

Paper-ID: VGI\_195110



## Entwicklung und Stand des Präzisionsnivellements in Deutschland

Max Kneißl <sup>1</sup>

<sup>1</sup> *München*

Österreichische Zeitschrift für Vermessungswesen **39** (3, 4), S. 66–73, 102–108

1951

Bib<sub>T</sub>E<sub>X</sub>:

```
@ARTICLE{kneissl_VGI_195110,  
Title = {Entwicklung und Stand des Präzisionsnivellements in Deutschland},  
Author = {Kneißl, Max},  
Journal = {{\u}sterreichische Zeitschrift f{\u}r Vermessungswesen},  
Pages = {66--73, 102--108},  
Number = {3, 4},  
Year = {1951},  
Volume = {39}  
}
```



D o l e ž a l seine akademische Laufbahn 1899 als o. Professor der Praktischen und Darstellenden Geometrie begonnen hatte, seine Tätigkeit durch Ernennung zum D r. m o n t. h. c. „in Anerkennung der hervorragenden Verdienste auf dem Gebiete der Geodäsie und Markscheidekunde“.

Die vielen Schüler Hofrat D o l e ž a l s, besonders aber die österreichischen Vermessungsingenieure fühlen Stolz und Freude über jede neue Ehrung, die ihrem hochverdienten und über alles geschätzten Lehrer zuteil wird, erblicken darin eine neue Verpflichtung, sein Werk zu wahren, ihm nachzueifern an Idealismus, Selbstlosigkeit und Schaffensfreude, und haben nur den einen Wunsch, daß dem im 90. Lebensjahr stehenden Gelehrten noch viele Jahre in voller Gesundheit und in seiner bewunderungswürdigen Frische und Schaffenskraft vergönnt sein mögen zur Freude seiner unzähligen Verehrer im In- und Auslande und zum Nutzen des Vermessungswesens.

L e g o  
Präsident  
der Österr. Kommission für die  
Internat. Erdmessung

U h l i c h  
Präsident  
des Bundesamtes für Eich- und  
Vermessungswesen

R o h r e r  
o. Professor  
der Technischen Hochschule Wien

## Entwicklung und Stand des Präzisionsnivellements in Deutschland

Bericht von M. K n e i ß l, München

### I. A l l g e m e i n e s.

Höhenmessungen größerer Genauigkeit, insbesondere geometrische Landesnivellements werden in Deutschland seit 1865 durchgeführt. Gegenüber den deutschen Landestriangulationen, die etwa um 1800 begonnen wurden, blicken wir beim Landesnivellement auf eine wesentlich jüngere Entwicklung zurück. Für den tatkräftigen Aufbau eines Landeshöhennetzes fehlte zu Beginn des 19. Jahrhunderts, wie kürzlich W e r n t h a l e r <sup>1)</sup> ganz richtig feststellte, das Interesse der Finanz- und Militärverwaltung. Beim Nivellement haben wir es mit einem Zweig des Vermessungswesens zu tun, der weniger steuertechnischen und militärischen Zwecken als vielmehr ingenieurtechnischen und wissenschaftlichen Interessen dient. Höhenangaben für technische Zwecke erfordern aber zumeist keine allzugroße Genauigkeit und größere Genauigkeitsansprüche werden höchstens bei der Bestimmung gegenseitiger Höhenunterschiede örtlich begrenzter Objekte verlangt. Man konnte daher leicht mit lokalen Höhennetzen auskommen. Andererseits gestattet aber die heute erreichbare Genauigkeit des Präzisionsnivellements, die um eine ganze Größenordnung über der Genauigkeit der Lagemessung liegt, wertvollste wissenschaftliche Erkenntnisse über vertikale Schollenbewegungen der Erdkruste zu gewinnen, die im großen die geologische und geophysikalische Forschung brennend interessieren und im kleinen bei Ingenieurbauten sorgfältig zu beachten sind. Hebungen und Senkungen in Küstenge bieten, im Alpenvorland und in den Alpen selbst, periodische Höhenänderungen und Senkungen der obersten Erdkruste liefern wertvolle Rand-

<sup>1)</sup> R. W e r n t h a l e r, „Entwicklung und Stand des neuen deutschen Haupthöhennetzes“, Vortrag auf der Geodätischen Woche in Köln, August 1950.

werte für die Begründung geologischer und geophysikalischer Hypothesen. Allerdings beeinflussen diese Erscheinungen umgekehrt die Genauigkeit der Höhenmessung wesentlich. Unsere Erde lebt, sie dehnt sich aus und schrumpft und diese Dehnungen und Schrumpfungen erreichen Werte, die etwa an der Grenze der Erkennbarkeit liegen, d. h. wir müssen bei der Beurteilung der Genauigkeit von Feinnivellements nach Möglichkeit auf derartige Einflüsse Rücksicht nehmen und umgekehrt feinste Meßmethoden ersinnen und Messungsanordnungen treffen, um derartige Bodenbewegungen zu erkennen. Diese Methoden und Anordnungen sind, bevor sie in die Praxis übernommen werden können, an kleineren Objekten wissenschaftlich zu erproben. Dabei können aber die großen praktischen Erfahrungen, die die Landesvermessungsämter bei der Bearbeitung umfangreicher Nivellementnetze machen und gemacht haben, der wissenschaftlichen Forschung vielseitige Anregungen geben.

In Deutschland haben wir bei der Entwicklung des Präzisionsnivellements drei verschiedene Perioden zu unterscheiden:

1. Die Entwicklung des alten Präzisionsnivellements von 1865—1914.
2. Die Bearbeitung des Reichshöhennetzes I. O. von 1914—1942. Dieses Netz umfaßt die Gebiete nördlich und östlich der Linie Aachen—Bonn—Olpe—Wetzlar—Hanau—Fulda—Coburg—Neustadt a. Orla—Hof—Weiden—Regensburg—Passau.
3. Die Neubearbeitung der west- und süddeutschen Haupthöhennetze seit 1945 in den Gebieten, in denen das Reichshöhennetz I. O. nicht mehr fertig wurde. Diese Gebiete umfassen die Länder Rheinland-Pfalz, Württemberg, Baden, Bayern und Teile von Hessen. Dabei liegen für Württemberg-Baden die Beobachtungen bereits vor, während in den übrigen Gebieten, insbesondere in Bayern eine vollständige Neubearbeitung notwendig ist.

## II. Die Entwicklung des alten Präzisionsnivellements.

Die ersten genaueren Nivellements der deutschen Länder wurden durch die Allgemeine Konferenz der Mitteleuropäischen Gradmessung im Jahre 1864 angeregt. Auf dieser Konferenz beschlossen die am Erdmessungsunternehmen beteiligten Staaten, längs der Eisenbahnen und längs der Landstraßen Präzisionsnivellements durchzuführen. Diese Nivellements sollten die Grundlage für alle weiteren Höhenmessungen bilden und Unterlagen für die Untersuchung etwaiger großräumiger Hebungen und Senkungen des Bodens liefern. Die allgemeinen Grundsätze für die Durchführung der Präzisionsnivellements wurden auf der 2. Allgemeinen Konferenz der inzwischen zur Europäischen Gradmessung erweiterten Kommission 1867 festgelegt.

Auf Grund dieser Beschlüsse entstanden folgende Nivellements:

### 1. Das preußische Landesnivellement.

Das preußische Landesnivellement wurde 1868—1894 vom „Büro der Landes-triangulation“ bearbeitet und über das ganze damalige Staatsgebiet und Elsaß-Lothringen, Hohenzollern, Mecklenburg und eine Reihe von Kleinstaaten ausgedehnt. Nicht erfaßt wurden Sachsen, Bayern, Baden und Württemberg. Das gesamte Netz umfaßte 16.500 *km* Nivellementslinien und wurde 1879 einheitlich

auf Normalnull bezogen. Dabei ergaben sich für doppelt (hin und zurück) nivellierte Strecken folgende mittlere Kilometerfehler:

- a) Aus den Streckendifferenzen (Unterschiede zwischen Hin- und Rückmessung jeder Strecke, d. h. von Festpunkt zu Festpunkt)  $m_1 = \pm 1,33 \text{ mm}$ ,
- b) aus den Liniendifferenzen (Unterschiede zwischen Hin- und Rückmessung jeder Linie, d. h. von Knotenpunkt zu Knotenpunkt)  $m_2 = \pm 2,46 \text{ mm}$ .
- c) aus den Schleifenschlußfehlern  $m_3 = \pm 2,04 \text{ mm}$ .

Auf Veranlassung des Geodätischen Instituts Potsdam wurde von 1895 bis 1901 ein umfangreiches *Küstennivellement* zur Verbindung aller Pegel zwischen *Stolpmünde* und *Marieulichte* auf Fehmarn durchgeführt. Es wurde über Hamburg, Berlin, Küstrin und Konitz zu zwei Schleifen geschlossen und folgte im übrigen schon bestehenden Linien. Gegenüber dem preußischen Landesnivellement ergaben sich beim Küstennivellement die mittleren Kilometerfehler für doppelt nivellierte Strecken — mit den gleichen Bezeichnungen wie oben — zu

$$m_1 = \pm 0,47 \text{ mm}, m_2 = \pm 0,31 \text{ mm}, m_3 = \pm 1,59 \text{ mm}.$$

Wegen weiterer Einzelheiten darf auf die vorbildlichen Veröffentlichungen der preußischen Landesaufnahme verwiesen werden.

Endlich ist hier noch auf die bis zum Jahre 1887 vom Geodätischen Institut in Potsdam durchgeführten Präzisionsnivellements hinzuweisen <sup>2)</sup>.

### 2. Das alte Präzisionsnivellement in Sachsen.

In Sachsen wurde das erste Nivellement 1865—1878, gleichzeitig mit den übrigen Gradmessungsarbeiten durchgeführt und von *W e i s b a c h* und *N a g e l* bearbeitet. Auch dieses Nivellement folgte mit wenigen Ausnahmen hauptsächlich den Eisenbahnen. Die Höhen wurden auf das Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde und auf Normal-Null bezogen.

### 3. Das alte bayerische Präzisionsnivellement.

Das bayerische Präzisionsnivellement wurde unter der Leitung von *B a u e r n f e i n d* im rechtsrheinischen Bayern etwa in der Zeit von 1868 bis 1890 geschaffen, wobei ab 1884 die Messungen im wesentlichen Wiederholungs- und Verdichtungsmessungen (Schleifenunterteilungen) waren. Die Nivellementslinien folgen überwiegend den Eisenbahnen. Träger des bayerischen Präzisionsnivellements war die Bayerische Kommission für die Internationale Erdmessung. Das ursprüngliche Netz umfaßte Nivellementslinien mit einer Gesamtlänge von 3425 *km* mit 2457 vermarkten Höhenpunkten. Es bestand aus 56 bayerischen und 3 preußischen Linien, die zusammen 21 Schleifen bildeten. Zahlreiche Anschlüsse mit Österreich, Württemberg, Baden, Schweiz, Sachsen und Hessen sind vorhanden.

Das Netz wurde 1893 durch *O e r t e l* nach bedingten Beobachtungen in einem Guß ausgeglichen. Bei der Gewichtsfestsetzung wurden wegen der Un-

<sup>2)</sup> Vgl. hierzu die Veröffentlichungen des Preußischen Geodätischen Instituts:

„Das Präzisionsnivellement“, ausgeführt in den Jahren 1867—1876;

„Das Gradmessungsnivellement zwischen Swinemünde und Konstanz“ (1882);

„Das Gradmessungsnivellement zwischen Swinemünde und Amsterdam“ (1883);

„Das Gradmessungsnivellement zwischen Anklam und Cuxhaven“ (1885) und

„Das Präzisionsnivellement links und rechts der Elbe“.

sicherheit des Lattenmeters (bis 1882 wurden die Latten — Holzlatten — nur je einmal verglichen, von 1882 bis 1891 erfolgte die Abgleichung jeweils vor und nach jeder Beobachtungsreise) neben den Längen der Linien auch die Streckenhöhenunterschiede berücksichtigt. Als Horizont für die Höhenbestimmung diente die Normalnullfläche, wobei die Horizontübertragung mit Hilfe von 4 preußischen Anschlußpunkten (Elm, Kahl, Coburg, Obersiemau) erfolgte. Bei der Reduktion der Ergebnisse wurde die orthometrische Korrektur berücksichtigt. Es ergaben sich folgende mittlere Fehler:

1) aus den Schleifenschlußfehlern

$$\mu_s = \pm 1,56 \text{ mm}, \quad \mu_\xi = \pm 0,81 \text{ mm}, \quad \mu_\eta = \pm 1,34 \text{ mm}$$

2) aus den Standdifferenzen aller 56 Netzlinien

$$(\mu_\xi) = \pm 0,76 \text{ mm}$$

3) aus der Ausgleichung

$$\mu'_s = \pm 2,30 \text{ mm}, \quad \mu'_\xi = \pm 1,19 \text{ mm}, \quad \mu'_\eta = 1,97 \text{ mm}.$$

Dabei ist

$\mu_s$  = mittlerer Gesamtfehler für 1 km Entfernung

$\mu_\xi$  = mittlerer zufälliger Kilometerfehler

$\mu_\eta$  = mittlerer regelmäßiger Fehler pro 10 m Höhenunterschied.

Das alte bayerische Präzisionsnivellement wurde später durch die Bayerische Kommission für die Internationale Erdmessung unter der Leitung von Geheimrat Dr. Max Schmidt durch zahlreiche Feinnivellements ergänzt und weiter verdichtet. Diese Nivellements dienten vorwiegend dem Ersatz verlorengegangener Höhenpunkte, der Versicherung der Knotenpunkte und dem Studium von Senkungserscheinungen im oberbayerischen Alpenvorland. Größere Bedeutung haben hierunter vor allem die 1906—1916 zur Untersuchung von *Höhenstörungen im Alpenvorland* als Doppelnivellement ausgeführten *Feineinwägungen* bekommen, die zusammengefaßt die Grundlage für das „*erneuerte oberbayerische Höhennetz*“ bilden. Die Gesamtlänge dieses Netzes beträgt 651 km. Es wurde in 3 Schleifen unterteilt und von Schlotzer vorläufig und von Hesselbarth endgültig nach bedingten Beobachtungen ausgeglichen. Weiter ist hier noch zu erwähnen die Beobachtung der Münchener Stadthöhenschleife (1915—1917). Der Höhenberechnung dieser Schleife wurde der nördliche Komparatorpfeiler der Technischen Hochschule München Nr. 2904 mit der von Oertel 1895 bestimmten Ausgangshöhe zu Grunde gelegt. Dieser Pfeiler galt bis zu seiner Zerstörung (1945) als bayerischer Normalhöhenpunkt.

#### 4. Das alte Präzisionsnivellement der Rheinpfalz.

Das Präzisionsnivellement der Rheinpfalz wurde von 1890 bis 1894 von Oertel beobachtet. 1890 war die Pfalz bereits von einer 423 km langen Schleife (Schleife Nr. IX) der preußischen Landesaufnahme umschlossen, die lediglich zu verdichten war. Die Linienführung erfolgte längs der Eisenbahnen. Auch das rheinpfälzische Netz mit einer Gesamtlänge von 571 km und 381 Fixpunkten wurde von Oertel ausgeglichen. Das Netz umfaßte zusammen mit 6 Linien der preußischen Landesaufnahme und 3 hessischen Linien, die bereits ausgeglichen waren, 15 Schleifen, von denen aber nur 12 in die Ausgleichung einbezogen wurden.

Die Normalnullfläche wurde wiederum als Horizont eingeführt, der bei Kreuznach von der Umfangsschleife übernommen und durch Zwangsanschlüsse in Baumholder, Langenkandel, Mutterstadt, Saarbrücken, Saargemünd und Weißenburg verprobt wurde.

Für das rheinpfälzische Netz ergaben sich folgende mittlere Kilometerfehler:

1. Aus den Schleifenanschlußfehlern  $\mu_{s_1} = \pm 2,18 \text{ mm}$
2. Aus den Standfehlern aller Netz- und Anschlußlinien  $\mu_{s_2} = \pm 0,68 \text{ mm}$
3. Aus der Ausgleichung  $\mu_{s_3} = \pm 2,58 \text{ mm}$ .

##### 5. Das alte badische Präzisionsnivellement.

Die badische Eisenbahnverwaltung führte 1875—1880 ein Präzisionsnivellement längs aller Bahnen mit einer Gesamtlänge von 1100 km durch. Bei der Ausgleichung wurden noch mehrere württembergische und elsässische Linien der preußischen Landesaufnahme hinzugenommen, sodaß ein Netz von insgesamt 22 Schleifen mit 2055 km Nivellementslinien entstand, die fast alle zwei- bis vierfach gemessen waren. Das Netz wurde 1883 durch Prof. J o r d a n ausgeglichen. Die Höhen beziehen sich auf Normalnull. Als Ausgangspunkt für die Höhenberechnung diente die Höhenmarke der preußischen Landesaufnahme am Straßburger Münster.

##### 6. Das alte württembergische Präzisionsnivellement.

Das württembergische Präzisionsnivellement der Europäischen Gradmessung wurde 1868—1878 bearbeitet. Es umfaßt insgesamt 1854 km Nivellementslinien, die hauptsächlich den Eisenbahnen folgen. Der Höhenanschluß an Normalnull erfolgte längs der Linie Germersheim—Bretten an Punkte der preußischen Landesaufnahme.

1887—1894 wurde das gesamte württembergische Eisenbahnnetz neu nivelliert und dabei 1718 km Nivellementslinien mit 2146 dauerhaft vermarkten Höhenpunkten im Anschluß an das ursprüngliche Gradmessungsnetz neu berechnet.

### III. Entstehung und Entwicklung des Reichshöhennetzes von 1912 bis 1945.

Infolge der Mängel in der Stabilität der Fixpunkte und der Steigerung der Beobachtungsgenauigkeit entschloß man sich 1914, für ganz Preußen ein neues Haupthöhennetz zu schaffen. Kurz vorher (1912) wurde wegen des vorgesehenen Abbruchs der Alten Berliner Sternwarte ein umfangreiches Höhennetz rund um Berlin zur Übertragung des Normalhöhenpunktes nach Hoppegarten, östlich von Berlin, erkundet. Das neue Netz sollte mit dem alten Netz möglichst viele Punkte gemeinsam haben und den Horizont vom Normalhöhenpunkt übernehmen, im übrigen aber zwangsfrei ausgeglichen werden. Die im Frühjahr 1914 begonnenen Arbeiten zur Erneuerung des Gesamtnetzes wurden durch den Krieg unterbrochen und konnten erst 1919 wieder fortgesetzt werden. Sie fanden 1942 ihren vorläufigen Abschluß und umfaßten folgende Teile:

*Netzteil I:*

*(zugleich Übertragungsnetz für den neuen Normalhöhenpunkt)*

Berlin und das Gebiet nach Osten bis Küstrin und nach Süden bis Lübben.

Beobachtet: 1912—1920, Umfang 679 km, 11 Schleifen, veröffentlicht 1923.

*Netzteil II:*

Gebiete westlich und nördlich von Teil I bis einschließlich Schleswig-Holstein, holländischer Anschluß, Rheinprovinz bis Wesel-Köln. Beobachtet 1912 bis 1926, Umfang 4053 km, 19 Schleifen, veröffentlicht 1927.

*Netzteil III:*

Rheinland nördlich Bonn und das Ruhrgebiet. Beobachtet 1935, Umfang 963 km, 11 Schleifen, veröffentlicht 1937.

*Netzteil IV:*

Braunschweig, Thüringen, Hessen und Gebiete südlich von Hannover. Beobachtet 1936—1938, Umfang 2409 km, 13 Schleifen, nicht mehr veröffentlicht.

*Netzteil V:*

Sachsen und Böhmen. Beobachtet 1939—1942 nicht mehr veröffentlicht.

In Sachsen war bereits 1908—1921 ein neues Nivellement I. O. beobachtet worden.

Für diese Netzteile ergaben sich folgende mittlere *zufällige Kilometerfehler*:

Netzteil	I	II	III	IV	V
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
$m_1$	$\pm 0,33$	$\pm 0,34$	$\pm 0,32$	$\pm 0,39$	—
$m_2$	$\pm 0,24$	$\pm 0,31$	$\pm 0,41$	$\pm 0,54$	—
$m_3$	$\pm 0,40$	$\pm 0,53$	$\pm 0,38$	$\pm 0,38$	$\pm 0,70$

wobei wie bisher  $m_1$  aus den Streckendifferenzen,  $m_2$  aus den Liniendifferenzen und  $m_3$  aus den Schleifenschlußfehlern berechnet wurden.

Nach den von L a l l e m a n d auf der 17. Allgemeinen Konferenz der Internationalen Erdmessung 1912 vorgeschlagenen Fehlerformeln:

Netzteil	I	II	III	IV	V
	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>	<i>mm</i>
$\mu_1$	$\pm 0,32$	$\pm 0,33$	$\pm 0,32$	Unter-	nicht
$\mu_2$	$\pm 0,05$	$\pm 0,04$	$\pm 0,07$	lagen	berechnet
$\mu_3$	$\pm 0,02$	$\pm 0,03$	$\pm 0,07$	verloren	

Hierin bedeutet  $\mu_1$  den mittleren zufälligen Kilometerfehler,  $\mu_2$  und  $\mu_3$  die systematischen Kilometerfehler aus Liniengruppen oder von Netzen aus mindestens 10 Schleifen.

Hier ist zu bemerken, daß nur noch für die Netzteile I—III alle Unterlagen zur Verfügung stehen. Für den Netzteil IV liegt nur noch ein Höhenverzeichnis (*mm*-Höhen) vor. Alle übrigen Unterlagen dürften verloren sein. Für den Netzteil V dürften noch die Beobachtungsauszüge beim Institut für Erdmessung auffindbar, alle weiteren Unterlagen ebenfalls zerstört sein. Im übrigen sind auch sämtliche Unterlagen für die unterirdischen Versicherungen der Netzteile sowie alle Angaben für den mit 11 Festlegungen unterirdisch versicherten neuen Normalpunkt östlich Berlin durch Kriegseinwirkung verloren gegangen.

In Norddeutschland ist noch auf das *Nordseeküstennivellement* hinzuweisen, das von 1928—1932 und mit einigen Ergänzungen 1933—1937 gemeinsam vom Reichsamt für Landesaufnahme und der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements durchgeführt wurde und dem Studium der Küstensenkung

dient. Auch dieses Nivellement folgt im allgemeinen den alten Nivellementlinien (Netzteil II), wobei lediglich mit Rücksicht auf die Ausgleichung einige neue Linien eingeschaltet und Seitenlinien zu Schleifen erweitert werden mußten. Als Ausgangspunkt für die Höhenberechnung wurde ein Punkt des Reichshöhennetzes nördlich Wallenhorst in den Ausläufern des Teutoburger Waldes gewählt. Das Netz wurde *zwangsfrei* ausgeglichen. Die Höhenberechnung erfolgte nach einem besonderen System, dem „System des Nordküstennivellements“.

In Süddeutschland vollzog sich die *Erneuerung des Haupthöhennetzes* in folgenden Abschnitten:

### 1. Baden.

Ab 1922 erfolgte eine planmäßige Erneuerung und Verdichtung des badischen Präzisionsnivellements durch die Abteilung für Landesvermessung des Badischen Finanz- und Wirtschaftsministeriums. 1938 wurden diese Arbeiten von der inzwischen neugebildeten Hauptvermessungsabteilung XII in Stuttgart übernommen und die Beobachtungen zum Abschluß gebracht. Damit besitzt Baden ein sehr dichtes Netz von gut vermarkten Nivellementslinien, die durchwegs längs Straßenzügen verlaufen.

Das Netz I. und II. O. umfaßt rund 17.000 Höhenpunkte.

Nivelliergerät: Zeiss III - Nivellier mit planparalleler Platte, Zeiss-Invarlatten.

Mittlerer Fehler einer doppelt nivellierten Strecke von 1 km:

beim Nivellement I. O.  $\pm 0,35$  mm

„ „ II. O.  $\pm 0,65$  mm

Zur Ausgleichung dieses Netzes und zum Anschluß an das Reichshöhennetz kam es infolge des Krieges nicht mehr.

### 2. Württemberg.

In Württemberg wurde von 1937—1939 nach den vom RfL gegebenen Richtlinien eine vollständige Neubearbeitung eines Nivellements I. O. durchgeführt, wobei die Linien ausschließlich den Straßen folgen. Auch hier kam es nicht mehr zur Ausgleichung und zum Anschluß an das Reichshöhennetz.

### 3. Hessen.

In Hessen liegen für die Regierungsbezirke Kassel und Oberhessen sowie für geringe Teile des Regierungsbezirkes Wiesbaden neue Haupthöhenlinien vor, die dem Netzteil IV des Reichshöhennetzes angehören. Weiter wurden in den hessischen Gebieten südlich des Mains im Anschluß an das badische Netz eine Reihe neuer Linien vom RfL 1938 vermarktet und gemessen. Aber schon 1939 wurden in Hessen die Feineinwägungen eingestellt.

Damit liegen nun für den Raum Mainz—Frankfurt—Hanau—Aschaffenburg—Darmstadt—Amorbach—Königshofen—Crailsheim—Aalen—Ulm—Friedrichshafen—Basel—Kehl—Karlsruhe—Worms—Mainz moderne Netze vor, die hinsichtlich der Beobachtungsgenauigkeit, der Linienführung und der Vermarkung den Anforderungen des Reichshöhennetzes entsprechen, für die aber die Ausgleichung noch aussteht. Für die Horizontübernahme steht zudem nur ein einziger Punkt (Hanau) zur Verfügung. Leider sind für das genannte Gebiet infolge der Verlagerungen der Beobachtungs- und Berechnungsergebnisse während des Krieges verschiedene Unterlagen, insbesondere Einmessungsskizzen, Festpunkts-



beschreibungen, Zusammenstellung der Beobachtungsergebnisse u. a. verloren gegangen. Zudem liegen noch verschiedene Linien vor, die nur vermarktet, aber nicht mehr gemessen wurden. Es wurde also auch hier eine Reihe von Erneuerungsarbeiten notwendig.

#### 4. Bayern.

Bayern grenzt im Norden an den Netzteil IV (Linien: Hanau—Bronzell bei Fulda; Bronzell—Neustadt, Neustadt—Königshofen—Hildburghausen—Rodach—Coburg, Coburg—Köppelsdorf, Probstzella—Saalfeld—Neustadt a. d. Orla) des Reichshöhennetzes, von dem aus im Zuge der Bearbeitung des Reichshöhennetzes noch folgende Linien in Bayern vermarktet und z. T. beobachtet werden konnten: Neustadt a. d. S.—Würzburg, Coburg—Lichtenfels—Bamberg; Lichtenfels—Kulmbach—Hof. Im Osten Bayerns verläuft der Westrand des Netzteils V von Hof über Weiden, Wernberg, Schwandorf, Regensburg, Straubing, Plattling, Passau bis Neuhaus, von dem nach Osten noch die Linien Hof—Oberwiesenthal, Wernberg—Pilsen, Schwandorf—Eisenstein, Passau—Eisenstein abzweigen.

Im übrigen wurde in Bayern nach Vereinheitlichung und Verstaatlichung der Höhenmessung ab 1925 versucht, das alte Präzisionsnivellement durch Nachmessung und Erneuerung der alten Linien systematisch zu erneuern. Die Überprüfung dieser Wiederholungsmessung zeigt aber, daß die Ergebnisse in vielen Fällen, insbesondere wegen mangelhafter Identität der Anschlußpunkte und Fehlen eines festen Beobachtungsprogramms nur sehr bedingt brauchbar sind. Die Messungen sind für den Aufbau eines neuen Haupthöhennetzes nicht geeignet. Damit ist Bayern hinsichtlich des Haupthöhennetzes gegenüber den übrigen deutschen Ländern im Rückstand. Dies führte dazu, daß ab 1948 der Neubearbeitung des Haupthöhennetzes in Bayern besondere Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

(Schluß folgt)

## **Die Näherungsmethoden des astronomischen Nivellements und das Geoid im Nordteil des Meridianbogens Großenhain—Kremsmünster—Pola**

Von Karl L e d e r s t e g e r, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

(Fortsetzung)

### 3. Helmer's „Sphäroidbestimmung“<sup>5)</sup> und ihre moderne Fortentwicklung

Einen weiteren Schritt auf dem Wege großräumiger Annäherung stellt Helmer's kombiniertes graphisch-rechnerisches Verfahren der Sphäroidbestimmung dar. Helmer nennt nämlich die den Lotabweichungen angepaßte Fläche das Sphäroid, weil ja wegen der Vernachlässigung der Lotkrümmung

<sup>5)</sup> F. R. Helmer: „Die mathematischen und physikalischen Theorien der Höheren Geodäsie“, Leipzig 1880, Band 1, Seite 564—573.

## Entwicklung und Stand des Präzisionsnivellements in Deutschland

Mit einer Kartenbeilage

Bericht von M. K n e i ß l, München

(Schluß)

### IV. Entwicklung der deutschen Haupthöhenetze nach 1945

Nach 1945 lag die Initiative zur Bearbeitung des Haupthöhenetzes eindeutig bei den süddeutschen Landesvermessungsämtern, insbesondere beim Bayerischen Landesvermessungsamt München. Im Jahre 1948 stellte Bayern einen Plan für die vollständige Neubearbeitung des Haupthöhenetzes mit rund 4000 bis 5000 *km* Nivellementslinien auf. Die Gründe hierfür waren folgende:

1. Das alte Netz genügte modernen Genauigkeitsansprüchen nicht mehr;
2. durch natürlichen Verfall und kriegsbedingte Zerstörungen einer Reihe von Festpunkten und Knotenpunkten sind umfangreiche Erneuerungsarbeiten unumgänglich notwendig geworden;
3. die Linienführung und die alte Punktvermarkung wurde in vielen Fällen als unzureichend erkannt;
4. große Gebiete waren vom Präzisionsnivellement noch nicht erfaßt;
5. endlich und nicht zuletzt war nach dem Untergang des Reichsamts für Landesaufnahme die Erhaltung des Haupthöhenetzes wieder Aufgabe der Länder geworden. Eine Überprüfung des vom Reichsamt in Bayern geplanten neuen Reichshöhenetzes wies erhebliche Mängel in der Linienführung und Vermarkung auf. Die Ergebnisse der noch während des Krieges durchgeführten Beobachtungen waren nicht mehr zugänglich.

Mit Rücksicht auf die große praktische und wissenschaftliche Bedeutung des Präzisionsnivellements wurde für die Neubearbeitung von vorneherein die Forderung aufgestellt, das Netz unter strenger Beachtung aller wissenschaftlichen Anforderungen zu entwickeln. Diese wissenschaftliche Ausrichtung des neuen bayerischen Haupthöhenetzes verdient umso größere Beachtung, weil die Ausgaben für dieses Nivellement aus dem normalen Etat des bayerischen Landesvermessungsamtes bestritten werden müssen. Mit Rücksicht darauf war es daher notwendig, einen Fünfjahresplan aufzustellen, nach dem abschnittsweise und entsprechend den zur Verfügung stehenden Haushaltsmitteln und ohne Personalvermehrung die Erkundung, Verfestigung und Beobachtung durchzuführen ist. Ein Zeitraum von 5 Jahren stellt wohl das äußerste dar, um gerade noch die Einheitlichkeit der Beobachtungen und sichere, unveränderliche Anschlußpunkte zu gewährleisten. Beobachtungen eines einheitlichen Netzes, die sich über zwanzig und mehr Jahre erstrecken, sind für moderne Höhenetze nicht tragbar. Das Bayerische Landesvermessungsamt ist vielmehr der Meinung, daß fortan mindestens alle 20 Jahre, d. h. praktisch also laufend, systematische und periodische Nachmessungen ganzer Netzteile zur Überprüfung von Höhenänderungen durchgeführt werden müssen, um einerseits Hebungs- und Senkungsgebiete eindeutig von

stabilen Lagen und andererseits zufällige Beobachtungsfehler von systematischen Höhenänderungen der Fixpunkte trennen zu können.

Daneben mußte von vornherein für eine straffe und einheitliche Leitung innerhalb Bayerns und für eine möglichst enge Zusammenarbeit mit den Nachbarstaaten Sorge getragen werden. Die Leitung in Bayern wurde dem RVR Dr. Wernthaler übertragen. Zur Wahrung der Netzanschlüsse mit den Nachbarländern wurde im Rahmen der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesrepublik ein Arbeitskreis Präzisionsnivellement gebildet, dem Dr. Wernthaler sehr tatkräftig vorsteht. Dieser Arbeitskreis bietet die Gewähr, daß das neue bayerische Präzisionsnivellement organisch in das einheitliche gesamtdeutsche Höhennetz eingefügt wird. Bei der Durchführung des Nivellements werden folgende Grundsätze beachtet:

*a) Grundsätze für die Erkundung und Linienführung*

Bei der Erkundung und Linienführung wurde vor allem auf etwaige Bewegungen des tiefen Untergrundes (tektonische Schollenbewegungen) geachtet, wie sie zum Ausgleich von Spannungen in der Erdkruste auftreten. Hierzu war die Mitarbeit des geologischen Landesamts notwendig. Gebiete, die erfahrungsgemäß oder auf Grund eingehender geologischer Untersuchungen solche Hebungen und Senkungen befürchten lassen, werden gemieden. In den Fällen, wo man gerade diese Gebiete besonders eingehend untersuchen will, werden sie auf kürzestem Wege überquert.

Vor Beginn der Erkundung wurden beim Bayerischen Geologischen Landesamt eingehende Gutachten über die Boden- und Untergrundverhältnisse für ganz Bayern eingeholt, um das Netz auf besonders sichere Grundpunkte stützen zu können. Auf Grund dieser Gutachten wurden solche Grundpunkte in der Rhön, im bayerischen Jura, im Bayerischen Wald und auf einem Gebirgsstock bei Immenstadt ausgewählt.

In ähnlicher Weise wurde auch der mittlere Untergrund untersucht. Hierzu rechnet man Schichten bis etwa 20 m Tiefe, deren Oberfläche etwa 1 bis 2 m unter der Erdoberfläche liegt. Durch das Verhalten des mittleren Untergrundes, insbesondere durch Verdichtung und Zusammensackung muß mit lokalen oberflächlichen Bodenbewegungen gerechnet werden. Diese Frage wurde von Dr. Wernthaler sehr eingehend untersucht, wobei er folgende Möglichkeiten unterscheidet:

a) Zusammensetzen (Volumenverkleinerung) von jüngsten Sedimenten, namentlich der jüngsten Aufschüttungen in Flußtätern;

b) Volumenveränderungen durch Wasseraufnahme, bzw. Wassercrabbgabe bei Ton- und Lehmlagen (Quellen der Tone bei Wasseraufnahme);

c) Abgleiten an schiefliegenden tieferen Schichten, auf denen der Mittelgrund gelagert ist;

d) Schub- und Druckwirkung von nahegelegenen größeren Massen, z. B. an Steilhängen;

e) Abbau und Auflösung von eingeschlossenen löslichen Schichten, z. B. von Gipseinlagerungen.

Mit Rücksicht hierauf wurden im neuen bayerischen Entwurf Nivellements-

linien in Flußtäälern möglichst vermieden, weil diese meistens von jüngsten Aufschüttungen erfüllt sind, die auch im mittleren Untergrund noch nicht zur Ruhe gekommen sind. Wo den Talgründen nicht ausgewichen werden konnte, wurde versucht, Höhenmarken auf anstehendem Fels, also dort anzubringen, wo der tiefere Untergrund zutage tritt. Weiter wurden Linien vermieden, die auf entlang von Gehängen führenden Straßen verlaufen, weil hier fast stets mit Hangrutschungen zu rechnen ist, wenn auch diese Bewegungen meist so klein sind, daß sie nicht unmittelbar sichtbar werden. Dagegen wurden ebene Höhenzüge und Hochflächen bevorzugt, weil Höhenplatten, unabhängig vom Alter des Gesteins, meist stabilere Untergrundverhältnisse aufweisen.

Neben dem tieferen und mittleren Untergrund wurden auch schon beim Netzentwurf die Verhältnisse in der oberen Erdkruste von etwa 1 bis 2 m Tiefe beachtet, wenn diese über größere Entfernungen hin gleichartig waren. Besonderes Augenmerk wurde dabei auf die Wasserverhältnisse und auf die allgemeine Frosttiefe gelegt.

Endlich wurden dann noch besonders eingehend der Verlauf und die Ausgestaltung der Erdoberfläche selbst längs des zu wählenden Nivellementswegs, also die eigentliche Linienführung untersucht. Verkehrsarme Straßen II. O. und III. O. wurden mit Rücksicht auf eine standfeste Aufstellung der Stative und Latten und zur Ausschaltung von starken Refraktionsstörungen durch breite Straßenbänder und einseitige Beschattung bevorzugt. Dies ist von großer praktischer Bedeutung, denn gerade diese Straßen II. und III. O. auf Hochflächen wurden vom alten Präzisionsnivellement und vom erneuerten Nivellement I. O. und II. O., die hauptsächlich den Eisenbahnen und den Hauptstraßen folgten, nicht berührt. Das neue Nivellement führt also vielfach über höhenmäßig noch nicht genau bestimmte Gebiete und gibt zusammen mit dem später in das neue Netz einzubindenden alten Nivellements eine annähernd gleiche Punktdichte für alle bayerischen Gebiete. Soweit möglich, wurde in Nordbayern die Autobahn wegen ihres sehr zügigen Verlaufs und der vorhandenen günstigen Vermarktungs- und Beobachtungsbedingungen (Mittelstreifen) in den neuen Entwurf einbezogen. In Südbayern ist die Einbeziehung wegen Widerstände seitens der Autobahnbehörden noch nicht sicher. Gesteuerte Straßen, verkehrsreiche Hauptstraßen, Eisenbahnen wurden wegen der starken Erschütterungen und etwaiger Umbauten, größere Steigungen (10 bis 12%), Sichten entlang von sonnenbeschienenen Wänden, Waldändern, Flüssen u. dgl., Sichten über Gewässer, Stromübergänge u. ä. wurden, um die Einflüsse von Refraktionsanomalien möglichst klein zu halten, vermieden.

#### *b) Auswahl der Markenträger*

Lagen die Nivellementslinien im großen fest, so erfolgte die Erkundung der Standorte für die Pfeiler und die Auswahl der Gebäude für die Anbringung der Höhenbolzen. Auch hier wurde auf die lokalen Untergrundverhältnisse besonders geachtet. Die Standorte mußten insbesondere so gewählt werden, daß die Pfeiler nicht einsinken (Gebäudesenkungen, Dammsitzungen, Grundwasseranstauungen), nicht durch Frost gehoben werden oder durch Seitendruck (Hangrutschungen, Druck durch Baumwurzeln) Höhenänderungen erfahren. Hierzu ist es unbedingt

notwendig, daß die *Markenträger bereits einige Jahre vor der ersten Beobachtung* angebracht werden, um Einsackungen nach der Beobachtung zu vermeiden. In Abständen von rund 50 km wurde durch besonders tief fundierte, dauerhafte unterirdische Festlegungen (UF), die einerseits auf besonders stabilem Untergrund und andererseits in Gegenden maximaler Hebung oder Senkung eingebracht wurden, der Horizont besonders gesichert, bzw. Vorsorge getroffen, um Höhenänderungen durch Nachmessungen feststellen zu können.

Auf dieselbe Weise wurden auch die wichtigsten Knotenpunkte rückversichert und auch hier jeweils geologische Gutachten eingeholt und beachtet.

### c) Nivellier- und Berechnungsverfahren

Als Nivelliergerät werden das Wild-Zeiß-Nivellier A, bzw. III mit Invarlatten, als Beobachtungsmethode das Wild-Zeißsche Nivellierverfahren mit Keilstricheinstellung bei einspielender Libelle mittels planparalleler Platte verwendet. Die günstigsten Zielweiten liegen dabei erfahrungsgemäß etwa zwischen 30 bis 50 m; die günstigsten Beobachtungszeiten fallen in die Vormittags- und Nachmittagsstunden. Hin- und Rückmessung werden zu möglichst verschiedenen Tageszeiten und unter möglichst verschiedenen Witterungsverhältnissen durchgeführt. Zur Feststellung persönlicher Fehler der Beobachter — es kommen etwa 3 bis 5 Beobachtungstrupps zum Einsatz — wurde von *München-Harlaching bis Mittersending, von Hochterrasse zu Hochterrasse*, quer durch das Isartal und über die Isar hinweg eine besondere Vergleichsstrecke eingerichtet, die zugleich dem Studium der Markenträger und der Verfestigung dient. Auf dieser Versuchsstrecke werden Höhenänderungen der verschiedenen Marken (Mauerbolzen, Pfeilerbolzen mit Fundierungen auf 1 bis 2 m Tiefe, Kopfbolzen, Rohrfestpunkte) fortlaufend untersucht.

Über die zweckmäßigste Reduktion der Ergebnisse, insbesondere über die Art der Schwerereduktion und die Einführung von Seehöhen und dynamischen Höhen (Arbeitshöhen) werden zur Zeit noch die verschiedenen Möglichkeiten untersucht. Die endgültige Entscheidung ist hier wesentlich abhängig vom Umfang und den Ergebnissen der Schweremessungen, die erst 1951 begonnen und längs des gesamten Nivellementsweges durchgeführt werden sollen. Dasselbe gilt für die Ausgleichung, die zum Vergleich der Leistungsfähigkeit der verschiedenen Verfahren nach vermittelnden und bedingten Beobachtungen und nach der Methode der schrittweisen Annäherung durchgeführt werden soll.

### d) Abstand der Festpunkte

Die Durchführung der älteren deutschen Präzisionsnivellements wurde zwar wissenschaftlich begründet, im übrigen aber dienten die Nivellements vorwiegend wirtschaftlichen Zwecken, wie dem Bau und der Unterhaltung der Eisenbahnen und Wasserstraßen; d. h. die Linien mußten entsprechend den Wünschen der Auftrags- und Geldgeber entlang der bestehenden oder geplanten Verkehrswege geführt und die Markenträger so verlegt werden, daß die Gebrauchsnivellements möglichst einfach angeschlossen werden konnten. Die Folge war, daß infolge Verwendung ungünstiger Standorte die Nivellementsnetze sehr rasch verfielen. Besonders schlechte Verhältnisse finden wir dort, wo die Markenträger in bestimmten

Abständen — etwa wie Kilometersteine — alle 500 oder 1000 *m* eingebracht werden mußten. Mit dieser Übung wurde beim neuen Nivellement grundsätzlich gebrochen. Beim neuen bayerischen Hauptnivellement werden die Festpunkte je nach den örtlichen Verhältnissen in Abständen von etwa 600 bis 1500 *m* eingebracht, der durchschnittliche gegenseitige Punktabstand liegt etwa bei 800 *m*. Wenn nicht gerade geeignete Gebäude für die Einbringung von Mauerbolzen zur Verfügung stehen, erfordert die Verfestigung des Nivellements außerordentlich hohe Kosten; man rechnet für die Einbringung eines Pfeilers mit Bolzen mit etwa 40 bis 100 DM, wobei die untere Grenze nur mit motorisierten Vermarkungstrupps und bei kostenloser Bereitstellung und Anfahrt des Vermarkungsmaterials (Kies, Sand und pro Punkt 25 kg Zement) durch die Baubehörden erreicht werden kann. Damit ergeben sich für ein Netz mit 5000 *km* Nivellementslinien und je einem Festpunkt pro laufenden Kilometer bei 80 DM Durchschnittskosten allein 400.000 DM Kosten für die Verfestigung.

#### *e) Schleifengröße*

Bei der Linienführung im großen entschied man sich auf Vorschlag von Dr. Werntaler auf die Auswahl von Schleifen mit etwa 50 bis 70 *km* Durchmesser und etwa 200 bis 300 *km* Umfang, wobei mit Rücksicht auf die Ausgleichsgewichte alle Schleifen möglichst gleichen Umfang erhalten sollen. Die Schleifen des neuen Netzes werden größer als die des alten bayerischen Präzisionsnivellements, aber kleiner als die Schleifen des früher geplanten Reichshöhennetzes. Bei der gewählten Schleifengröße können Vermarkung und Beobachtung in der vorgesehenen Zeit mit den voraussichtlich zur Verfügung stehenden Mitteln durchgeführt werden. Die Verfestigung des neuen Hauptnivellements konnte 1949/50 für alle Linien nördlich der Donau abgeschlossen werden, wobei die Oberste Baubehörde das Bayerische Landesvermessungsamt bestens unterstützt hat.

#### *g) Anschluß an die Nachbarstaaten*

Bei der Erkundung wurde auf die Anschlüsse an die Nachbarnetze weitgehend Rücksicht genommen. Im einzelnen wurde angeschlossen:

*Im Norden* an die Randlinien des Netzteils IV von Hanau über Bronnzell—Königshofen—Coburg—Saalfeld—Neustadt a. d. Orla—Hof und die im Zuge der seinerzeitigen Bearbeitung des Reichshöhennetzes in Bayern bereits vermarkten und z. T. beobachteten Linien Coburg—Lichtenfels—Bamberg, dann Neustadt a. d. S.—Würzburg und Hanau—Aschaffenburg, Marktheidenfeld—Würzburg und endlich Schlüchtern—Altengronau—Marktheidenfeld;

*im Osten* an den Netzteil V (Linien von Hof über Tirschenreuth—Weiden—Schwandorf—Regensburg—Passau und Passau—Eisenstein);

*im Westen* an das neue Württembergisch-Badische Hauptnetz (Anschlußlinien Marktheidenfeld—Königshofen—Rot a. S.—Oberalfingen—Aalen—Ulm—Waldsee—Friedrichshafen).

Gleichzeitig wurde auf die Schaffung eines genügend stabilen Übergangnetzes zur Horizontübertragung von Netzteil IV auf das Württembergisch-Badische Hauptnetz geachtet.

Hierzu war die Zusammenfassung der in Hessen neuzubearbeitenden Netzteile

mit dem Württembergisch-Badischen Haupthöhennetz zu einem einheitlichen Südwestdeutschen Netz notwendig.

Der Arbeitskreis Präzisionsnivellement beschloß, das Süddeutsche Haupthöhennetz in 2 Teilen (Südwestdeutsches Haupthöhennetz und Bayerisches Haupthöhennetz — s. Anlage) auszugleichen. Das Südwestdeutsche Haupthöhennetz bedeckt den Raum, der im Westen von Basel bis Bonn vom Rhein, im Norden von der Südgrenze der Netzteile III und IV des Reichshöhennetzes (Bonn—Olpe—Hanau—Bronnzell—Bischofsheim), im Osten von der Linie Bischofsheim—Rot a. S.—Ulm—Friedrichshafen und im Süden von der Linie Friedrichshafen—Basel begrenzt ist.

Hierzu mußten in Hessen vordringlich die Linien Limburg—Esch—Höchst, dann Lorch—Wehen—Esch—Ndr. Möden sowie Wehen—Hochheim bearbeitet werden. Das Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz bearbeitete 1949/50 die Linien Bingerbrück—Alzey—Worms—Ludwigshafen—Germersheim—Kandel. Stuttgart und Reutlingen ergänzten das Württembergisch-Badische Netz. Bayern und Hessen schlossen 1949/50 die Schleife Hanau—Aschaffenburg—Marktheidenfeld—Altengronau—Schlichtern—Lieblos—Hanau und Bronnzell—Schlichtern—Altengronau—Bischofsheim.

Damit ist für das Südwestdeutsche Netz eine genügend breite Basis für die Übernahme des Horizonts längs der Linien Bonn—Olpe—Hanau—Bischofsheim gegeben. Die Ausgleichung des Südwestdeutschen Netzes wird zur Zeit bereits durchgeführt.

#### S c h l u ß.

Den Stand des neuen bayerischen Präzisionsnivellements zeigt die Übersicht. Hiernach sind fast alle Linien nördlich der Donau mit rund 2100 *km* Länge verfestigt. Beobachtet sind bereits 950 *km* Nivellementlinien. Es werden zur Zeit jährlich rund 600 *km* Nivellement verfestigt und jährlich etwa 700 *km* beobachtet. In diesem Jahre erfolgt die Erkundung der Netze südlich der Donau. Es ist zu hoffen, daß es dabei durch eine verständnisvolle Zusammenarbeit möglich ist, das bayerische Netz auch mit dem österreichischen Netz zusammenzuschließen und dort an sichere Grundpunkte anzubinden. Das Werk der Höhenvermessung soll so ausgeführt werden, daß es nicht nur der Wirtschaft und dem Augenblick, sondern darüber hinaus auch der Erweiterung unserer wissenschaftlichen Erkenntnisse dient. Es soll über die Ländergrenzen hinauswirkend zu einem Bestandteil internationaler geodätischer Arbeit und Kultur werden.

#### L i t e r a t u r h i n w e i s :

P l a n h e f t „Großdeutsches Reich“, Überblick über die Landesvermessungs- und Kartenwerke, herausgegeben vom Reichsministerium des Innern, Berlin 1944, S. 99—116. Abb. 59 enthält ein vollständiges Verzeichnis der Druckwerke der Preußischen Landesnivellements von 1870—1938.

B e r n d t, „Das Reichshöhennetz“ in „Dreiecks- und Höhenmessung“, herausgegeben vom Reichsamt für Landesaufnahme, Trig. Abt. Berlin 1940, S. 201—228.

R. W e r n t h a l e r, „Das neue süddeutsche Haupthöhennetz“, Vortrag am 1. April 1949 auf der Arbeitstagung in München.

R. W e r n t h a l e r, „Entwicklung und Stand des neuen deutschen Haupthöhennetzes“, Vortrag am 4. August 1950 auf der Geodätischen Woche in Köln.

R. W e r n t h a l e r, „Nivellement und Schwere“, Vortrag im Rahmen der Referendar-  
ausbildung, Lehrbrief Nr. 2 des Bayer. Landesvermessungsamtes in München.

J a h r e s b e r i c h t 1948 der Arbeitsgemeinschaften der Vermessungsverwaltungen der  
süddeutschen Länder.

Im einzelnen enthält dieser Bericht zum Präzisionsnivellement folgende Aufsätze und  
Vorschläge:

R. W e r n t h a l e r, „Bericht über das Präzisionsnivellement in Bayern“ S. 11—16;  
A r n d t, „Geologisches Gutachten zum Vorentwurf des bayerischen Nivellements  
I. O.“ S. 17—21;

B a y e r. L. V. A., „Vorschlag zur Neufassung der FM Bek. über das Höhen-  
messungswesen in Bayern“ S. 23—46;

L i e d e, „Bericht über die Entstehung und Fortführung der Nivellements in Baden  
und Württemberg“ S. 47—52;

S c h w a r z, „Höhennetz des Landes Hessen“ S. 53—80;

— Gründungsprotokoll der Arbeitsgemeinschaft für das Präzisionsnivellement,  
S. 81.

J a h r e s b e r i c h t 1949/50 der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der  
Bundesrepublik Deutschland.

Im einzelnen enthält dieser Bericht zum Präzisionsnivellement folgende Berichte:  
„Kurzbericht 1949/50 des Arbeitskreises Haupthöhennetz in der Arbeitsgemeinschaft  
der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland“,  
S. 87—91;

R. W e r n t h a l e r, „Vorschlag zur Ausgleichung des süddeutschen Haupthöhen-  
netzes“, S. 93—98;

— „Erläuterung zur Höhenfestpunktübersicht“.

M. N ä b a u e r, „Das Bayerische Präzisionsnivellement“, Nachrichten aus dem Reichs-  
vermessungsdienst, 1940, S. 122—149. Der Bericht enthält alle wichtigen Quellenschriften für das  
alte Bayer. Präzisionsnivellement.

G r o n w a l d, „Die Nivellements im Bezirk des Niedersächsischen Landesvermessungs-  
amtes und ihre inneren Zusammenhänge“, bearbeitet im Auftrag des Nieders. LVA. Hannover 1949.

V e r ö f f e n t l i c h u n g e n :

„Die Großherzogl. Badischen Hauptnivellements mit Anschlüssen an die Nachbar-  
staaten“, herausgegeben von der Großherzogl. Oberdirektion des Wasser- und  
Straßenbaues 1885;

„Publikation der Kgl. Württemb. Kommission für Europäische Gradmessung,  
Präzisionsnivellement“, Stuttgart 1885;

„Verzeichnis der an den Württembergischen Staatseisenbahnen angebrachten  
Höhenpunkte mit Angabe der Höhen über Normalnull. Stuttgart 1895. Heraus-  
gegeben von der Kgl. Generaldirektion der Württemberg. Staatseisenbahnen.

## Die Näherungsmethoden des astronomischen Nivellements und das Geoid im Nordteil des Meridianbogens Großenhain—Kremsmünster—Pola

Von Karl L e d e r s t e g e r, Wien

(Veröffentlichung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen)

(Schluß)

Der Ausgleich der Höhenunterschiede wurde nach vermittelnden Beobach-  
tungen in mehreren Abschnitten durchgeführt. Der erste Abschnitt reichte bis zur  
Seite Pecny—Studeny vrch und umfaßte außer dem vorläufigen Höhennullpunkt