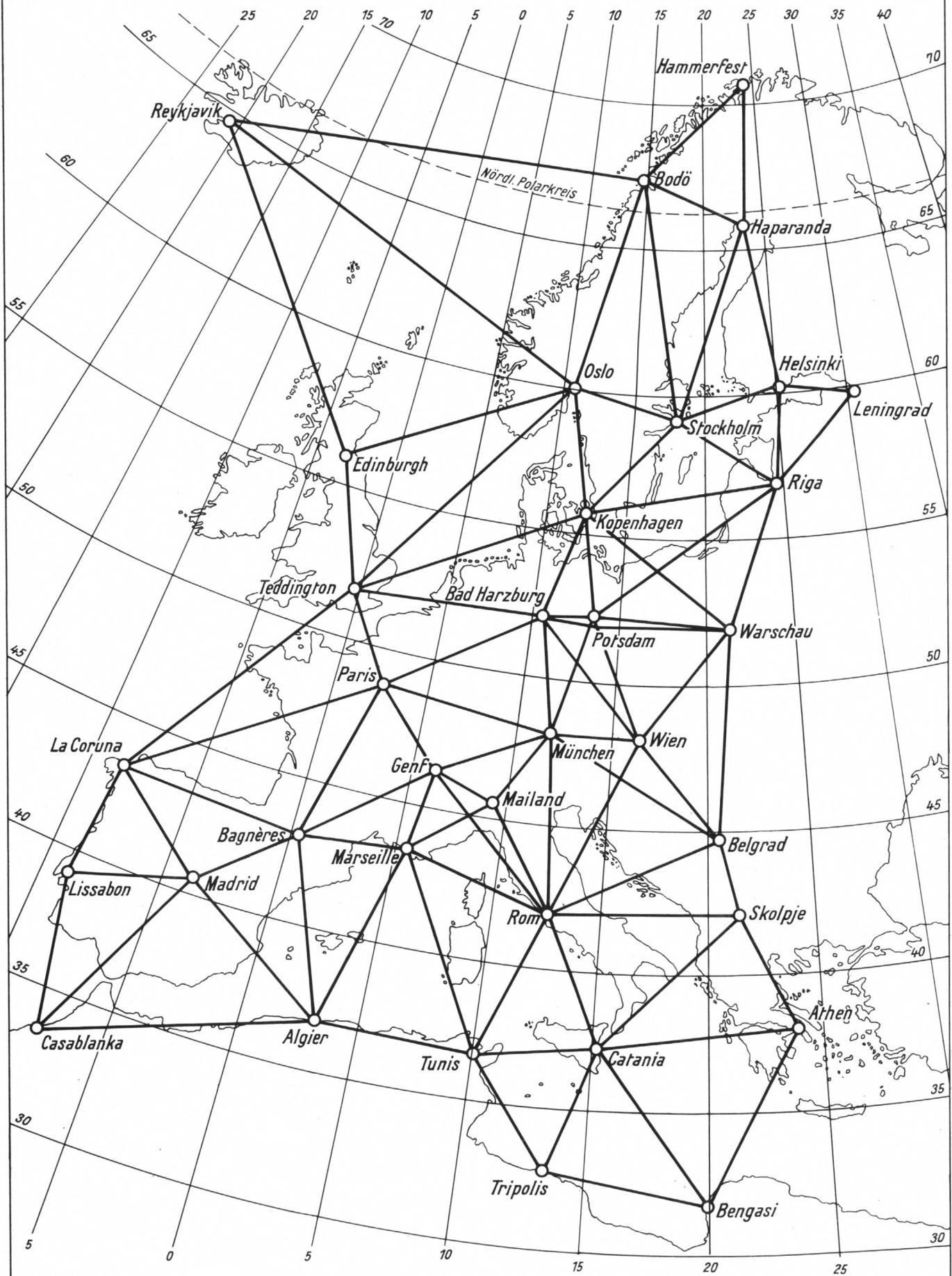
Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, mathematisch-
naturwissenschaftliche Klasse. Neue Folge, Heft 79

München 1956

Europäische Gravimetereichlinien

European
Gravimetric Calibration Lines.



Europäisches Pendelgrundnetz

Maßstab 1:20 000 000

Fig. 2

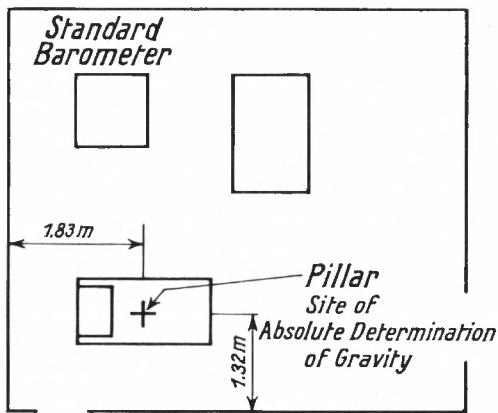


Fig. 3. Teddington National Physical Laboratory,
Punktskizze

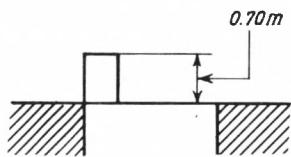
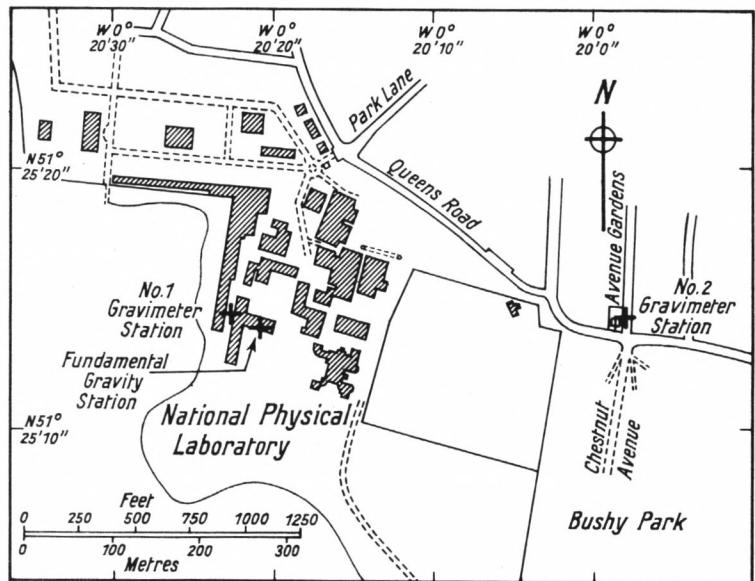


Fig. 4. Lageskizze



TAFEL 4

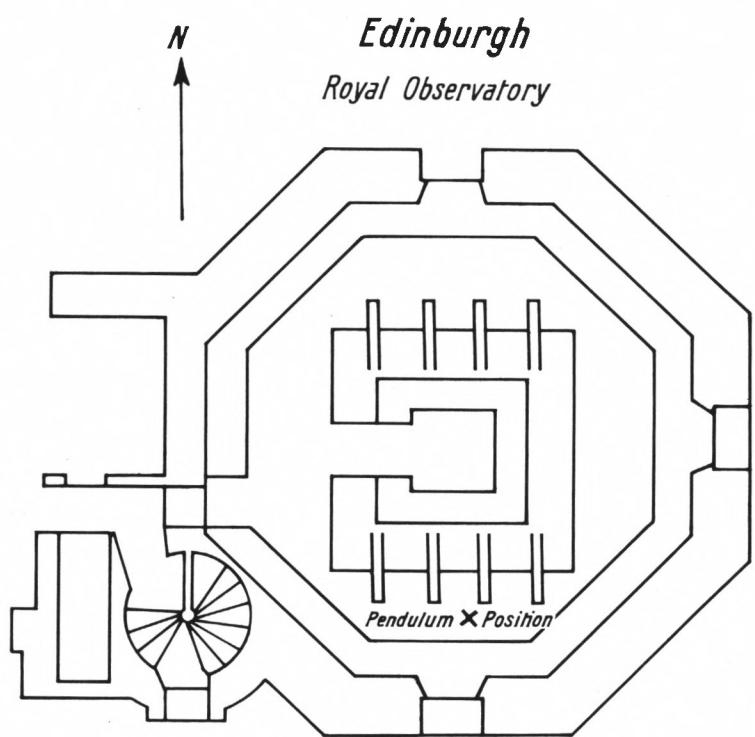


Fig. 5

Observatoire de Paris
Ancienne et nouvelle salles de pesanteur

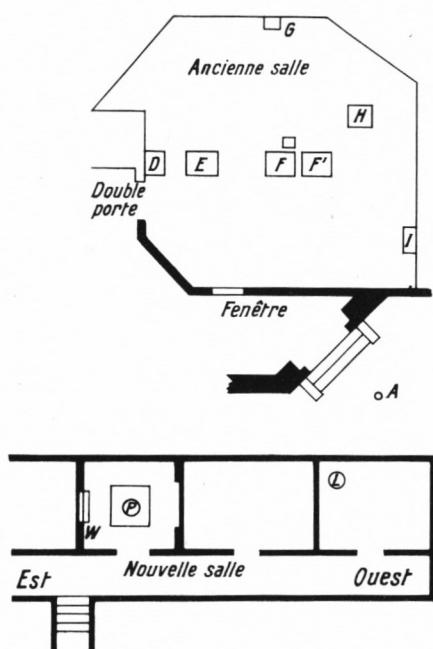


Fig. 6

Observatoire de Paris
Stations gravimétriques extérieures

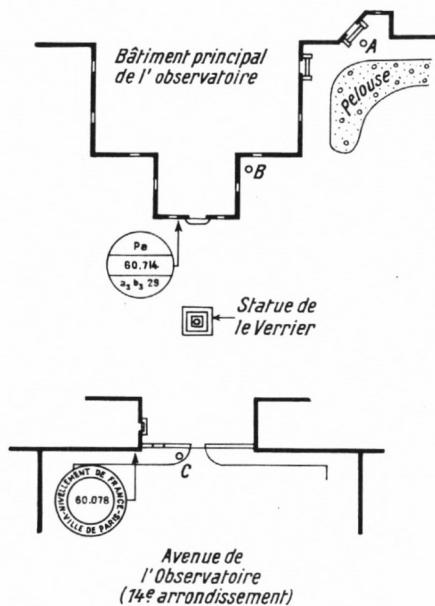


Fig. 7

Hauteur des Pilliers gravimétriques au-dessus du sol de la salle

1. Ancienne salle

Pilier D	1,25 m
Pilier E	0,60 m
Piliers F, F'	1,60 m (n'ont jamais été utilisés)
Console G	0,56 m (spéciale pour pendule Holweck-Lejay)
Pilier H	0,76 m (en briques)
Pilier I	1,38 m (porte sur sa paroi latérale des boulons pour fixer l'appareil de Mioni).

2. Nouvelle salle, dans les caves

Pilier P	0,88 m (pilier cylindrique isolé du sol de la salle)
Tablette W	0,90 m (scellée sur le mur de gauche en entrant)

3. Salle provisoire, dans les caves à l'extrême ouest du couloir

Pilier L	0,87 m (pilier cylindrique)
----------	-----------------------------

Valeurs de g admises aux différents points de stationnement

Pilier E (ancienne salle)	980 943,00 mGal
Sol de l'ancienne salle	943,20 mGal
Point extérieur A	943,35 mGal
Point extérieur C	943,71 mGal
Pilier P	943,91 mGal
Tablette W	943,91 mGal
Sol de la nouvelle salle	944,16 mGal

TAFEL 6

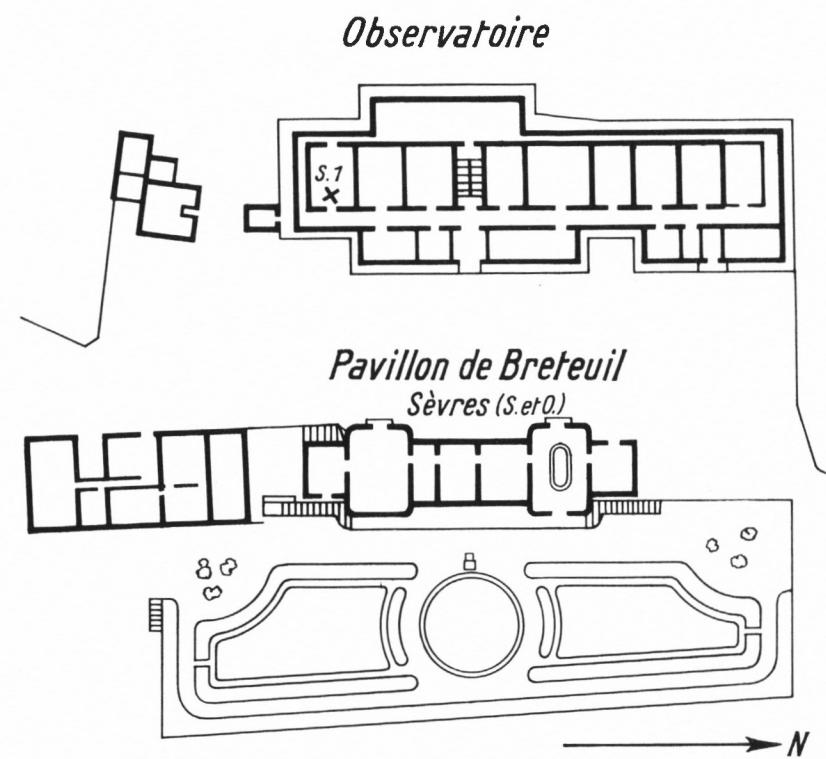


Fig. 8

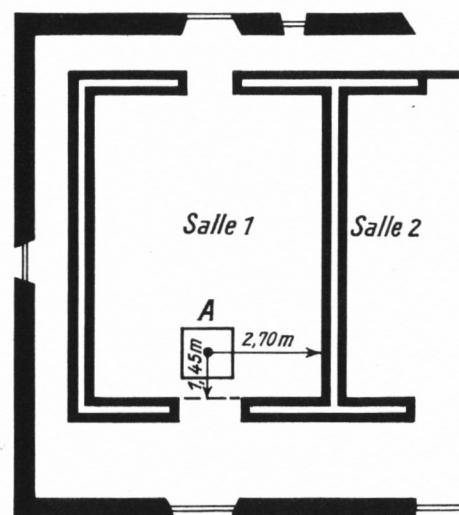


Fig. 9



Fig. 10. Paris – Observatoire point A

La station est située sur les pavés, dans l'axe de la porte qui conduit à l'ancienne salle de pesanteur.



Fig. 11. Paris – Observatoire point C

La station est située à l'extérieur de l'enceinte de l'observatoire, devant la grille d'entrée, sur l'arrondi du trottoir. C'est la station la plus commode, éclairée en permanence pendant la nuit. C'est cette station que l'on utilisera de préférence.



Fig. 12. Paris le Bourget, Aérodrome, hall central, porte d'accès

En venant de Paris pénétrer d'abord dans la grande cour extérieure de l'aérogare des voyageurs. L'accès à la station se fait par la porte marquée d'une flèche. Après avoir franchi cette porte tourner immédiatement à droite.



Fig. 13. Vue de la station

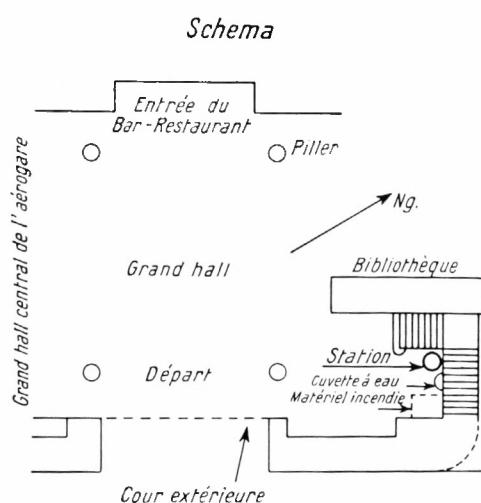


Fig. 14.

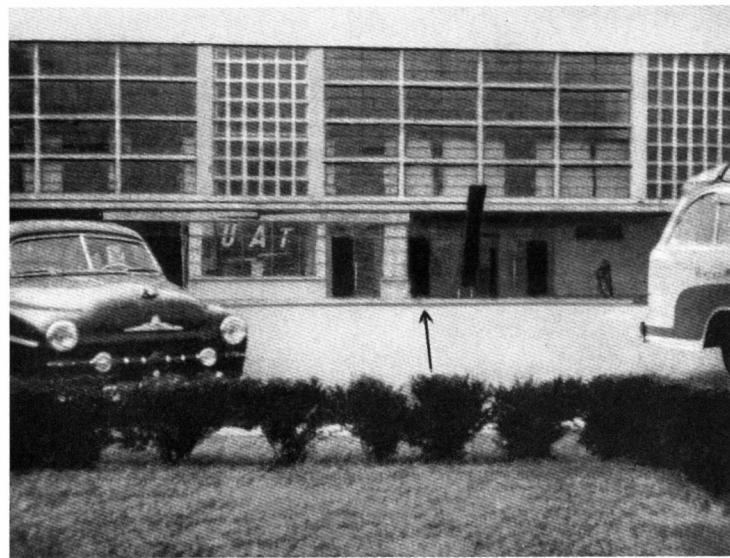


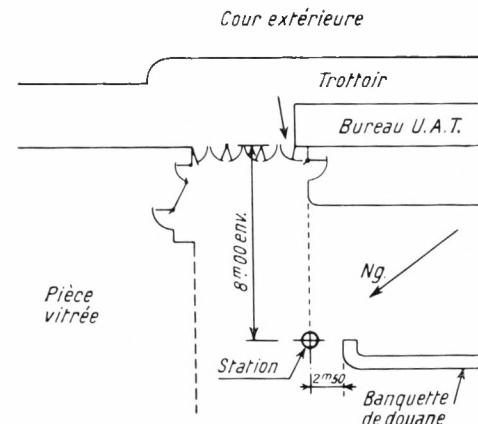
Fig. 15. Paris le Bourget, aérodrome, douane départ. Porte d'Accès

En venant de Paris pénétrer d'abord dans la grande cour extérieure de l'aérogare des voyageurs. L'accès à la station se fait par la porte marquée d'une flèche.



Fig. 16. Vue de la Station. Depuis la prise de cette photographie la banquette de douane a été légèrement déplacée.

Schema



Ce schéma représente la disposition actuelle des lieux.

Fig. 17.



Fig. 18. Paris-Orly, aérodrome

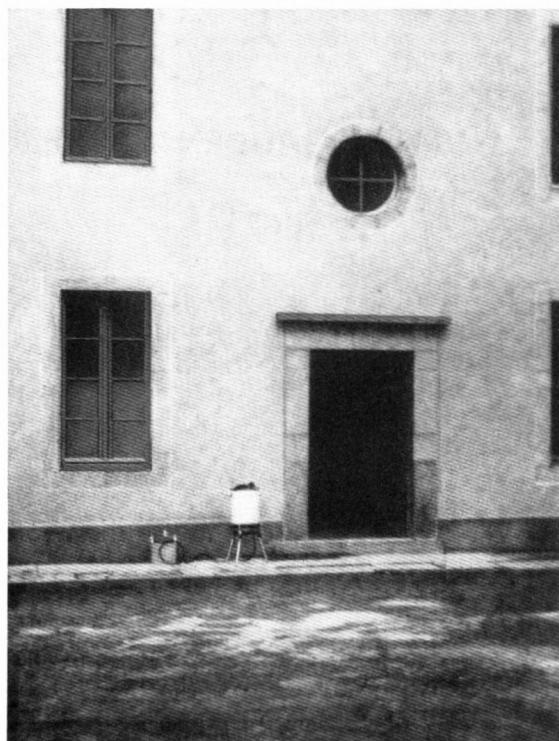
Vue de la station

Depuis la prise de la photographie, la décoration intérieure de la salle a été modifiée.

La station se trouve dans la salle d'attente I destinée à recevoir les voyageurs à leur descente d'avion. Cette salle est située à l'extrême sud du bâtiment de l'aérogare des voyageurs.

Des baies vitrées et une porte donnent directement sur l'aire de stationnement des avions.

L'accès en venant de Paris se fait par la salle de visite des bagages par la douane à l'arrivée. Pour obtenir l'autorisation d'accès s'adresser au Chef des gardiens.



Station atelier no. 127

(A la suite des transformations effectuées aux bâtiments cette station n'est plus située exactement devant l'atelier).

La description actuelle est:
dans la cour, à gauche de la porte d'entrée.

La photographie représente l'état actuel des lieux.

Fig. 19. Bagnères-de-Bigorre Observatoire



Fig. 20. Station nouvelle cave no. 128

La photographie représente l'extérieur de la Nouvelle Cave séismique et gravimétrique de l'observatoire de Bagnères. La station se trouve à l'intérieur de la cave gravimétrique, contre le mur du fond.



Fig. 21. Pic-du-Midi de Bigorre observatoire vestibule station R. P. LEJAY no. 140 a

Vestibule d'entrée d'hiver, et d'entrée des touristes en été.

TAFEL 14

Station: Hammerfest, Feuerhaus

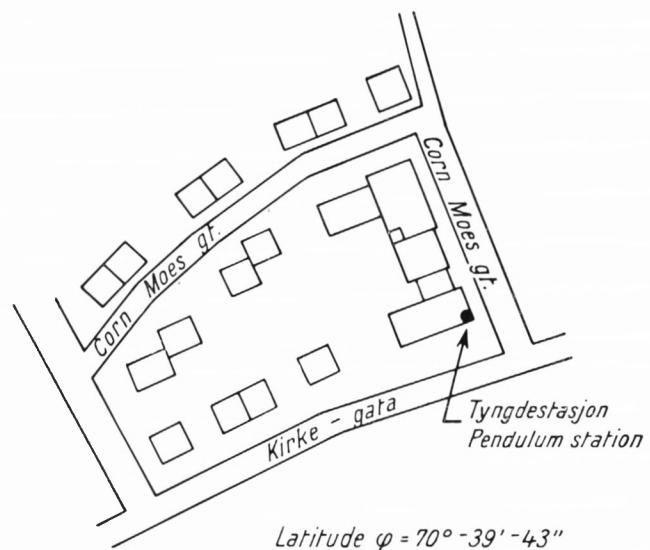


Fig. 22

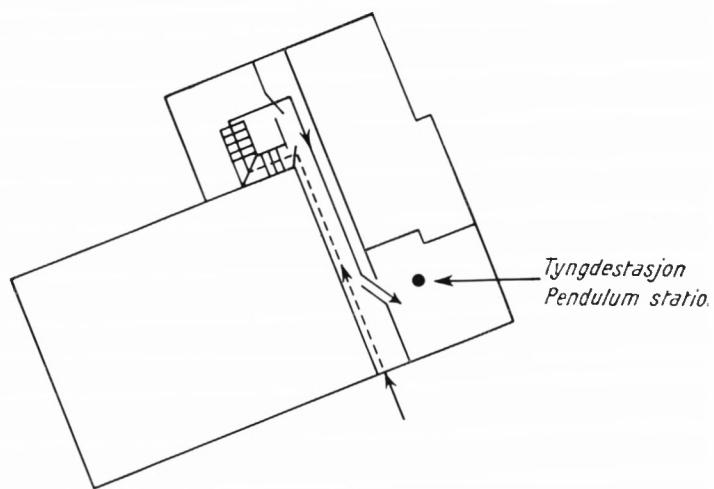


Fig. 23

Station: Bodö, Volksschule

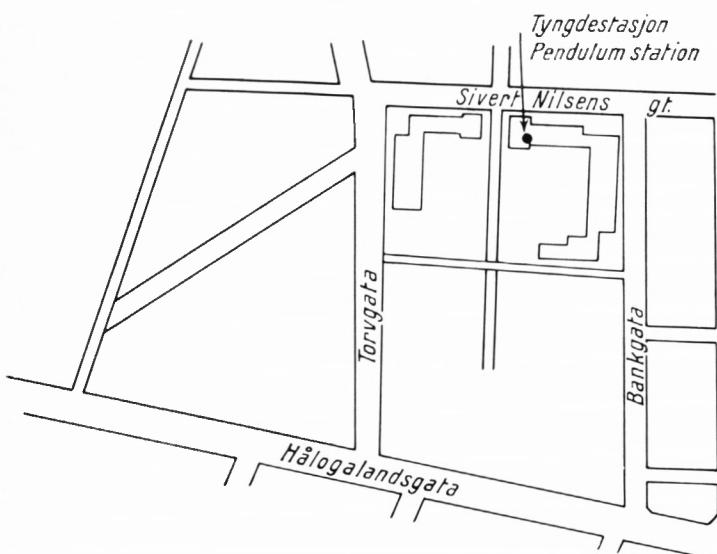


Fig. 24

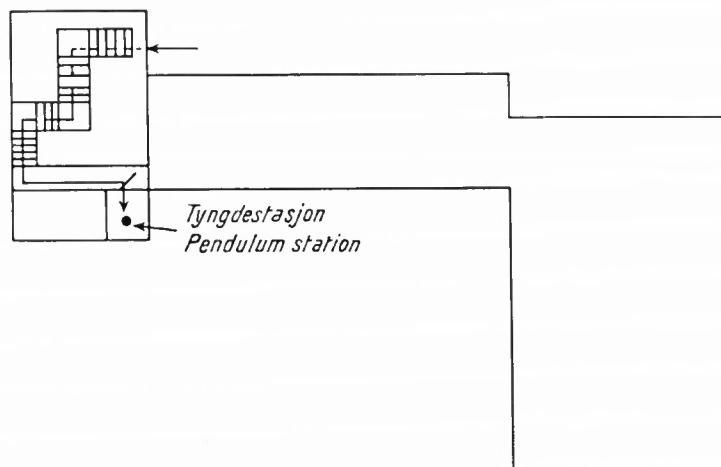


Fig. 25

$H = 13,37$ m

TAFEL 15

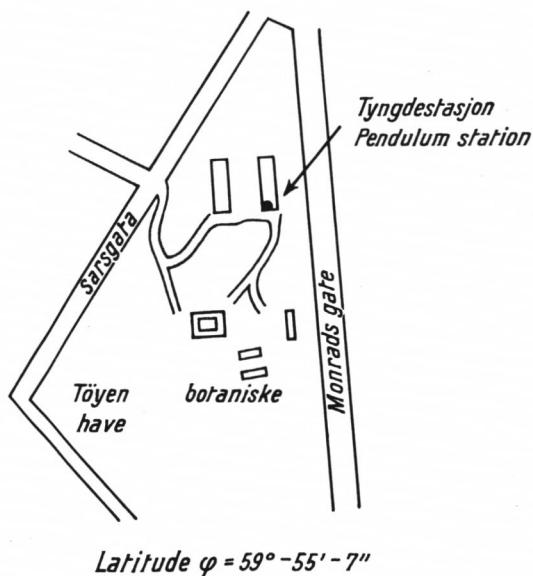


Fig. 26

Station: Oslo, Geol. Museum

$H = 30,9$

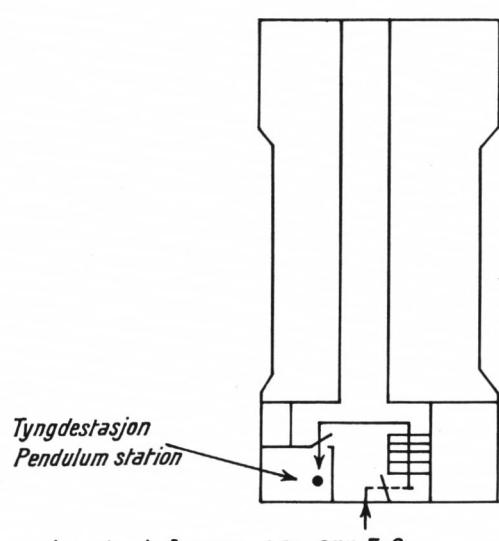


Fig. 27

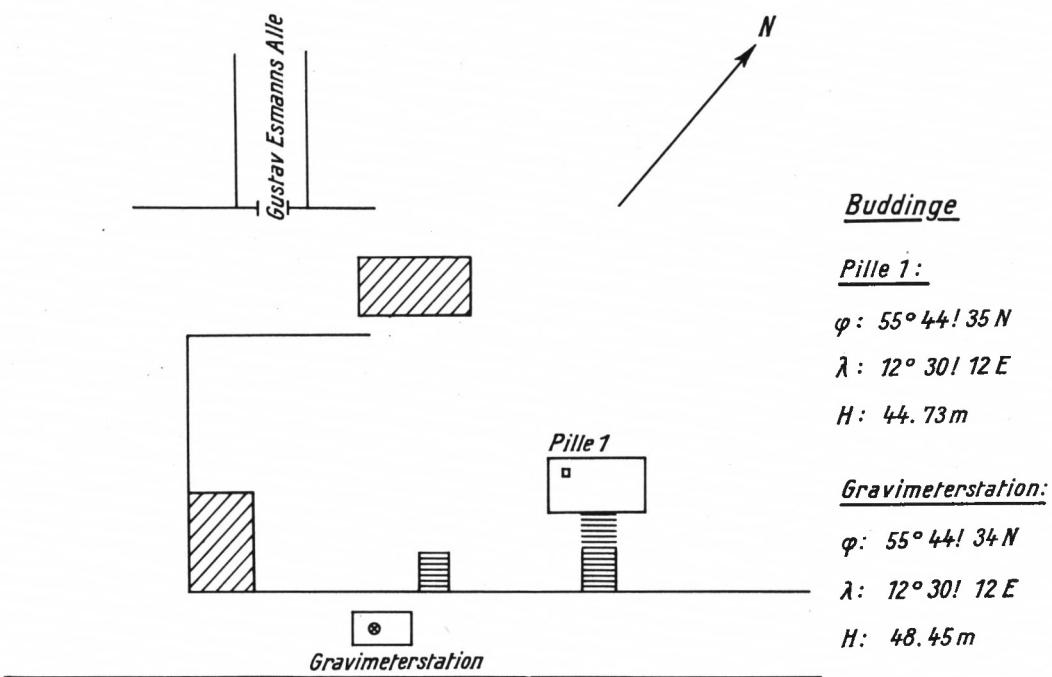
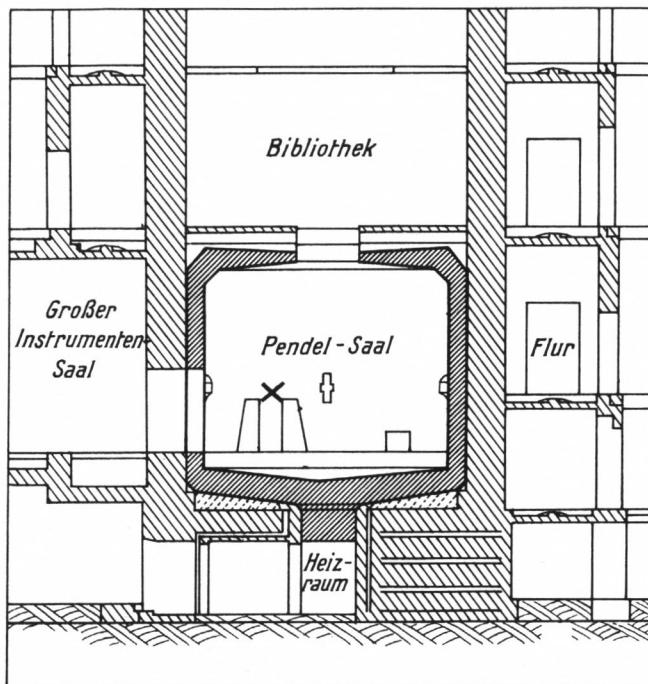


Fig. 28. Die Dänische Fundamentalstation Kopenhagen, Buddinge

TAFEL 16



Potsdam – Fundamentalpunkt Pendelsaal

Fig. 29. Vertikalschnitt Nord-Süd

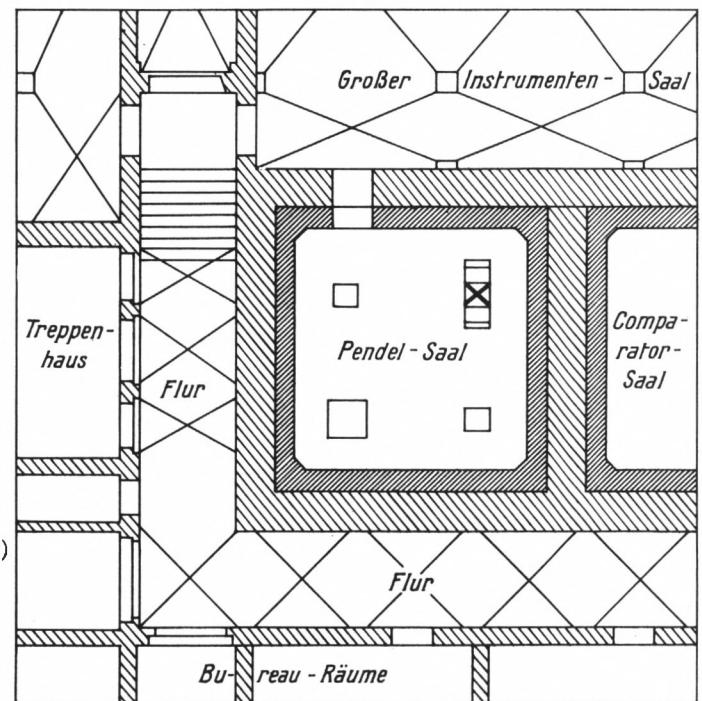


Fig. 30. Horizontalschnitt

✗ Fundamentalpunkt (Absolutmessung)

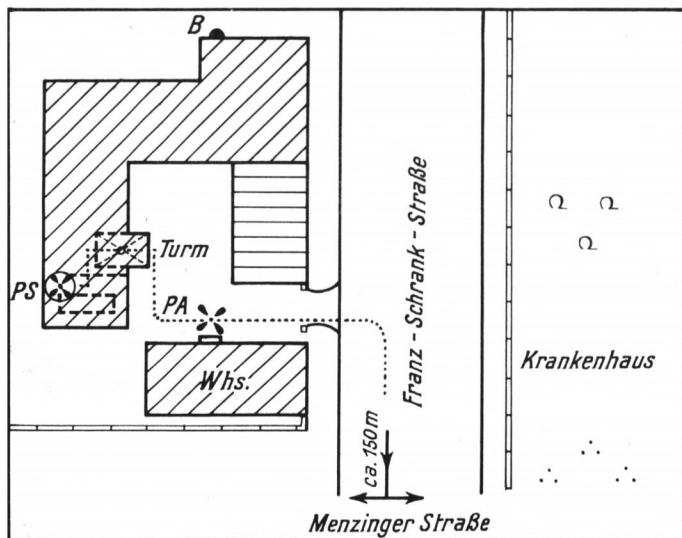


Fig. 31. Hauptpendelstation München-Nymphenburg. Lageskizze

⊗ Pendelpunkt × Gravimeterpunkt

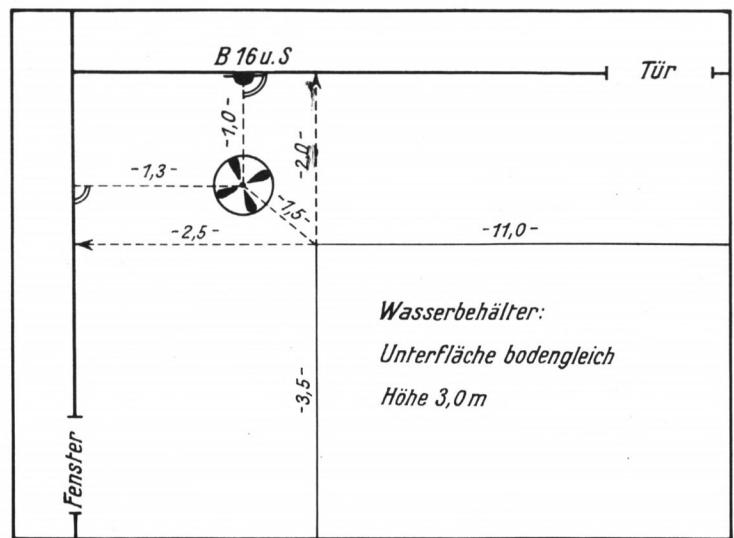
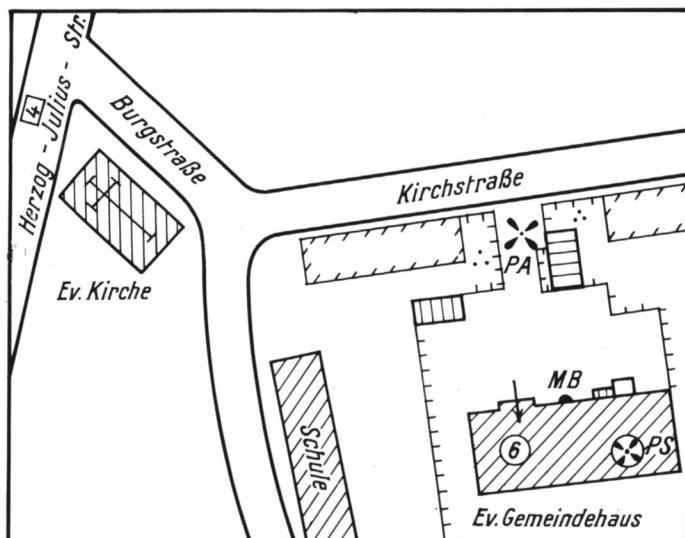


Fig. 32. Anmessungsskizze

⊗ Pendelpunkt



Lageskizze

Fig. 33. Bad-Harzburg

⊗ Pendelpunkt
× Gravimeterpunkt

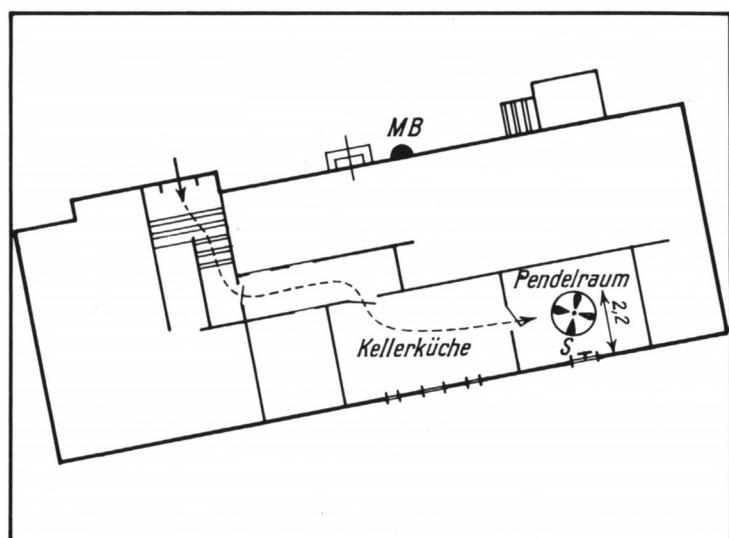


Fig. 34. Punktskizze

Rocca di Papa

Geophysical Observatory

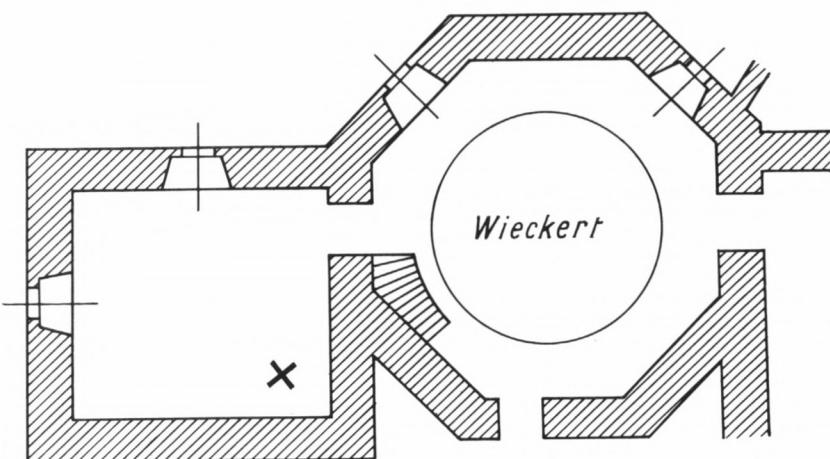


Fig. 35. Hauptpendelstation Rocca di Papa

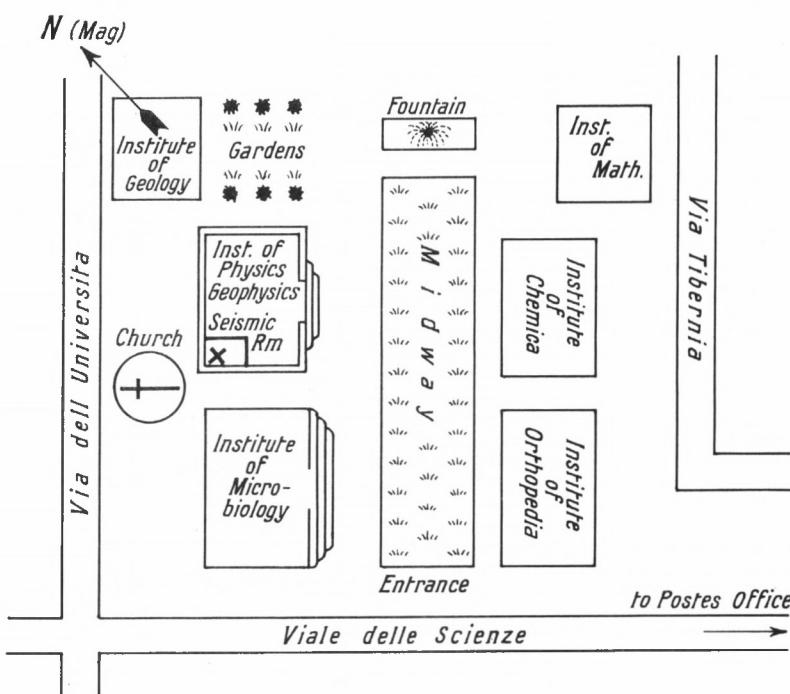


Fig. 36 b.

Fig. 36 a. Hauptpendelstation Rom

Genf, Physikalisches Institut

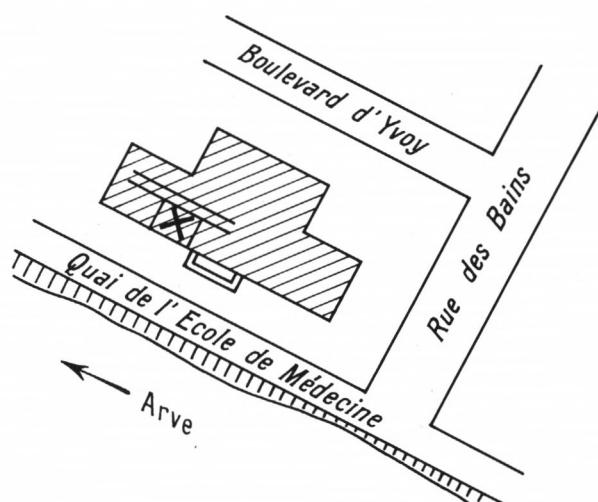


Fig. 37. Genf

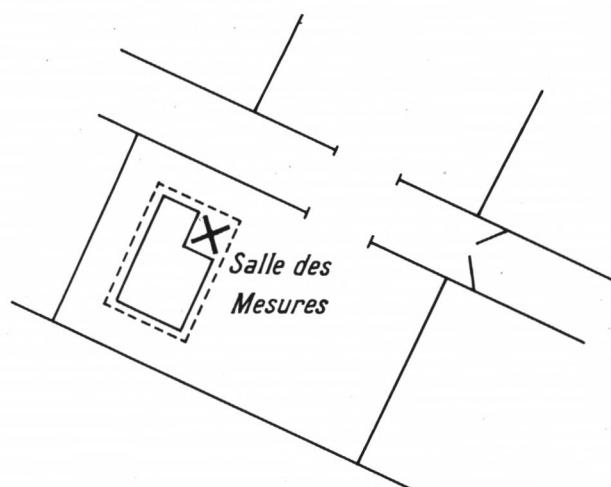


Fig. 38. Genf

TAFEL 20

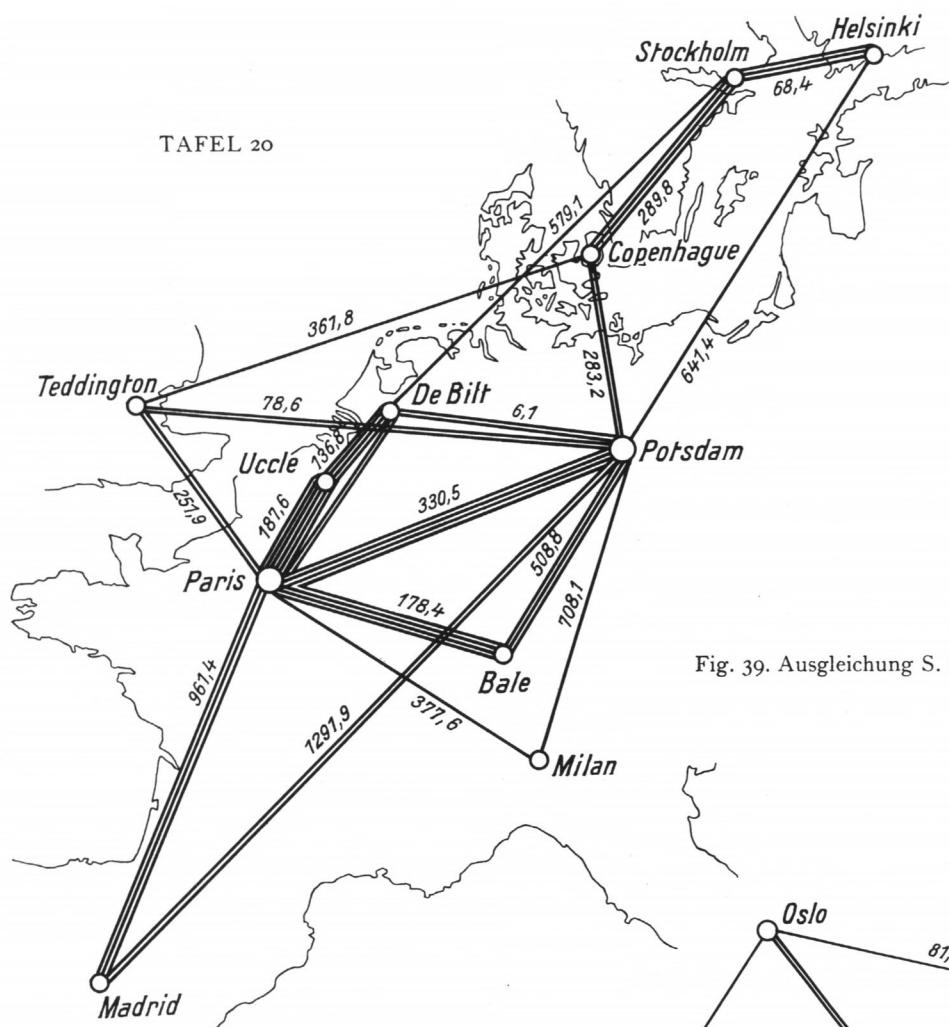


Fig. 39. Ausgleichung S. Coron (1950)

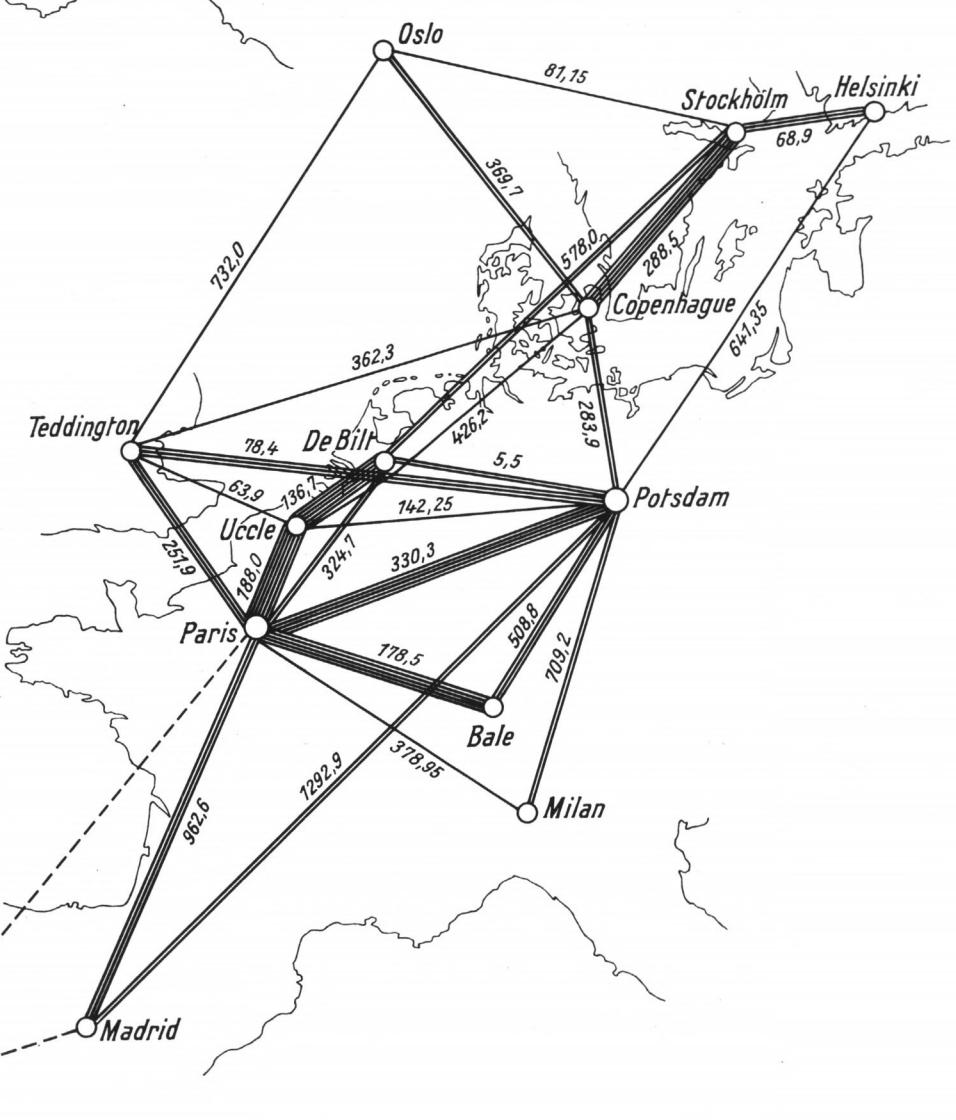
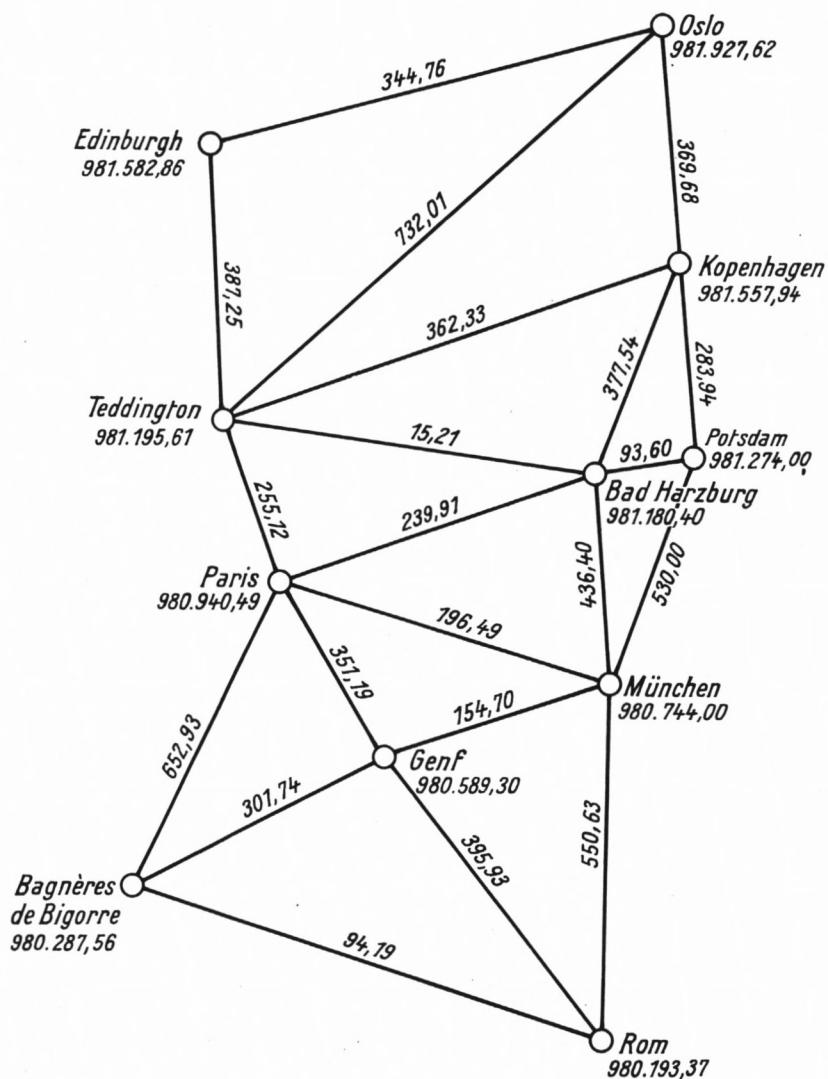


Fig. 40. Ausgleichung S. Coron (1953)

Vorläufiges europäisches Pendelnetz, System Coron

Ausgleichung: Coron (1953), Morelli (1946) und Hirvonen (1948)



Alle Zahlenangaben bedeuten in Gal.

Fig. 41

TAFEL 22

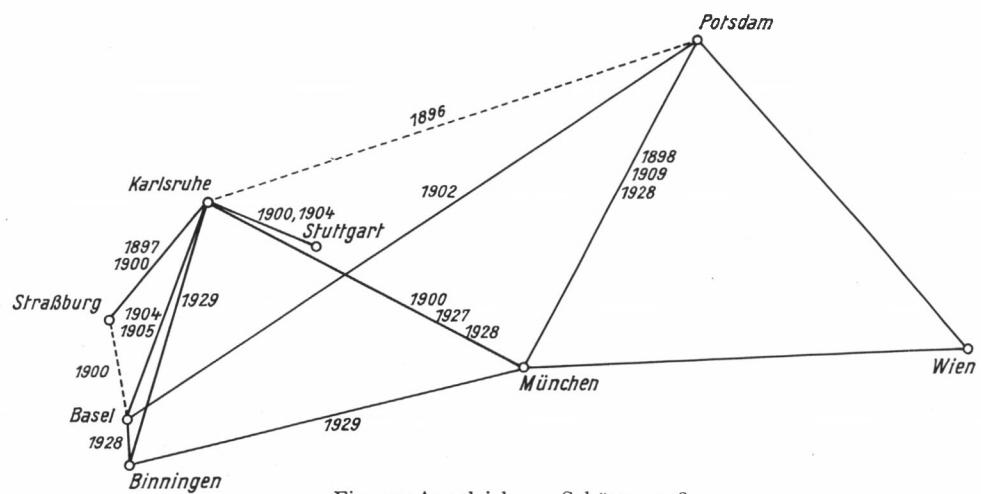


Fig. 42. Ausgleichung Schütte 1928



Fig. 43. Hauptpendelpunkte in Großbritannien

Rete Gravimetrica Europea 1954

TAFEL 23

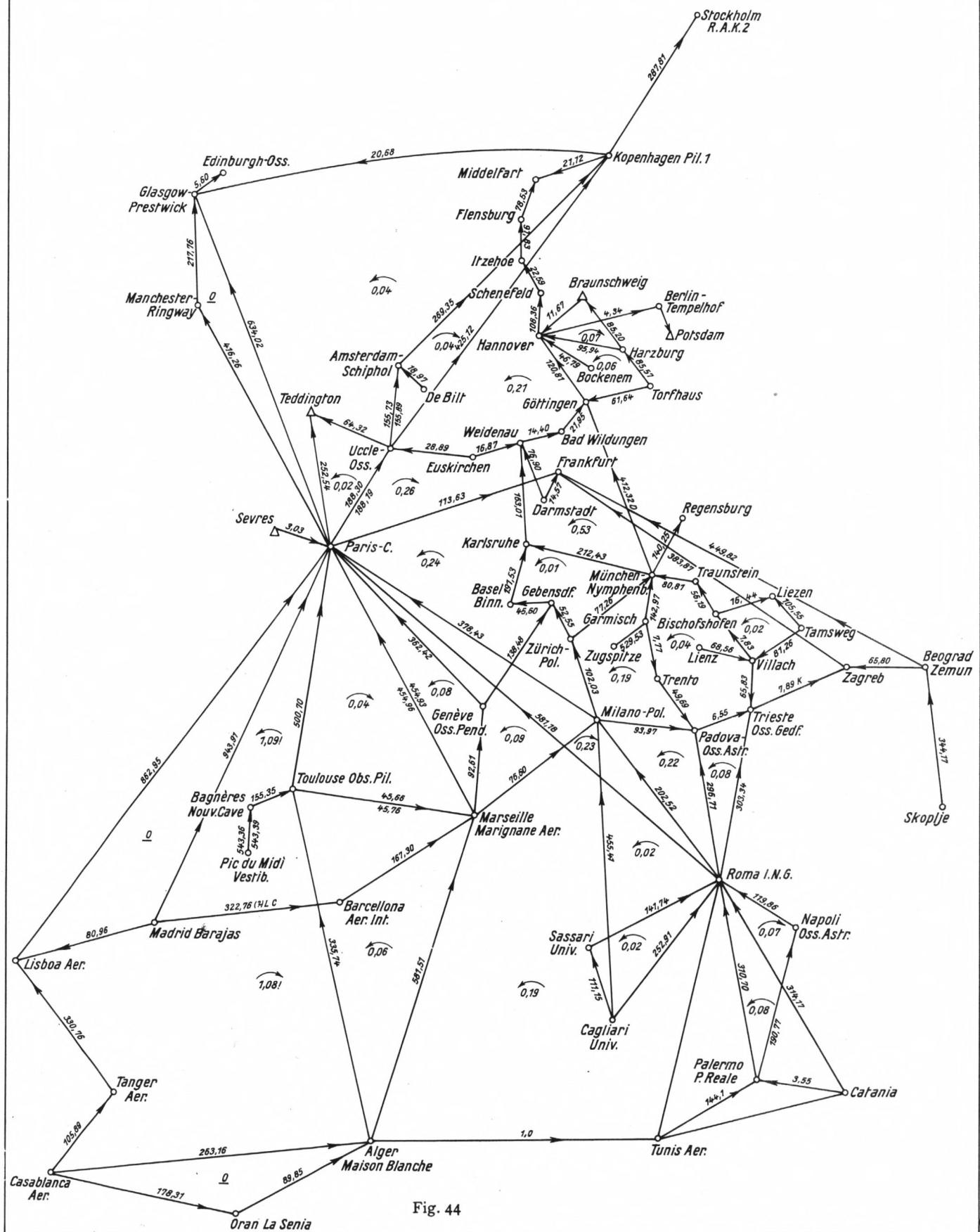
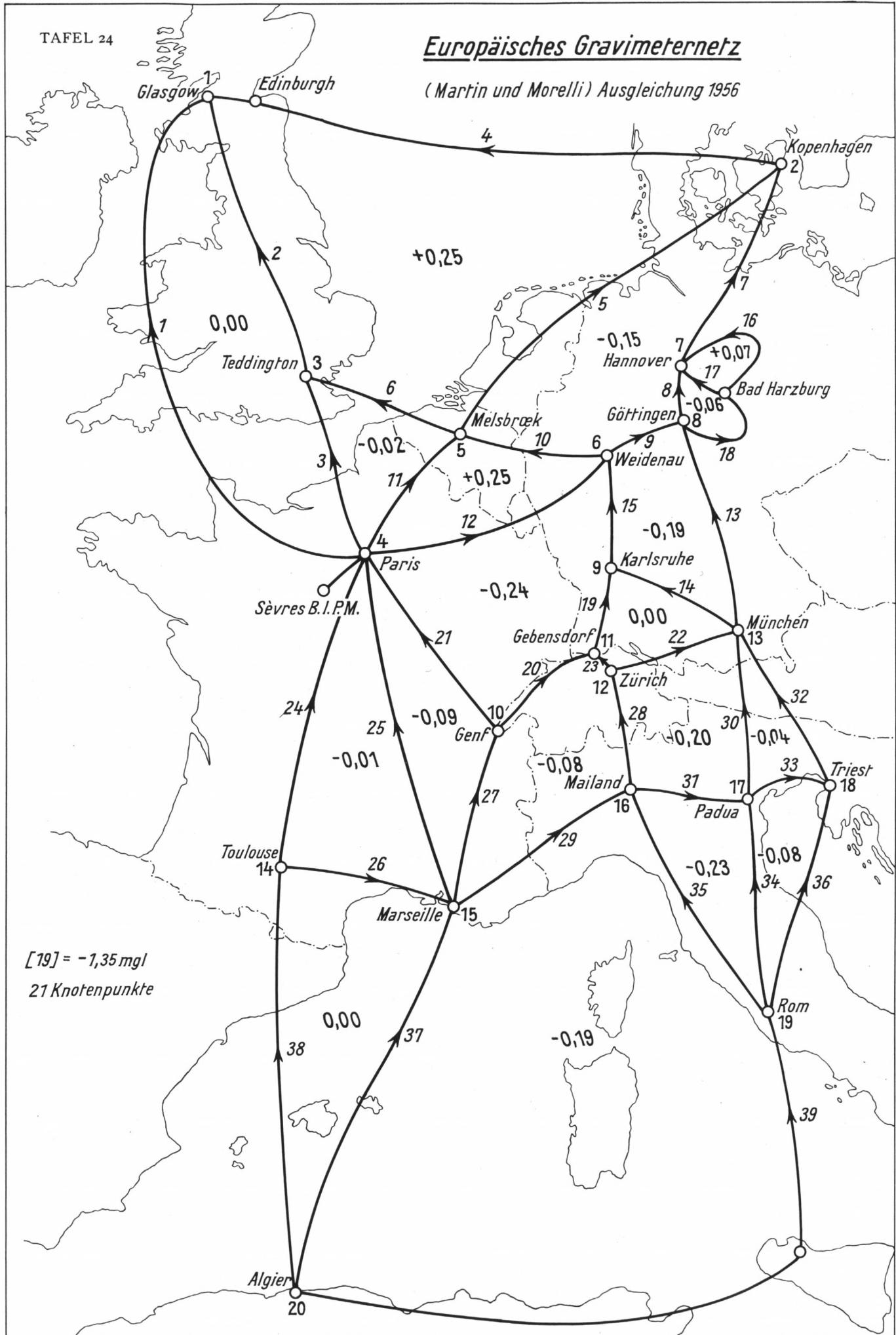
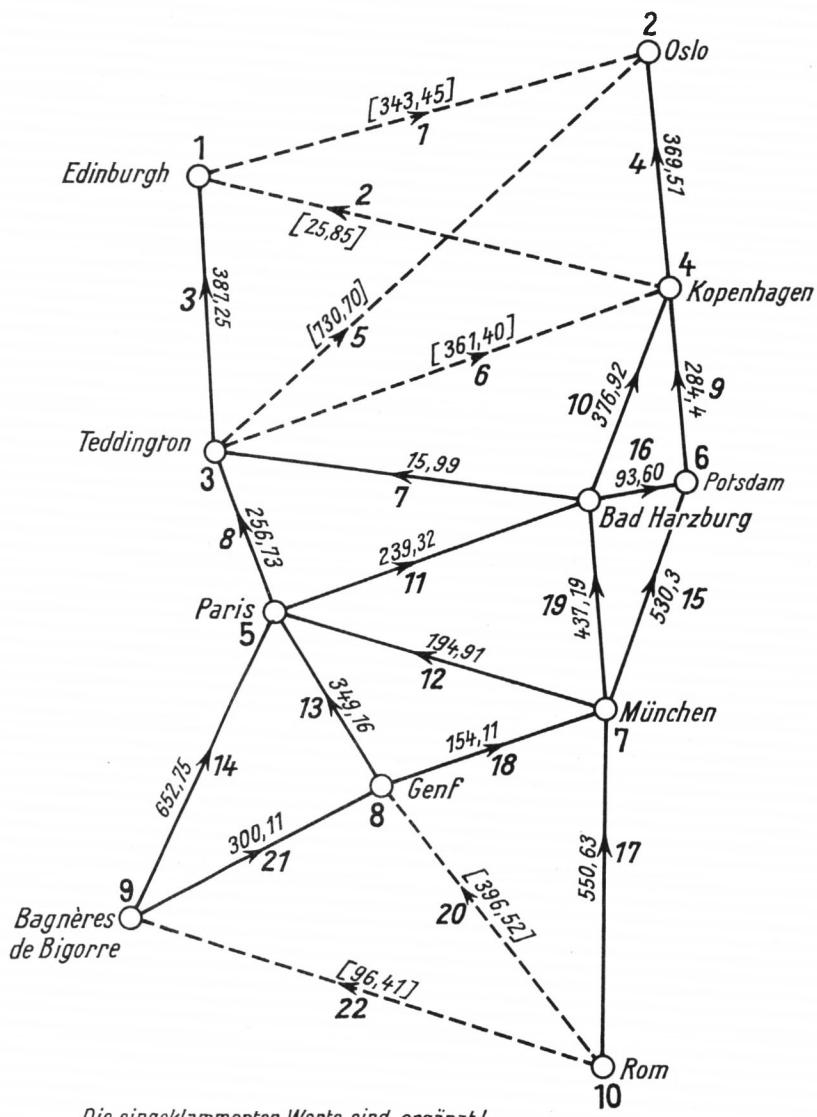


Fig. 44

Europäisches Gravimeternetz

(Martin und Morelli) Ausgleichung 1956



Europäische GravimetereichlinienErgebnisse der Pendelmessungen

Die eingeklammerten Werte sind ergänzt!

Alle Zahlenangaben bedeuten m Gal.

Fig. 46

Europäische Gravimetereichlinien

Langstreckengravimetrierungen
und Martin - Morelli - Netzausgleichung 1956

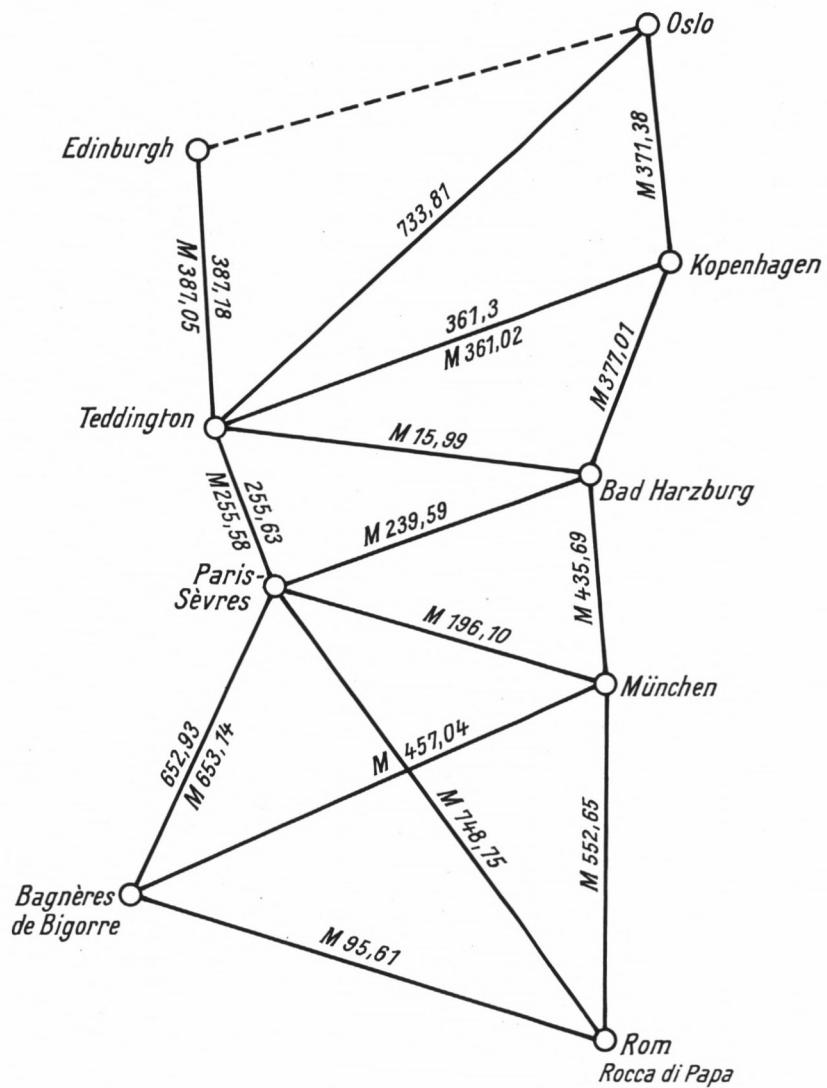


Fig. 47