

BAYERISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

MATHEMATISCH-NATURWISSENSCHAFTLICHE KLASSE

ABHANDLUNGEN · NEUE FOLGE, HEFT 115

KURT MARZAHN

Schwerewerte
im europäischen Gravimetereichsystem 1962
für die Linie Kopenhagen-Catania

Mit einem Vorwort von

Max Kneißl

Vorgelegt von Herrn Max Kneißl am 3. Mai 1963

MÜNCHEN 1964

VERLAG DER BAYERISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN

IN KOMMISSION BEI DER C. H. BECK'SCHEN VERLAGSBUCHHANDLUNG MÜNCHEN

Druck der C. H. Beck'schen Buchdruckerei Nördlingen
Printed in Germany

INHALTSVERZEICHNIS

Vorwort von M. Kneißl	5
Zusammenfassung	7
1. Messungsunterlagen	7
2. Berechnung der Schwereunterschiede	8
2.1 Berechnung der Schwereunterschiede mit dem ersten Gewichtsansatz	8
2.2 Test des ersten Gewichtsansatzes	8
2.3 Berechnung der Schwereunterschiede mit verbessertem Gewichts- ansatz	9
3. Untersuchungen über Nichtlinearitäten im Eichsystem	9
4. Berechnung der Schwerewerte g_{ECS} der Zwischenpunkte	10
5. Vergleich mit Gantar-Morelli-Schwerewerten	11
Literaturverzeichnis	13
Tabellen 1 bis 4	

VORWORT

Die Ausgleichung des Europäischen Gravimeter-Eichsystems wurde von Herrn Dr. K. MARZAHN in „Die Ausgleichung der Pendel- und Gravimetermessungen des Europäischen Gravimeter-Eichsystems“, Veröffentlichung der DGK, Reihe C, Heft 59, München 1963 eingehend beschrieben. Der Schlußbericht hierzu wurde in den Abhandlungen der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, Neue Folge, Nr. 112 von M. KNEISSL und K. MARZAHN unter dem Titel „Vorschläge und Schlußergebnisse für die Ausgleichung des europäischen Gravimeter-Eichsystems“ publiziert. Nach Abschluß dieser Ausgleichung können nun auch die endgültigen Schwerewerte für die Zwischenpunkte des Teilabschnittes Catania–Kopenhagen vorgelegt werden. Nach Auswertung der neuesten italienischen Messungen können wohl in Kürze auch die endgültigen Schwerewerte für die Zwischenpunkte des Abschnittes Kopenhagen–Bodö vorgelegt werden. Wegen der schwierigen Verkehrsverhältnisse in Nordnorwegen war es bisher nicht möglich, für den letzten Abschnitt Bodö–Hammerfest der Eichlinie genügend viele sichere Liniengravimetrierungen durchzuführen. Für die endgültige Festsetzung der Zwischenwerte auf dem Abschnitt Catania–Kopenhagen mußte untersucht werden, ob auf dieser Linie Nichtlinearitäten des Eichsystems vorliegen, ferner, ob durch die Einbeziehung einer Reihe von Pendelmessungen und Fluggravimetrierungen außerhalb der eigentlichen Gravimeteereichlinie die Gravimetrierungen auf der Eichlinie einen nicht vertretbaren Zwang erfahren haben.

Für diese Untersuchung haben in dankenswerter Weise Herr Prof. C. MORELLI und sein Mitarbeiter C. GANTAR mit der Arbeit „Provisional Adjustment of the lower part of the ECL in the Italian Standard for Comparison Purposes“ einen sehr wichtigen Beitrag und eine unabhängige Kontrolle für die von MARZAHN berechneten Werte geliefert. Da in den einzelnen Meßreihen die Beobachter nicht immer auf denselben Punkten gemessen und teilweise Punkte übersprungen haben, hat MARZAHN die Linie Kopenhagen–Catania in Abschnitte zwischen solchen Punkten unterteilt, auf denen mit allen in Frage kommenden Gravimetern gemessen wurde. Innerhalb dieser Abschnitte wurden dann alle Schwereunterschiede streng nach bedingten Beobachtungen ausgeglichen, nach dem die Beobachtungen entsprechend den in der Gesamtausgleichung gefundenen Maßstabsfaktoren verbessert wurden. Zunächst wurden alle Gravimetermessungen auf der Linie Catania–Kopenhagen in sich ausgeglichen, wobei lediglich die Maßstabsfaktoren der Eichsystemausgleichung entnommen wurden. Dadurch sind alle Schwereunterschiede für die Zwischenpunkte von etwaigen nichtlinearen Einflüssen der Pendelmessungen, der Fluggravimetrierungen und der sonstigen Gravimetermessungen außerhalb der Linie Kopenhagen–Catania frei. In einem zweiten Schritt wurden die Schwereunterschiede der Einzelabschnitte von Knotenpunkten aufaddiert und ihre Summe auf die in der Eichsystemausgleichung 1962 vorgegebenen Schwereunterschiede zwischen den Knotenpunkten abgeglichen.

MORELLI hat für die Kontrollberechnung alle Gravimetrierungen zwischen Catania und Kopenhagen auf die konventionelle italienische Eichung abgestellt. Durch Aufaddieren der einzelnen Schwerewerte und Mittelung aller Ergebnisse erhielt er in einfacher Weise vorläufige Werte für die Zwischenpunkte, die unmittelbar mit den MARZAHNSchen Werten verglichen werden können. Zwischen Catania und Kopenhagen ergibt sich dadurch eine systematische Abweichung, die durch Änderung des Maßstabsfaktors um etwa $3 \cdot 10^{-4}$ Einheiten getilgt werden kann. Im nördlichen Abschnitt Bad Harzburg–Kopenhagen tritt eine auffallende Abweichung von dieser Linearität auf. Jedoch liegen die Differenzen im Abschnitt Catania–Bad Harzburg durchaus im Streubereich der mittleren Unsicherheiten der Beobachtungen, im nördlichen Abschnitt wesentlich unter der mittleren Unsicherheit. MARZAHN hat die Differenzen zwischen seinen strengeren Werten und den vorläufigen Werten von Herrn MORELLI berechnet. Herr MORELLI hat diese Differenzen untersucht und mit Befriedigung feststellen können, daß durch eine ausgleichende Gerade zwischen Catania und Bad Harzburg die Abweichungen der beiden Systeme in keinem Fall 0,04 mGal überschreiten. Damit ist es Herrn MORELLI gelungen, völlig unabhängig und durch Anwendung eines sehr einfachen Rechenverfahrens die von Herrn MARZAHN durchgeführten Berechnungen der Zwischenwerte zu bestätigen. Somit sind in den Liniengravimetrierungen durch die Einbeziehung der Eichlinie Catania–Hammerfest in das Europäische Gravimeter-Eichnetz Nichtlinearitäten nicht entstanden.

Durch den Einfluß der Zwangseinschaltung zwischen den Knotenpunkten der Gravimeter-Eichlinie zeigen sich in den Zwischenabschnitten kleinere Abweichungen von der allgemeinen Linearität, die aber alle innerhalb weniger Hundertstel mGal liegen und völlig belanglos sind. Zwar ist im nördlichen Teil eine deutliche Änderung des Maßstabsfaktors festzustellen, wie weitere Untersuchungen von Herrn SOLAINI (vgl. hierzu L. SOLAINI, G. INGHILLERI, G. TOGLIATTI, „Results of some adjustments of pendulum and gravimeter data on the European calibration line“) gezeigt haben.

Zusammenfassend kann der Internationalen Assoziation für Geodäsie empfohlen werden, die Ausgleichung des Europäischen Eichsystems 1962 und die von Herrn DR. MARZAHN berechneten Schwerewerte der Zwischenpunkte, über die hier berichtet wird, zur Benutzung bei allen praktischen Aufgaben, insbesondere für die Eichung der Gebrauchsgravimeter, die bei der Bestimmung der nationalen Gebrauchsschwerenetze in den europäischen Ländern eingesetzt werden, zu verwenden. Ebenso kann die Benutzung dieser Werte für die Berechnung von Schwereanomalien empfohlen werden. Für die Eingliederung der Europäischen Gravimeter-Eichlinie in die Meridianlinie Hammerfest–Kapstadt des Weltschwerenetzes und mit Rücksicht auf die Tatsache, daß die europäische Gravimeteireichlinie immer mehr zu einem zentralen Bestandteil des Weltschwerenetzes wird, werden hierfür weitere Messungen vorgeschlagen.

Ich möchte an dieser Stelle allen Mitarbeitern der Spezialstudiengruppe Nr. 6 und den beteiligten Recheninstituten für die Unterstützung der Arbeiten herzlich danken, insbesondere aber den Herren Professoren MORELLI und SOLAINI für ihre systematische Untersuchung der Ausgleichungsergebnisse. Allen Mitgliedern unserer Spezialstudiengruppe gilt die Bitte sich auch weiterhin an den Arbeiten zu beteiligen.

M. KNEISSL

SCHWEREWERTE
IM EUROPÄISCHEN GRAVIMETEREICHSYSTEM 1962
FÜR DIE LINIE KOPENHAGEN-CATANIA

von KURT MARZAHN

ZUSAMMENFASSUNG

Die Gravimetermessungen des Eichsystems entlang der Linie Kopenhagen-Catania werden durch Verwendung der Maßstabsfaktoren der Eichsystem-Ausgleichung 1962 auf den Maßstab des Eichsystems gebracht und abschnittsweise in sich ausgeglichen. Der Gewichtsansatz dieser Ausgleichungen wird getestet. Die Ausgleichungen werden mit einem verbesserten Gewichtsansatz wiederholt. An Hand der Differenzen zwischen den in sich ausgeglichenen Gravimetermessungen und den Ergebnissen der Eichsystem-Ausgleichung 1962 kann gezeigt werden, daß im Rahmen der erreichten Genauigkeit Nichtlinearitäten des Eichsystems nicht vorhanden sind. – Ausgehend von der Station Bad Harzburg werden durch Aufaddieren der Schwereunterschiede und Abgleich auf die Schwerewerte der Knotenpunkte im Eichsystem 1962 für alle Zwischenpunkte die in Tabelle 2 zusammengestellten Schwerewerte g_{ECS}^1 im europäischen Gravimeteereichsystem 1962 berechnet.

1. MESSUNGSUNTERLAGEN

In der Resolution Nr. 6 der Internationalen Gravimetrischen Kommission von Paris, September 1962 ([1], S. 128) wird empfohlen, die ausgeglichenen Schwerewerte der Hauptpunkte des europäischen Gravimeteereichsystems ([1], S. 80) allen praktischen Anwendungen zugrunde zu legen. Zu diesen praktischen Anwendungen gehört auch die Berechnung der Schwerewerte der Zwischenpunkte der Linie Hammerfest-Catania, auf der bisher zumindest teilweise mit einer großen Anzahl von Gravimetern gemessen worden ist. Die Meßergebnisse sind in [2], Anlage II, zusammengestellt. Außerdem liegen für den nördlichen Teil Bad Harzburg-Bodö neue Messungen von MORELLI [3] vor, die in [2] noch nicht enthalten sind. Diese Unterlagen zeigen, daß auf dem Teil Hammerfest-Kopenhagen verhältnismäßig wenig Liniengravimetrierungen ausgeführt worden sind und daß die einzelnen Beobachter teilweise verschiedene Meßpunkte benutzt haben, die sich nicht immer sicher aufeinander zentrieren lassen. Aus diesem Grunde wurde die vorliegende Berechnung der Zwischenpunkte auf den Abschnitt Kopenhagen-Catania beschränkt. Eine Übersicht über die auf dieser Linie verwendeten Instrumente, die gemessenen Teilstücke, das Jahr der Messung und den Beobachter gibt die Tabelle 1 am Ende des Textes.

¹ECS=Abkürzung für „European Calibration System“

2. BERECHNUNG DER SCHWEREUNTERSCHIEDE

2.1 *Berechnung der Schwereunterschiede mit dem ersten Gewichtsansatz*

Die ursprünglichen Schwereunterschiede $\Delta g'$ zwischen aufeinanderfolgenden Punkten wurden mit den aus der Ausgleichung 1962 des europäischen Gravimetereichsystems berechneten Maßstabsfaktoren Y in den Maßstab des Eichsystems umgerechnet. Der Ansatz dieser Maßstabsfaktoren, die [4] entnommen ebenfalls in Tabelle 1 aufgeführt sind, ist in [5] eingehend begründet. Für die gemessenen Schwereunterschiede $\Delta g'$ im Maßstab des Eichsystems gelten damit die Umrechnungsgleichungen

$$\Delta g''_i = Y_i \cdot \Delta g'_i. \quad (1)$$

Diese Werte wurden getrennt für alle in Tabelle 1 genannten Meßreihen in Tabelle 2 zusammengestellt; dabei wurde aus rechentechnischen Gründen die Aufteilung

$$\Delta g''_i = C + \delta_i \quad (2)$$

benutzt. C ist ein für alle Messungen konstanter Anteil in Milligal; die Werte δ in [0,001 mGal] sind die für die einzelnen Messungen verschiedenen Zuschläge zu der Konstanten C . Die Tausendstel Milligal sind bei allen Berechnungen nur mitgeführt, um größere Abrundungsfehler beim Aufaddieren zu vermeiden; reelle Bedeutung kommt ihnen aber nicht zu.

Wäre in allen Meßreihen auf allen Punkten gemessen worden, so würde sich die weitere Berechnung sehr einfach gestalten: man hätte nur die mit den verschiedenen Instrumenten erhaltenen Werte $\Delta g''$ unter Verwendung eines plausiblen Gewichtsansatzes zu gewogenen arithmetischen Mitteln zusammenzufassen. Da aber in den einzelnen Meßreihen auf einer mehr oder weniger großen Anzahl von Punkten nicht gemessen wurde, mußte die ganze Linie in Abschnitte zwischen solchen Punkten unterteilt werden, auf denen mit allen in Frage kommenden Gravimetern gemessen wurde. Der erste Abschnitt erstreckt sich z. B. von Buddinge bis Middelfahrt, dann folgen die Abschnitte Middelfahrt–Flensburg, Flensburg–Rendsburg usw.

In jedem Abschnitt wurden alle in Tabelle 2 enthaltenen nicht gemittelten Schwereunterschiede $\Delta g''$ streng nach bedingten Beobachtungen ausgeglichen. Vernachlässigt wurde dabei lediglich die geringe Korrelation der $\Delta g''$ -Werte durch die Verwendung der Maßstabsfaktoren Y in (1), die ein und derselben Ausgleichung entstammen. Bei diesen Ausgleichungen in den Abschnitten wurde jedem in Tabelle 2 enthaltenen ungemittelten Schwereunterschied $\Delta g''$ das gleiche Gewicht gegeben. Die aus den hier nicht ausführlich mitgeteilten Ausgleichungen hervorgegangenen Schwereunterschiede

$$\Delta \bar{g} = \Delta g'' + \bar{v} \quad (3)$$

sind auch in der Tabelle 2 zusammengestellt.

2.2 *Test des ersten Gewichtsansatzes*

In [5] wurde bereits für die Messungen auf dem Abschnitt München–Catania mit Hilfe von Streuungszерlegungen gezeigt, daß die mit verschiedenen Instrumenten auf der gleichen Meßreise vom gleichen Beobachter erhaltenen Schwereunterschiede zwischen benachbarten Punkten korreliert sind. Diese Untersuchungen wurden an dem wesentlich umfangreicheren Material zwischen Bad Harzburg und Catania wiederholt; allerdings wurde dabei nicht das erhebliche Rechenarbeit erfordernde Verfahren der Streuungszерlegung

benutzt, bei dem die Anordnung und Größe der Verbesserungen \bar{v} getestet wird, sondern es wurde lediglich die Vorzeichenverteilung der Verbesserungen \bar{v} betrachtet. Wählen wir z. B. zwei Meßreihen aus, so wäre unter der Voraussetzung der gegenseitigen Unabhängigkeit aller Meßreihen zu erwarten, daß für die Hälfte der Teilstrecken die Verbesserungen \bar{v} der beiden ausgewählten Meßreihen gleiche Vorzeichen (entweder „+ +“ oder „— —“) und für die andere Hälfte wechselnde Vorzeichen (entweder „+ —“ oder „— +“) haben. Werden drei Meßreihen gleichzeitig betrachtet, so ist das theoretische Verhältnis „gleich“ zu „wechselnd“ zwei zu sechs, entsprechend bei vier Meßreihen zwei zu vierzehn. Ob die Abweichungen der tatsächlich erhaltenen Häufigkeiten für die Kombinationen mit gleichen bzw. wechselnden Vorzeichen von den theoretisch zu erwartenden Häufigkeiten wesentlich sind, kann man mit der χ^2 -Verteilung mit dem Freiheitsgrad eins testen ([6], S. 60 ff.).

Durch Auszählen wurden für die gleichzeitig ausgeführten Meßreihen, die genügend Vergleichsmöglichkeiten bieten, die in Tabelle 3 zusammengestellten tatsächlichen Anzahlen für die beiden Merkmale erhalten. Den tatsächlichen sind die theoretischen Werte gegenübergestellt, die man erwarten muß, wenn die Ergebnisse der betrachteten Meßreihen voneinander unabhängig sind. Für alle untersuchten gleichzeitig ausgeführten Messungen des Osservatorio Geofisico, Trieste, ergeben sich χ^2 -Werte, die den χ^2 -Wert für die Wahrscheinlichkeit $P = 0,001$ übersteigen; für die Meßreihen des Istituto di Geodesia des Politecnico Milano liegt der ermittelte χ^2 -Wert zwischen den Werten für die Wahrscheinlichkeiten $P = 0,01$ und $P = 0,001$. Diese Tests zeigen, daß für alle diese gleichzeitig ausgeführten Meßreihen die Hypothese der gegenseitigen Unabhängigkeit im Widerspruch zu den tatsächlichen Verhältnissen steht. Die in verschiedenen Jahren ausgeführten Meßreihen des Institutes für Angewandte Geodäsie, Frankfurt, zeigen dagegen keinen Widerspruch zur Hypothese der Unabhängigkeit.

2. 3 Berechnung der Schwereunterschiede mit verbessertem Gewichtsansatz

Auf Grund dieser statistischen Untersuchung, die die Ergebnisse in [5] bestätigt, wurden die mit verschiedenen Instrumenten gleichzeitig gemessenen Schwereunterschiede zu Mittelwerten zusammengefaßt. Die oben erwähnten Ausgleichungen für die Abschnitte wurden mit diesen Mittelwerten wiederholt, die dabei als gleichgewichtig mit den übrigen Einzelwerten der Tabelle 2 betrachtet wurden. Die ausgeglichenen Schwereunterschiede

$$\Delta g = \Delta g'' + v \quad (4)$$

dieser erneuten Ausgleichungen sind ebenfalls in der Tabelle 2 zusammengestellt. Ein Vergleich der aufaddierten Schwereunterschiede $[\Delta \bar{g}]$ und $[\Delta g]$ in Tabelle 4 zeigt, daß die Differenz infolge des unterschiedlichen Gewichtsansatzes mit maximal 0,05 mGal für den Gesamtschwereunterschied Kopenhagen-Catania gering ist im Verhältnis zum mittleren Fehler $\pm 0,27$ mGal dieses Gesamtschwereunterschiedes. Eine weitere Verfeinerung des Gewichtsansatzes würde keine wesentlich anderen Ergebnisse liefern. Auf alle Fälle sind aber die Schwereunterschiede Δg mit dem verbesserten Gewichtsansatz den Werten $\Delta \bar{g}$ vorzuziehen; deshalb werden allen weiteren Betrachtungen die Δg -Werte zugrunde gelegt.

3. UNTERSUCHUNGEN ÜBER NICHTLINEARITÄTEN IM EICHSYSTEM

Durch die bisherigen Berechnungen sind nun die Gravimetermessungen auf der Linie Kopenhagen-Catania nur in sich ausgeglichen; lediglich die Bestimmung der Maßstabs-

faktoren ist der Eichsystem-Ausgleichung 1962 entnommen. Da die Maßstabsfaktoren aber nur für lineare Transformationen der gemessenen Schwereunterschiede nach [1] benutzt wurden, sind die oben berechneten Schwereunterschiede Δg praktisch frei von allen nichtlinearen Einflüssen der Pendelmessungen, der Fluggravimetrierungen des Geodätischen Institutes der TH Hannover und der sonstigen Gravimetermessungen außerhalb der Linie Kopenhagen–Catania.

Vergleichen wir jetzt die von Knotenpunkt zu Knotenpunkt des Eichsystems aufaddierten Schwereunterschiede $[\Delta g]$ mit den entsprechenden Werten ΔG der Eichsystem-Ausgleichung 1962 ([1], S. 80), so erhalten wir einen Einblick in die mehr oder weniger große Linearität des Eichsystems. Von nichtlinearen Einflüssen kann gesprochen werden, wenn auf die Gravimetermessungen ein Zwang ausgeübt wird, der die Meßungenauigkeiten deutlich übersteigt. Im vorliegenden Fall sind die Differenzen $V = \Delta G - [\Delta g]$ mit den mittleren Fehlern $m_{\Delta G}$ der entsprechenden Schwereunterschiede ΔG im Eichsystem zu vergleichen. Die Differenzen V müssen als Verbesserungen an die in sich ausgeglichenen Gravimetermessungen auf der Linie Kopenhagen–Catania angebracht werden, um sie ins Eichsystem zu überführen, das aus der Ausgleichung aller Gravimeter- und Pendelmessungen hervorgegangen ist. Die zugehörigen mittleren Fehler $m_{\Delta G}$ sind ein Maß für die tatsächlich erreichte Genauigkeit der ausgeglichenen Schwereunterschiede ΔG . Gehen die Nichtlinearitäten des Eichsystems in den Meßungenauigkeiten unter, so sollten nach der Theorie etwa 68 % der Verbesserungen V kleiner als die zugehörigen mittleren Fehler $m_{\Delta G}$ sein. Erst wenn verhältnismäßig viele Verbesserungen größer sind als die mittleren Fehler oder wenn einzelne Verbesserungen den dreifachen Betrag des mittleren Fehlers erreichen, kann man mit Recht vom Vorhandensein nichtlinearer Einflüsse sprechen. Die in Tabelle 4 zusammengestellten Werte zeigen, daß die Verbesserungen V nur in zwei von sieben Fällen die zugehörigen mittleren Fehler $m_{\Delta G}$ übersteigen, ohne aber die anderthalbfachen Beträge der entsprechenden Werte zu erreichen. Da die Verbesserungen größtenteils gleiches Vorzeichen haben, liegt der Verdacht nahe, daß sich vielleicht über größere Strecken systematische nichtlineare Anteile nachweisen lassen. Aus diesem Grunde wurden von Bad Harzburg ausgehend die Verbesserungen aufaddiert und den so erhaltenen Werten $[V]$ die vergleichbaren mittleren Fehler m_G für die Knotenpunkte des Eichsystems gegenübergestellt. Bei diesem Vergleich erreicht nicht eine der Verbesserungen $[V]$ den vergleichbaren mittleren Fehler. Auch für den Gesamtschwereunterschied Kopenhagen–Catania von 1511 mGal steht einer Gesamtverbesserung $[V] = 0,134 \text{ mGal}$ der aufaddierten, in sich ausgeglichenen Schwereunterschiede $[\Delta g]$ ein mittlerer Fehler $m_{\Delta G} = \pm 0,266 \text{ mGal}$ für den entsprechenden Schwereunterschied ΔG aus der Eichsystem-Ausgleichung gegenüber.

4. BERECHNUNG DER SCHWEREWERTE g_{ECS} DER ZWISCHENPUNKTE

Aus den im vorigen Abschnitt erläuterten Vergleichen geht deutlich hervor, daß den Gravimetermessungen auf der Linie Kopenhagen–Catania durch die Einbeziehung der anderen Gravimeter- und Pendelmessungen in die Ausgleichung des Eichsystems kein Zwang auferlegt wird. Deshalb ist es gerechtfertigt, die in sich ausgeglichenen Gravimetermessungen in den übergeordneten Rahmen des Eichsystems einzufügen.

Da die Verbesserungen V , wie die obigen Untersuchungen zeigen, innerhalb der zu erwartenden zufälligen Meßfehler bleiben, wurden sie gleichmäßig auf die zugehörigen Ein-

zelschwereunterschiede Δg verteilt. Alle N_i Schwereunterschiede zwischen zwei benachbarten Knotenpunkten des Eichsystems (Teilstrecke i) erhielten also die gleiche Korrektur

$$k_i = \frac{V_i}{N_i}.$$

Die endgültigen Schwereunterschiede im Eichsystem 1962 zwischen aufeinanderfolgenden Punkten sind dann

$$\Delta g_{\text{ECS}} = \Delta g + k.$$

(ECS = Abkürzung für „European Calibration System“)

Von der Station Bad Harzburg, Außenpunkt mit dem Schwerewert $g_0 = 981\,180,45$ mGal ausgehend, wurden dann für alle Punkte der Linie Kopenhagen-Catania die in Tabelle 2 aufgeführten endgültigen Schwerewerte g_{ECS} im europäischen Eichsystem 1962 berechnet, die weiteren Untersuchungen zugrunde gelegt werden können.

5. VERGLEICH MIT GANTAR-MORELLI-SCHWEREWERTEN

Etwa gleichzeitig mit den Schwerewerten g_{ECS} wurden von den Herren GANTAR und MORELLI für eine überschlägige Kontrolle für die Zwischenpunkte auf der Linie Oslo-Catania vorläufige Schwerewerte berechnet [7]. Diese Schwerewerte sind in Tabelle 2 in der Spalte „ g_M (MORELLI)“ zum Vergleich mit aufgeführt.

Die von GANTAR und MORELLI berechneten Schwerewerte werden in „italienischen konventionellen Milligal“ angegeben. Der Maßstabsfaktor für das „italienische konventionelle Milligal“ ergibt sich aus der Eichsystem-Ausgleichung 1962 zu $Y = 1,00006 \pm 0,00020$ und ist damit nahezu gleich eins. GANTAR und MORELLI leiten der Einfachheit halber die Maßstabsunterschiede grundsätzlich aus Schwerewerten g ab, die durch Aufaddieren von Schwereunterschieden Δg gewonnen wurden.

Weiter wurden die Schwerewerte der MORELLI-Messungen 1958/59 und 1962 als „Basis“ betrachtet und in getrennten Ausgleichungen lediglich die Maßstabsunterschiede der anderen Meßreihen gegen diese Basis bestimmt.

Trotz dieser Vereinfachungen bleiben die in Tabelle 2, letzte Spalte, angegebenen Differenzen D zwischen den MORELLI-Werten g_M und den Eichsystemwerten g_{ECS} praktisch innerhalb der Beobachtungsgenauigkeit. Für die Knotenpunkte des Eichsystems treten die Differenzen D an die Stelle der Werte $[V]$ in den Betrachtungen des Abschnitts 3. Man erhält dann folgende Gegenüberstellung:

	$D = g_M - g_{\text{ECS}}$ [0,001 mGal]	$\pm m_G$ [0,001 mGal]
Buddinge	+ 36	84
Hamburg-Horn	— 49	60
Hannover-Langenhagen	— 5	43
München-Nymphenburg	— 66	86
Piastra	— 136	125
Roma Sud	— 208	150
Catania	— 339	208

Damit ist durch eine völlig unabhängige, wenn auch vereinfachte Berechnung die Linearität des Eichsystems wenigstens in großen Zügen bestätigt und klargelegt, daß die auf der Eichlinie durchgeführten Gravimetrierungen durch die Berücksichtigung der außerhalb der eigentlichen Eichlinie liegenden Pendelmessungen und Fluggravimetrierungen bei der Netzausgleichung keinen nicht vertretbaren Zwang erfahren haben.

LITERATURVERZEICHNIS

- [1] Bureau Gravimétrique International – Bulletin d'Information Nr. 4, Paris, Januar 1963.
- [2] KNEISSL, M.: Das europäische Gravimereichsystem, Unterlagen und Vorbericht zur einheitlichen internationalen Ausgleichung nach der Methode von Dr. A. H. Cook. Abh. d. Bayer. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., Neue Folge, Heft 111. München 1963.
- [3] GANTAR, C. und MORELLI, C.: Measurements with gravity-meters along the northern part of the European calibration line Bad Harzburg–Bodö. Boll. di Geofisica Teorica ed Applicata, Vol. IV, Nr. 15, September 1962.
- [4] KNEISSL, M. und MARZAHN, K.: Vorschläge und Schlußergebnisse für die Ausgleichung 1962 des europäischen Gravimereichsystems. Abh. d. Bayer. Akad. d. Wiss., math.-nat. Kl., Neue Folge, Heft 112. München 1963.
- [5] MARZAHN, K.: Die Ausgleichung der Pendel- und Gravimetermessungen des europäischen Gravimereichsystems. Veröff. d. DGK, Reihe C, Heft 59. München 1963.
- [6] LINDER, K.: Statistische Methoden für Naturwissenschaftler, Mediziner und Ingenieure. 3. Aufl., Basel und Stuttgart 1960.
- [7] GANTAR, C. und MORELLI, C.: Provisional Adjustment of the lower part of the ECL in the Italian Standard for Comparison Purposes. Vorläufiges Manuskript vom März 1963.

TABELLEN

TABELLE 1

Meßreihe Nr.	Instrument	Strecke	Jahr	Maßstabs- faktor Y	Institut Beobachter
1. 1	Askania Gs 12, Nr. 130	München - Catania	1959	0,999 78	Geodät. Inst., TH Hannover Bettac
2. 1 a	Worden, Nr. 50	} Kopenhagen - Flensburg	1954	1,00 006	Osservatorio Geofisico, Triest Pisani
2. 1 b	Worden, Nr. 52			1,00 006	
2. 2 a	Worden, Nr. 50	} Flensburg - München	1956	1,00 006	Osservatorio Geofisico, Triest Pisani
2. 2 b	Worden, Nr. XP 1			1,00 006	
2. 3 a	Worden, Nr. 50	} Bad Harzburg - Catania	1958/ 1959	1,00 006	Osservatorio Geofisico, Triest Pisani
2. 3 b	Worden, Nr. 52			1,00 006	
2. 3 c	Worden, Nr. XP 1	} Colle Isarco - Catania		1,00 006	
2. 3 d	Worden, Nr. 203			1,00 006	
2. 4 a	Worden, Nr. 50	} Mantova - Catania	1960	1,00 006	Osservatorio Geofisico, Triest Pisani
2. 4 b	Worden, Nr. P 74			1,00 006	
2. 4 c	Western, Nr. 485			1,00 006	
2. 5 a	Worden, Nr. M 643	} Kopenhagen - Bad Harzburg	1962	1,00 006	Osservatorio Geofisico, Triest Pisani
2. 5 b	Worden, Nr. 362			1,00 006	
2. 5 c	Worden, Nr. E 302			1,00 006	
2. 5 d	Worden, Nr. 52			1,00 006	
3. 1	NAG 140	Flensburg - Niederaudorf	1955	0,99 994	Institut f. Angewandte Geodäsie, Frankfurt /Main Brein
3. 2	NAG 140	Flensburg - Niederaudorf	1956	0,99 994	
3. 3	NAG 140	Kopenhagen - Catania	1959	0,99 994	
4. 1	Askania Gs 12, Nr. 85	Flensburg - Bamberg	1956	1,00 126	Geodät. Inst., TH Aachen Riemann
4. 2	Askania Gs 12, Nr. 85	München - Catania	1959	1,00 126	DGFI, I. Abteilung, München Böck
5. 1 a	Worden, Nr. 53	} Bad Harzburg - Catania	1958	0,99 984	Istituto di Geodesia, Politecnico Milano Inghilleri
5. 1 b	Worden, Nr. 116			0,99 984	
5. 1 c	Western, Nr. 48			0,99 984	
81	Worden, Nr. 500	Bamberg - Rom	1961	0,99 914	Österreich. Bundesamt, Wien Senftl

Bemerkung: Mit den durch Klammern } verbundenen Instrumenten wurde gleichzeitig auf einer Meßreise gemessen.

TABELLE 2 (1. Fortsetzung)

Nr.	Station	C [mGal]	δ [0,001 mGal] = $\Delta g'' - C$											\bar{g} [mGal] Korrektion \bar{K} $\Delta \bar{g}$ [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (Verbesserter Gewichtsansatz)	g_M (Morelli) [mGal]	D = $g_M - g_{ECS}$ [$\frac{mGal}{1000}$]
			Meßreihe Nr.		22 Mittel	25 a	25 b	25 c	25 d	25 Mittel	31	32	33				
22 a	22 b																
2525 A	Hamburg - Harburg													981 378,660	981 378,662	...8,610	- 52
		- 19												- 7	- 6		
2625 A	Steinbeck													- 20,000	- 19,998	8,610	- 48
		- 21	- 1807	- 1759	- 1783	- 1794	- 1816	- 1839	- 1802	- 1813	- 709	- 699	- 713	- 8	- 7		
2825 A	Barrl													- 21,697	- 21,695	6,911	- 45
		- 19												981 336,948	981 336,956		
														- 7	- 6		
3025 A	Soltau													- 19,104	- 19,102	7,809	- 39
		- 15												981 317,837	981 317,848		
														- 7	- 7		
3125 A	Bergen													- 15,046	- 15,050	2,757	- 34
		+ 3	- 789	- 783	- 786	- 699	- 721	- 705	- 709	- 708	+ 120	+ 090	+ 086	- 7	- 7		
3326 A	Celle													+ 3,092	+ 3,087	5,847	- 24
		- 15												981 305,869	981 305,871		
														- 7	- 6		
3525 A	Schillerslage													- 15,784	- 15,789	0,067	- 9
		- 2												981 290,078	981 290,076		
														- 8	- 7		
3524 A	Hannover - Langenh.													- 2,750	- 2,749	7,315	- 5
		- 14												981 287,320	981 287,320		
														- 7	- 6		
3625 A	Lehrte													- 14,688	- 14,688	2,625	- 7
		- 4	- 3319	- 3343	- 3331	- 3352	- 3361	- 3372	- 3356	- 3360	- 719	- 699	- 657	981 272,632	981 272,632		
														- 4,966	- 4,966		
3627 B														981 267,666	981 267,666	--	--
		- 0												- 1950	- 1950		
														- 0,948	- 0,949		
3728 B	Braunschweig NW													981 266,718	981 266,717	6,715	- 2
		- 14												- 14,689	- 14,686		
3829 A	Wolfenbüttel													981 252,029	981 252,032	2,027	- 5
		- 22	- 1519	- 1429	- 1474	- 1477	- 1476	- 1480	- 1471	- 1476	- 619	- 719	- 615	- 7	- 7		
														- 22,779	- 22,776		
3929 A	Schlade													981 229,250	981 229,256	9,247	- 9
		- 48	- 805	- 812	- 808	- 782	- 778	- 787	- 794	- 785	- 799	- 779	- 815	- 48,800	- 48,806		
4129 A	Bad Harzburg													981 180,450	981 180,450	0,450	0
														- 837	- 817		
														- 765	- 821		

TABELLE 2

Nr.	Station	C [mGal]	δ [0,001 mGal] = $\Delta g'' - C$											\bar{g} [mGal] Korrektion K Δg [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (verbessertes Gewichtsansatz)	g_M (Morelli) [mGal]	D = $g_M - g_{ECS}$ [$\frac{mGal}{1000}$]	
			Meß- reihe Nr. 21a/22a	21b/22b	21/22 Mittel	25 a	25 b	25 c	25 d	25 Mittel	31	32	33					41
	Buddinge A.P.	+ 1												981 557,290 + 4	981 557,290 + 3	... 7,326	+ 36	
	Roskilde	- 19				- 271	- 257	- 224	- 239	- 248				+ 1,479 981 558,773 + 4	+ 1,476 981 558,769 + 3	8,790	+ 21	
	Ringsted	+ 8												- 19,738 981 539,039 + 4	- 19,741 981 539,031 + 2	9,087	+ 56	
	Vemmelær	+ 6	+ 1623	+ 1535	+ 1579	+ 1142	+ 1155	+ 1209	+ 1181	+ 1172				+ 8,194 981 547,237 + 4	+ 8,190 981 547,223 + 3	7,259	+ 36	
	Hjulby	+ 14												+ 6,836 981 554,077 + 5	+ 6,831 981 554,057 + 3	4,148	+ 91	
	Ejby	+ 10				+ 712	+ 711	+ 729	+ 652	+ 701				+ 14,128 981 568,210 + 4	+ 14,124 981 568,184 + 3	8,252	+ 68	
	Middelfart	- 4												+ 10,705 981 578,919 + 4	+ 10,724 981 578,911 + 3	8,952	+ 41	
	Christiansfeld	- 8				- 1557	- 1589	- 1566	- 1572	- 1571				- 4,779 981 574,144 + 4	- 4,781 981 574,133 + 2	4,135	+ 2	
	Hoptrup	- 36	- 2451	- 2382	- 2416									- 8,772 981 565,376 + 4	- 8,774 981 565,361 + 3	5,376	+ 15	
	Soegård	- 24				500	- 475	- 477	- 516	- 492				- 36,018 981 529,362 + 4	- 36,014 981 529,350 + 3	9,389	+ 39	
	Kruså	- 4												- 24,447 981 504,919 + 4	- 24,444 981 504,909 + 3	4,888	- 21	
1122 A	Flensburg	- 6				- 479	- 466	- 478	- 499	- 480				- 4,457 981 500,466 + 4	- 4,453 981 500,459 + 3	0,427	- 32	
1322 A	Poppholz	- 12									- 630	- 620	- 706	- 678	- 6,671 981 493,799 + 4	- 6,668 981 493,794 + 2	3,761	- 33
1523 A	Jagel	- 22	- 2296	- 2300	- 2298	- 2251	- 2286	- 2279	- 2236	- 2263	- 809	- 829	- 785	- 767	- 12,811 981 480,992 + 5	- 12,807 981 480,989 + 3	0,955	- 34
1624 A	Rendsburg	- 15									- 759	- 719	- 787	- 819	- 22,784 981 458,213 + 4	- 22,781 981 458,211 + 3	8,172	- 39
1724 A	Brammer	- 14				552	- 543	- 547	- 565	- 552	- 299	- 339	- 316	- 239	- 15,300 981 442,917 + 4	- 15,301 981 442,913 + 3	2,865	- 48
1925 A	Neumünster-Nord	+ 6									- 269	+ 380	- 286	- 258	- 14,251 981 428,670 + 4	- 14,255 981 428,661 + 3	8,617	- 44
1927 A	Rikling	- 18									+ 580	+ 573	+ 548		+ 6,568 981 435,242 + 4	+ 6,572 981 435,236 + 2	5,172	- 64
2028 A	Geschendorf- Steinbeck	- 0	- 2593	- 2570	- 2582						- 299	- 359	- 309	- 313	- 18,334 981 416,912 + 4	- 18,331 981 416,907 + 3	6,843	- 64
2129 A	Stockelsd.- Fackenburg	- 17				2029	- 2035	- 2106	- 1990	- 2040	- 250	- 240	- 247	- 250	- 0,261 981 416,655 + 4	- 0,258 981 416,652 + 3	6,590	- 62
2228 B		- 8									1568	- 779	- 783	- 742	- 17,774 981 398,885 + 4	- 17,772 981 398,883 + 3	--	--
2327 A	Schmalenbeck	- 0										- 759	- 860	- 871	- 8,836 981 390,053 + 5	- 8,834 981 390,052 + 3	9,988	- 64
2426 A	Hamburg-Horn	- 11									- 250	- 240	- 225	- 220	- 0,248 981 389,810 - 7	- 0,245 981 389,810 - 7	9,761	- 49
2525 A	Hamburg - Harburg										- 119	- 149	- 060	- 194	- 11,143 981 378,660	- 11,141 981 378,662	8,610	- 52

TABELLE 2 (3. Fortsetzung)

Nr.	Station	C [mGal]	$\delta [0,001 \text{ mGal}] = \Delta g'' - C$																	\bar{g} [mGal] Korrektion \bar{K} $\Delta \bar{g}$ [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (Verbesserter Gewichtsansatz)	g_M (Morelli) [mGal]	D = $g_M - g_{ECS}$ [$\frac{\text{mGal}}{1000}$]
			Meßreihe Nr. 11	22 a	22 b	-	22 Mittel	23 a	23 b	23 c	23 d	23 Mittel	31	32	33	42	51 a	51 b	51 c				
6131 E	Bamberg-Süd																			981 001,190 0	981 001,178 0	...1,156	- 22
6232 B	Neuses	- 19																		- 19,671	- 19,675	1,482	- 21
6432 A	Erlangen-Süd	- 24	- 1759	- 1708		- 1734														+ 1	+ 1		
6532 D	Nürnberg-Nord	- 17																		- 24,583	- 24,583	5,896	- 25
6633 C	Nürnberg-Süd	- 26																		980 956,937 0	980 956,921 + 1		
6733 A	Allersberg	- 18	- 1575	- 1587		- 1581														- 17,473	- 17,473	9,421	- 28
6934 A	Greding	- 15																		980 939,464 0	980 939,449 0		
7034 A	Denkendorf	- 20	+ 679	+ 700		+ 690														- 26,559	- 26,553	2,864	- 32
7234 B	Ingolstadt	+ 13																		980 912,905 0	980 912,896 + 1		
7335 A	Langenbruck	- 35	- 704	- 652		- 678														- 18,598	- 18,596	4,275	- 26
7435 B	Schweitenkirchen	- 43																		+ 1	0		
7735 B	Eching	- 23																		980 894,307 0	980 894,301 0	8,875	- 34
7835 G	Mü.-Freimann	- 23	- 814	- 827		- 820														- 15,393	- 15,392		
7835 A	Mü.-Nymphenbg.	- 2																		980 878,915 0	980 878,909 + 1	8,724	- 37
7835 K	Mü.-Ramersdorf	- 16																		980 858,767 0	980 858,761 0	8,724	- 37
8136 B	Föching	- 65	- 616																	+ 13,836	+ 13,831	2,557	- 35
8137 A	Irschenberg	- 29	- 264																	980 872,603 + 1	980 872,592 + 1		
8138 A	Pfraundorf	+ 50	+ 522																	- 35,666	- 35,663	6,884	- 46
8339 A	Niederaudorf	- 16																		980 836,938 0	980 836,930 0	6,884	- 46
23479 G	Kufstein	- 15	- 217																	- 43,600	- 43,601	3,277	- 52
18048 G	Wörgl	- 27	- 994																	980 793,338 0	980 793,329 + 1		
18077 G	Straß	- 23	- 705																	- 23,443	- 23,442	9,830	- 58
20294 G	Kolsaß	- 21	- 925																	980 769,895 + 1	980 769,888 0		
20344 G	Innsbruck	- 8	- 768																	- 23,512	- 23,508	6,318	- 62
																				980 746,384 0	980 746,380 + 1	6,318	- 62
																				- 2,304	- 2,301	4,014	- 66
																				980 744,080 + 1	980 744,080 + 1	4,014	- 66
																				- 16,546	- 16,541	7,465	- 75
																				980 727,535 + 1	980 727,540 0	7,465	- 75
																				- 65,640	- 65,641	1,807	- 92
																				980 661,896 + 2	980 661,899 + 1	1,807	- 92
																				- 29,188	- 29,189	2,609	- 102
																				980 632,710 + 1	980 632,711 + 1	2,609	- 102
																				+ 50,660	+ 50,654	3,287	- 79
																				980 683,371 + 1	980 683,366 0	3,287	- 79
																				- 16,048	- 16,043		
																				980 667,324 + 1	980 667,323 + 1	7,232	- 91
																				- 15,250	- 15,246	1,963	- 115
																				980 652,075 + 1	980 652,078 + 1	1,963	- 115
																				- 27,976	- 27,968	3,982	- 129
																				980 624,100 + 1	980 624,111 + 1	3,982	- 129
																				- 23,722	- 23,720	0,257	- 135
																				980 600,379 + 2	980 600,392 0	0,257	- 135
																				- 21,928	- 21,922		
																				980 578,453 + 1	980 578,470 + 1	8,314	- 156
																				- 8,766	- 8,760	9,564	- 147
																				980 569,688	980 569,711	9,564	- 147

TABELLE 2 (2. Fortsetzung)

Nr.	Station	C [mGal]	$\delta [0,001 \text{ mGal}] = \Delta g'' - C$																	\bar{g} [mGal] Korrektion \bar{k} $\Delta \bar{g}$ [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (Verbessertes Gewichtsansatz)	g_M (Morelli) [mGal]	D = $g_M - g_{ECS}$ [$\frac{\text{mGal}}{1000}$]
			Meßreihe Nr. 11	22 a	22 b	-	22 Mittel	23 a	23 b	23 c	23 d	23 Mittel	31	32	33	41	51 a	51 b	51 c				
4129 A	Bad Harzburg																			981 180,450	981 180,450	...0,450	0
		- 84		- 523	- 533		- 528	- 506	- 589	- 460		- 518	- 295	- 495	- 521	- 436				0	+ 1		
4129 B	Torfhaus																			- 84,484	- 84,471	5,953	- 27
		+ 43		+ 534	+ 563		+ 548	+ 486	+ 575	+ 490		+ 517	+ 397	+ 497	+ 487	+ 535				+ 1	0		
4229 A	Braunlage																			+ 43,507	+ 43,491	9,458	- 13
		+ 32																		981 139,474	981 139,471		
4328 B	Odertal																			0	+ 1		
		+ 11																		+ 32,804	+ 32,797	2,265	- 4
4328 A	Herzberg		+ 17	+ 434	+ 386		+ 410	+ 958	+ 981	+ 1016		+ 985	+ 769	+ 759	+ 834	+ 745				981 172,278	981 172,269		
		+ 1																		0	0		
4426 A	Wallbrandhaus.																			+ 11,771	+ 11,771	4,041	+ 1
		- 6																		981 184,049	981 184,040		
4425 A	Göttingen			4425B																+ 1	+ 1		
		- 4																		+ 1,214	+ 1,214	5,254	- 1
4624 A	Hedemünden		+ 13	- 1236	- 1221		- 1228	- 1209	- 1194	- 1255		- 1219	- 780	- 780	- 755	- 766				981 185,264	981 185,255		
		- 4																		0	0		
4623 A	Kassel-Ost																			- 6,934	- 6,943	8,321	+ 9
		- 53																		981 178,330	981 178,312		
4822 A	Melsungen- Beuern																			0	+ 1		
		- 13																		- 4,764	- 4,765	3,556	+ 8
5023 A	Aua			- 1157	- 1123		- 1140	- 896	- 929	- 936		- 920	- 999	- 1009	- 998	- 897				981 173,566	981 173,548		
		+ 18																		+ 1	0		
5124 A	Bad Hersfeld																			- 4,927	- 4,926	8,620	- 2
		- 18																		981 168,640	981 168,622		
5224 B	Neukirchen																			0	+ 1		
		- 16		- 1434	- 1451		- 1442	- 1113	- 1110	- 1130		- 1118	- 849	- 889	- 823	- 851				- 53,219	- 53,226	5,392	- 5
5324 A	Hünfeld																			981 115,421	981 115,397		
		- 7																		0	0		
5424 B	Fulda																			- 13,973	- 13,972	1,412	- 13
		- 34																		981 101,448	981 101,425		
5524 B	Schmalnau-Bhf.																			0	+ 1		
		- 34		- 1290	- 1272		- 1281	- 1064	- 1117	- 1106		- 1096	- 998	- 948	- 1059	- 1104	- 1005	- 1033	- 1058	+ 18,038	+ 18,039	9,458	- 7
5526 A	Bischofsheim																			981 119,486	981 119,465		
		+ 39																		+ 1	+ 1		
5627 A	Bad Neustadt																			- 18,318	- 18,319	1,138	- 9
		- 1																		981 101,169	981 101,147		
5628 C	Saal a. d. Saale																			0	0		
		- 28		- 1837	- 1824		- 1830	- 639	- 645	- 666		- 650	- 568	- 598	- 609	- 516	- 655	- 664	- 601	- 16,854	- 16,854	4,281	- 12
5729 A	Sulzdorf a. d. Lederh.																			981 084,315	981 084,293		
		- 6																		0	+ 1		
5830 B	Pfarrweisach																			- 7,262	- 7,261	7,020	- 13
		- 4		- 602	- 595		- 598	- 1312	- 1261	- 1299		- 1291	- 600	- 620	- 662	- 636				981 077,053	981 077,033		
5930 A	Reckendorf																			+ 1	0		
		- 4		- 178	- 216		- 197													- 35,043	- 35,036	1,970	- 27
6131 E	Bamberg-Süd																			981 042,011	981 041,997		
																				0	+ 1		
																				- 34,728	- 34,728	7,237	- 33
																				981 007,283	981 007,270		
																				0	0		
																				+ 39,462	+ 39,461	6,701	- 30
																				981 046,745	981 046,731		
																				+ 1	+ 1		
																				- 1,629	- 1,640	5,080	- 12
																				981 045,117	981 045,092		
																				0	0		
																				- 28,626	- 28,607	6,457	- 28
																				981 016,491	981 016,485		
																				0	+ 1		
																				- 6,521	- 6,527	9,936	- 23
																				981 009,970	981 009,959		
																				+ 1	0		
																				- 4,614	- 4,619	5,320	- 20
																				981 005,357	981 005,340		
																				0	+ 1		
																				- 4,167	- 4,163	1,156	- 22
																				981 001,190	981 001,178		

TABELLE 2 (4. Fortsetzung)

Nr.	Station	C [mGal]	δ [0,001 mGal] = $\Delta g'' - C$																		\bar{g} [mGal] Korrektion \bar{k} $\Delta \bar{g}$ [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (Verbesserter Gewichtsansatz)	g_M (Morelli) [mGal]	D = $g_M - g_{ECS}$ [mGal] 1000
			Meßreihe Nr. 11 24 a		24 b	24 c	24 Mittel	23 a	23 b	23 c	23 d	23 Mittel	31	32	33	42	51 a	51 b	51 c	51 Mittel				
20344 G	Innsbruck																				980 569,688 + 1	980 569,711 + 1	...9,564	- 147
21836 G	Mutters	- 25	- 1200																		- 25,405	- 25,425	4,154	- 133
21589 G	Schönberg-Sillw.	- 18																			980 544,284 + 1	980 544,287 0	5,310	- 151
21595 G	Schönberg - Alte Post	- 37	- 486																		980 525,446 + 1	980 525,461 + 1		
21605 G	Matrei	- 25																			980 488,030	980 488,044	7,890	- 154
21617 G	Steinach	- 35																			- 25,055	- 25,067	2,833	- 145
21624 G	Gries	- 30	- 1839																		980 462,976 + 2	980 462,978 + 1		
21629 G	Brenner	- 28																			980 427,410 + 1	980 427,413 0	7,252	- 161
1	Colle Isarco	+ 56	+ 028																		980 396,731 + 1	980 396,732 + 1	6,525	- 207
2	Campo di Trens	+ 29	+ 124																		980 368,147 + 1	980 368,147 + 1	7,965	- 182
3	Fortezza	+ 28	+ 754																		+ 56,033	+ 56,033	4,028	- 153
4	Varna	+ 28	+ 1307																		980 424,181 + 1	980 424,181 0	3,080	- 150
5	Chiusa	+ 29																			980 453,230 + 1	980 453,230 + 1		
6	Laives	+ 30	+ 983																		+ 28,809	+ 28,830	1,875	- 186
7	Gardolo	+ 26	+ 984																		980 482,040 + 2	980 482,061 + 1		
8	Rovereto	+ 31	+ 133																		+ 28,489	+ 28,470	0,391	- 141
9	Peri	+ 32	+ 519																		980 510,531 + 1	980 510,532 0		
10	Că Brusă	- 28																			+ 29,798	+ 29,804	0,194	- 142
11	Azienda Prestinari	- 29																			980 540,330 + 1	980 540,336 + 1		
12	Mantova	- 30	- 1250																		+ 30,997	+ 31,009	1,195	- 151
13	Corte Morellina	- 29	- 232	- 176	- 217	- 208	- 190	- 191	- 206	- 209	- 199										980 571,328 + 1	980 571,346 + 1		
14	Luzzara	- 31	- 1816	- 873	- 876	- 896	- 882	- 887	- 868	- 853	- 870	- 870									+ 27,052	+ 27,048	8,251	- 144
15	S. Crose di Boretto	- 29	- 922	- 900	- 932	- 918	- 922	- 932	- 961	- 934	- 937										980 598,381 + 1	980 598,395 0		
16	Pedrignano	- 30	- 333	- 297	- 336	- 353	- 329	- 317	- 324	- 304	- 319	- 316									+ 31,095	+ 31,099	9,350	- 144

TABELLE 2 (Schluß)

Nr.	Station	C [mGal]	$\delta [0,001 \text{ mGal}] = \Delta g'' - C$																	\bar{g} [mGal] Korrektion \bar{k} $\Delta \bar{g}$ [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (Verbesserter Gewichtsansatz)	g_{M} (Morelli) [mGal]	D = $g_{\text{M}} - g_{\text{ECS}}$ [$\frac{\text{mGal}}{1000}$]		
			Meßreihe Nr. 11	24 a	24 b	24 c	24 Mittel	23 a	23 b	23 c	23 d	23 Mittel	31	32	(33) ¹⁾	42	51 a	51 b	51 c					51 Mittel	81
56	Catania	- 32		- 791	- 830	- 807	- 809	- 769	- 810	- 791	- 800	- 792										980 046,350	980 046,350	...6,011	- 339
57	Contrada Cibali	- 31		- 410	- 451	- 409	- 423	- 408	- 439	- 409	- 428	- 421										- 32,798	- 32,796		
58	S. Giovanni di Galerni	- 34		- 544	- 611	- 561	- 572	- 606	- 596	- 579	- 572	- 588										980 013,552	980 013,554	3,211	- 343
59	Mascalucia	- 28	- 3829	- 897	- 900	- 894	- 897	- 832	- 845	- 837	- 862	- 844										- 31,417	- 31,414		
60	Massa Annunziati	- 30		- 528	- 555	- 563	- 549	- 590	- 563	- 599	- 561	- 578										979 982,135	979 982,140	1,795	- 345
61	Nicolosi	- 28		- 666	- 725	- 695	- 695	- 662	- 631	- 652	- 668	- 653										- 34,566	- 34,561		
62	Fra il km 1k il km 12e della Via Etnae	- 39		- 964	- 1017	- 1007	- 996	- 955	- 956	- 959	- 969	- 960										979 947,569	979 947,579	7,216	- 363
63	Fra il km 15e il km 16e della Via Etnae	- 35		- 633	- 645	- 603	- 627	- 583	- 644	- 658	- 668	- 638										- 28,861	- 28,862		
64	Al km 18'0 90 della Via Etnae	- 33		- 756	- 801	- 761	- 773	- 767	- 774	- 759	- 788	- 772										979 918,708	979 918,717	8,335	- 382
65	Al km 20.200 della Via Etnae	- 24	- 3450	- 323	- 360	- 349	- 344	- 324	- 336	- 321	- 324	- 326										- 30,554	- 30,549		
66	Villa S. Paolo	- 45		- 435	- 424	- 473	- 444	- 392	- 382	- 388	- 362	- 381										979 888,154	979 888,168	7,781	- 387
67	Al km 24'500 della Via Etnae	- 48		- 283	- 308	- 264	- 285															- 28,656	- 28,654		
68	Osservatorio Meteorologico																					979 859,498	979 859,514	9,109	- 405
																						- 39,963	- 39,963		
																						979 819,535	979 819,551	9,142	- 409
																						- 35,630	- 35,629		
																						979 783,905	979 783,922	3,506	- 416
																						- 33,779	- 33,779		
																						979 750,126	979 750,143	9,728	- 415
																						- 24,338	- 24,339		
																						979 725,788	979 725,804	5,386	- 418
																						- 45,405	- 45,407		
																						979 680,383	979 680,397	9,980	- 417
																						- 48,254	- 48,255		
																						979 632,129	979 632,142	1,708	- 434

1) Die Messungen der Meßreihe (33) blieben bei der Berechnung der $\Delta \bar{g}$ und Δg unberücksichtigt, da auf diesem Abschnitt keine Rückmessung stattfand.

TABELLE 2 (6. Fortsetzung)

Nr.	Station	C [mGal]	$\delta [0,001 \text{ mGal}] = \Delta g'' - C$																		\bar{g} [mGal] Korrektion \bar{K} $\Delta \bar{g}$ [mGal] (1. Gewichtsansatz)	g_{ECS} [mGal] Korrektion k Δg [mGal] (Verbessertes Gewichtsansatz)	g_M (Morelli) [mGal]	D = $g_M - g_{ECS}$ [mGal] 1000
			Meßreihe Nr.		24 b	24 c	24 Mittel	23 a	23 b	23 c	23 d	23 Mittel	31	32	33	42	51 a	51 b	51 c	51 Mittel				
38	Bivio Giungano																			980 254,005 + 1	980 254,006 + 2	3,778	- 228	
39	Vallo Scalo	- 14	- 577	- 567	- 571	- 573	- 570	- 618	- 625	- 629	- 563	- 609			- 533	- 558	- 605	- 615	- 591	- 604	- 14,587	- 14,575	9,191	- 242
40	Ponte Sul Tor- rente Farraone	- 52	- 219	- 225	- 272	- 206	- 234	- 181	- 200	- 209	- 162	- 188			- 116	- 186	- 195	- 268	- 232	- 232	- 52,205	- 52,196	6,963	- 275
41	Sapri	+ 28	+ 584	+ 611	+ 659	+ 600	+ 623	+ 602	+ 632	+ 600	+ 575	+ 602			+ 540	+ 486	+ 566	+ 624	+ 604	+ 598	+ 28,591	+ 28,572	5,561	- 250
42	Praia a Mare	+ 6	+ 629	+ 652	+ 641	+ 648	+ 647	+ 661	+ 690	+ 682	+ 647	+ 670			+ 710	+ 658	+ 626	+ 619	+ 655	+ 633	+ 6,655	+ 6,658	2,208	- 263
43	Diamante	+ 8	+ 508	+ 467	+ 492	+ 444	+ 468	+ 469	+ 434	+ 433	+ 476	+ 453			+ 465	+ 431	+ 486	+ 526	+ 480	+ 497	+ 8,470	+ 8,470	0,689	- 253
44	Cetravo	- 4	- 589	- 563	- 596	- 572	- 577	- 560	- 582	- 570	- 577	- 572			- 586	- 566	- 622	- 650	- 596	- 623	- 4,587	- 4,586	6,093	- 264
45	S. Lucido	- 26	- 264	- 335	- 349	- 370	- 351	- 324	- 302	- 325	- 304	- 314			- 310	- 313	- 342	- 383	- 337	- 354	- 26,328	- 26,318	9,749	- 291
46	Falerno Marina	- 30	- 633	- 642	- 624	- 619	- 628	- 592	- 601	- 589	- 565	- 587			- 769	- 619	- 667	- 609	- 662	- 646	- 30,630	- 30,647	9,099	- 296
47	Pižo Calabro	- 23	- 115	- 101	- 108	- 143	- 117	- 081	- 081	- 094	- 146	- 100			+ 065	- 089	- 028	+ 002	- 068	- 031	- 23,076	- 23,064	6,027	- 305
48	Contrada Bavaccori	- 25	- 374	- 458	- 430	- 430	- 439	- 412	- 385	- 374	- 400	- 393			- 428	- 492	- 442	- 500	- 427	- 456	- 25,427	- 25,430	0,579	- 324
49	Contrada Cisterne	- 10	- 868	- 1657	- 1650	- 1669	- 1659	- 842	- 859	- 836	- 811	- 837			- 774	- 844	- 840	- 843	- 842	- 842	- 10,843	- 10,834	9,743	- 328
50	Bagnara	- 7	- 739	- 777	- 756	- 786	- 759	- 770	- 777	- 756	- 786	- 759			- 805	- 788	- 758	- 774	- 773	- 773	- 7,792	- 7,806	1,936	- 330
51	Villa S. Giovanni	+ 4	+ 050	+ 068	+ 095	+ 071	+ 062	+ 058	+ 046	+ 049	+ 054	+ 054			+ 106	+ 060	+ 059	+ 079	+ 066	+ 066	+ 4,060	+ 4,061	6,007	- 321
52	Messina	- 1	- 940	- 981	- 999	- 992	- 991	- 970	- 974	- 951	- 959	- 964			- 942	- 1033	- 967	- 1011	- 1020	- 999	- 1,980	- 1,978	4,017	- 335
53	Galati Marina	- 24	- 1257	- 501	- 475	- 475	- 484	- 467	- 470	- 470	- 481	- 472			- 469	- 428	- 463	- 440	- 444	- 444	- 24,467	- 24,469	9,543	- 341
54	Ali Terme	- 35	- 786	- 806	- 809	- 800	- 785	- 782	- 781	- 816	- 791	- 791			- 858	- 796	- 738	- 790	- 775	- 775	- 35,796	- 35,804	3,747	- 334
55	Fiume Freddo	- 37	- 372	- 451	- 449	- 464	- 455	- 450	- 449	- 418	- 443	- 440			- 446	- 367	- 444	- 442	- 472	- 453	- 37,436	- 37,422	6,299	- 362
56	Catania	+ 39	+ 681	+ 728	+ 712	+ 694	+ 711	+ 711	+ 713	+ 696	+ 706	+ 706			+ 656	+ 650	+ 748	+ 717	+ 703	+ 723	+ 39,701	+ 39,688	6,011	- 339

TABELLE 3

Meßreihen Nr. Abschnitt	Vorzeichen der \bar{v}	Anzahl		$\chi^2 = \sum \frac{(A_2 - A_1)^2}{A_2}$
		tatsächlich A_1	theoretisch A_2	
23 a, 23 b, 23 c Bad Harzburg - Station 67 in Italien	gleich wechselnd	50 53	25,7 77,3	$\chi^2 = 30,5 > \chi^2_{0,001} = 10,8$
23 a, 23 b, 23 c, 23 d Colle Isarco - Station 67 in Italien	gleich wechselnd	25 41	8,2 57,8	$\chi^2 = 39,0 > \chi^2_{0,001} = 10,8$
24 a, 24 b, 24 c Mantova - Station 68 in Italien	gleich wechselnd	24 29	13,2 39,8	$\chi^2 = 11,7 > \chi^2_{0,001} = 10,8$
51 a, 51 b, 51 c Bad Harzburg - Station 68 in Italien	gleich wechselnd	38 67	26,2 78,8	$\chi^2 = 7,0 > \chi^2_{0,01} = 6,6$
Reihen 31, 32, 33 Flensburg - Niederaudorf	gleich wechselnd	8 30	9,5 28,5	$\chi^2 = 0,32 < \chi^2_{0,05} = 3,8$

TABELLE 4

Nr.	Station (Nummer im Eichsystem)	Schwerewert im Eichsystem G [mGal]	Zentrierungen aus [2] Anlage IV [mGal]	$\Delta G =$ $G_k - G_i$ [mGal]	$[\Delta \bar{g}]$ 1. Gewichts- ansatz [mGal]	$[\Delta g]$ Verbesserter Gewichtsansatz [mGal]	\bar{V} [$\frac{mGal}{1000}$]	$[V]$ $V = \Delta G - [\Delta g]$ [$\frac{mGal}{1000}$]	m_G $m \Delta G$	N
	(5) Kopenhagen	981 557,91								
	Buddinge A. P.	1 557,29	- 0,62							
2426 A	(15) Hamburg - Horn	1 389,81		- 167,48	- 167,571	- 167,542	+ 91	- 10 + 62	+ 84 + 51	22
3524 A	(18) Hannover - Langenhagen	1 287,32		- 102,49	- 102,432	- 102,437	- 58	+ 52 - 53	+ 60 + 42	8
4129 PS	(7) Bad Harzburg	1 180,40		- 106,87	- 106,870	- 106,871	0	- 1 + 1	+ 43 + 43	6
4129 A	Bad Harzburg	1 180,45	+ 0,05				--	--	--	
7835 PS	(9) München - Nymphenburg	980 744,57		- 436,37	- 436,381	- 436,389	+ 11	+ 19	+ 86	35
7835 A	München - Nymphenburg	0 744,08	- 0,49							
				- 222,82	- 222,867	- 222,848	+ 47	+ 19 + 28	+ 86 + 53	40
23	(27) Piastra	0 521,26		- 158,21	- 158,268	- 158,254	+ 58	+ 47 + 44	+ 125 + 44	9
	(12) Rom I. N. G.	0 364,36								
31	Rom - Sud	0 363,05	- 1,31					+ 91	+ 150	
	(13) Catania	0 047,08		- 316,70	- 316,730	- 316,733	+ 30	+ 33	+ 69	25
56	Catania	0 046,35	- 0,73					+ 124	+ 208	
				- 1510,94	- 1511,119	- 1511,074	+ 179	+ 134	+ 266	