

www.e-rara.ch

Die Grossh. Badischen Haupt-Nivellements mit den Anschlüssen an die Nachbarstaaten

Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues

Karlsruhe, 1885

ETH-Bibliothek Zürich

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-102533>

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien - von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material - from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes - des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

2

Die
Grossh. Badischen
Haupt-Nivellements

mit den Anschlüssen an die Nachbarstaaten.

Herausgegeben

von der

Gr. Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues.

Karlsruhe.

Druck und Commissions-Verlag der G. Braun'schen Hofbuchhandlung.

1885.

Haupt-Niveaus

ebene

...

...

...

...

...

Mit Genehmigung Grossh. Ministeriums des Innern bringen wir hiermit das in der Zeit von 1873 bis 1882 im Grossherzogthum Baden ausgeführte Haupt-Nivellement, dessen Anschlüsse im Benehmen mit den Nachbarstaaten bewirkt sind, zur Veröffentlichung.

Die Höhenangaben sind durchaus auf den von der trigonometrischen Abtheilung der Königl. Preussischen Landesaufnahme angenommenen Normal-Horizont bezogen.

Karlsruhe, im Januar 1885.

Gr. Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues.

Baer.

Inhalts-Uebersicht.

	Seite
Geschichtliche Uebersicht	I
Höhenmarken und sonstige Fixpunkte	3
Nivellirinstrumente und Nivellirmethoden	4
Lattenvergleichungen	8
Original-Nivellements-Resultate	13
Ausgleichung des Netzes	47
Gewichte und mittlere Fehler nach der Ausgleichung	63
Endgültige Höhen über Normal-Null	67

Geschichtliche Uebersicht.

Die erste Veranlassung zur Anlage eines Hauptnivellements-Netzes im Grossherzogthum Baden wurde durch die Europäische Gradmessung gegeben, indem der Präsident des Königl. Preussischen Geodätischen Instituts, General Baeyer, im Jahre 1871 den Sectionschef Professor Börsch beauftragte, ein Präcisionsnivellement längs der badischen Haupt-Eisenbahn von Friedrichsfeld bis Konstanz (405 Kilometer) auf preussische Kosten auszuführen. Die Resultate wurden später in der »Publication des Geodätischen Instituts, das Präcisionsnivellement, ausgeführt von dem Geodätischen Institut, erster Band, Arbeiten in den Jahren 1867—1875, Berlin 1876« (S. 75—80 Friedrichsfeld-Konstanz) veröffentlicht.

Im Jahre 1873 wurde im Auftrag des Grossh. bad. Ministeriums des Innern ein Nivellement der 19 Kilometer langen Linie Appenweier-Strassburg durch Professor Jordan und Obergeometer Doll ausgeführt. Im Anschluss hieran liess die Grossh. Generaldirection der Eisenbahnen ein Präcisionsnivellement ihrer sämtlichen Bahnen in der Ausdehnung von 1100 Kilometer aufnehmen, welches gleichzeitig sowohl zur Gewinnung genauer Längenprofile für Betriebszwecke, als auch wissenschaftlichen Zwecken dienen sollte.

Mit der Führung dieser Arbeit wurde Obergeometer Dr. Doll beauftragt, und ihm zwei Geometer, Höpfinger und Kayser, unterstellt. Die Resultate konnten im Jahr 1877 in einem autographirten 113 Seiten 2^o umfassenden Verzeichniss aller Höhen, Gefällsverhältnisse und Distanzen, den beteiligten badischen und einzelnen fremden Behörden mitgetheilt werden. Ausserdem hat Dr. Doll seine hiebei gemachten Erfahrungen in der Zeitschrift für Vermessungswesen IV. Band, 1875, S. 105—124 und in einer Monographie »Die Nivellirinstrumente und deren Anwendung, Stuttgart 1876« veröffentlicht.

Bei der Vergleichung dieses badischen Eisenbahn-Nivellements mit dem früheren

Nivellement des Geodätischen Instituts vom Jahr 1871 hatten sich zahlreiche Differenzen ergeben, weshalb das Geodätische Institut die badische Hauptlinie nochmals aufnehmen liess, und zwar im Jahr 1878 in der Richtung Konstanz-Friedrichsfeld und in den Jahren 1880—1881 in der umgekehrten Richtung. Diese Messungen des Assistenten Seibt, zu denen auch noch die württembergischerseits gewünschte, grösstentheils auf badischem Gebiet liegende Anschlussstrecke Radolfzell-Friedrichshafen kam, ist im Jahr 1882 in der Publication des Königl. Preussischen Geodätischen Instituts »Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz Berlin 1882« veröffentlicht worden. Auf der Linie Swinemünde-Konstanz konnten die älteren Arbeiten streckenweise, u. A. auch die Messung Friedrichsfeld-Konstanz vom Jahr 1871, nicht mehr in Betracht kommen. — Für das badische Eisenbahn-Nivellement ergaben sich bei der Vergleichung mit den Neumessungen des Geodätischen Instituts Fehler an zwei Stellen:

1. Zwischen Thayingen und Gottmadingen ein Fehler von rund 0,1 m und 2. zwischen Bruchsal und Weingarten Unklarheiten bis zu 0,05 m. Die Grossh. Generaldirection bewilligte einige Mittel zu Revisionen für diese und einige Nebenstrecken, was für Professor Jordan Veranlassung wurde, das ganze damals verfügbare Material nochmals zu discutiren, mit den Uebungsmitteln des Grossh. Polytechnikums Einiges hinzuzufügen, und eine Neuausgleichung zu machen, welche in der Zeitschrift für Vermessungswesen 1879, S. 457 bis 472 veröffentlicht ist.

Inzwischen war für die badischen Behörden eine neue Anregung zur Wiederaufnahme der Nivellements durch die Königl. Preussische Landesaufnahme gegeben, indem diese Behörde im Jahre 1879 einen Normalhorizont für die sämtlichen preussischen Nivellements mit einem Normalhöhenpunkt an der Sternwarte zu Berlin anordnete, und durch ihre Nivellements im Elsass direct mit Baden in Beziehung trat.

Zur sicheren Uebertragung des preussischen Horizontes von Elsass durch Baden bis Württemberg wurden im Jahr 1881 die zwei Linien Germersheim-Bretten und Strassburg-Alexanderschanze auf preussische Kosten je 4fach nivellirt, nämlich 1. und 2. durch die Beamten Mühlenthal und Kunkel der Preussischen Landesaufnahme, und 3. und 4. durch Professor Jordan. Diese Messungen sind veröffentlicht in dem V. Bande der Nivellements der trigonometrischen Abtheilung der Preussischen Landesaufnahme, Berlin 1883, S. 102—106.

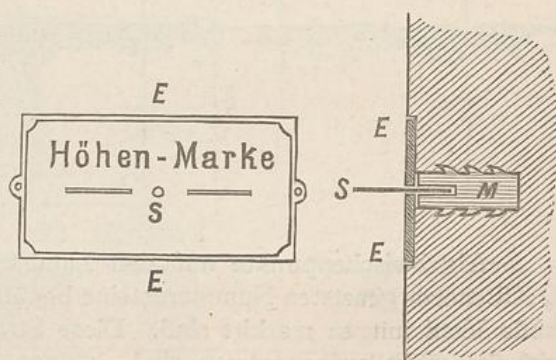
Um das badische Nivellementsnetz endlich zu einem Abschluss zu bringen, ist im Anfang des Jahres 1881 durch die Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues eine Conferenz badischer und württembergischer Sachverständiger berufen worden, welche, nach Einholung eines Gutachtens des Chefs der trigonometrischen Abtheilung der Preussischen Landesaufnahme, Oberstlieutenants Schreiber, sich dahin einigte, dass badischerseits noch einige Ergänzungen (namentlich die Linie Freiburg-Donaueschingen) zu niveliren seien, worauf das Material der badisch-württembergischen Grenzpolygone gegenseitig ausgetauscht werden, und dann beiderseits Ausgleichung und Festsetzung der Höhen in Bezug auf den Normalhorizont der Preussischen Landesaufnahme erfolgen sollte. Für Baden wurde hiebei Professor Jordan mit der Nivellementsführung und Schlussbearbeitung

beauftragt; wegen der Berufung desselben an die technische Hochschule in Hannover übernahm Obergemeister Doll mit dem ihm zugetheilten Trigonometer Bayer die Nivellements im Jahre 1882, worauf Professor Jordan in Hannover im Jahre 1883 unter Zuziehung der westlichen und östlichen Nachbaranschlüsse die nachfolgende Gesamtausgleichung ausführte.

Höhenmarken und sonstige Fixpunkte.

Die ersten 20 Höhenmarken wurden von Professor Börsch im Jahre 1871 an Bahnhof-Gebäuden angebracht, nämlich (nach Andeutung von Fig. 1) Messingbolzen *M* mit übergedeckten Eisenschildern *EE*, welche die Aufschrift »Höhen-Marke« tragen. Als Höhenpunkt gilt dabei die Mitte des in den Messingbolzen horizontal eingebohrten Loches, vor welchem das Loch der Eisenplatte unmittelbar sich befinden soll. (Ob dieses der Fall ist, kann durch einen eingesteckten Stift *S* leicht untersucht werden, treffen beide Löcher in Folge zuweilen vorkommender Verrückung der Eisenplatte nicht aufeinander, so gilt der Messingbolzen und nicht die Eisenplatte.)

Fig. 1.

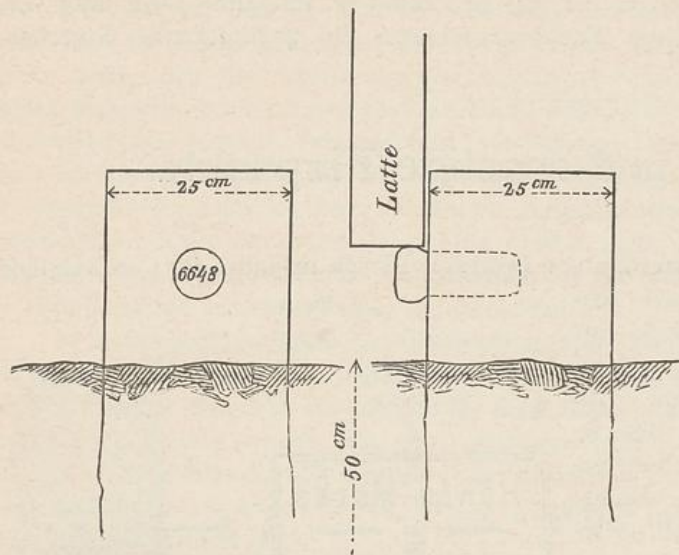


Ausser diesen 20 vom Geodätischen Institut im Jahre 1871 an Bahnhöfen der Linie Friedrichsfeld-Konstanz gesetzten Höhenmarken liess die Grossh. Generaldirection der Eisenbahnen im Jahre 1874 zahlreiche weitere Höhenmarken anbringen, so dass jetzt mit sehr wenigen Ausnahmen nahezu alle 284 badischen Bahnhöfe mit solchen leicht auffindbaren Marken etwa in Manneshöhe über dem Perron versehen sind. 15 solche Höhenmarken wurden im Jahre 1882 auch auf der Strassenlinie Freiburg-Donaueschingen gesetzt. (Die Localbeschreibung zum Auffinden aller dieser Marken wird im Schluss-Höhenverzeichnis gegeben werden.) Als Abkürzung für Höhenmarke ist im Folgenden H.-M. gebraucht. Diese Höhenmarken genügen vermöge ihrer Befestigung an soliden Bauwerken allen Ansprüchen an Stabilität, auch sind sie leicht zugänglich und auffindbar.

Auf der Eisenbahn sind ausser den Höhenmarken noch zahlreiche »Fixpunkte« auf Brücken, Durchlässen etc. durch eingemeisseltes \triangle bezeichnet worden, und ebenso sind die früheren Tausender-Steine (deren Nummern jetzt Vielfache von 0,3 km sind) und später überhaupt die Eisenbahn-Nummernsteine, mit oben eingemeiselttem \triangle als Höhenpunkte zweiten Rangs genommen worden. Diese Steine haben seit der Aufnahme Senkungen bis zu 1 cm erfahren und sind in das Haupt-Höhenverzeichnis nicht aufgenommen.

Auf den Strassenlinien Germersheim-Bretten und Strassburg-Alexanderschanze

Fig. 2.



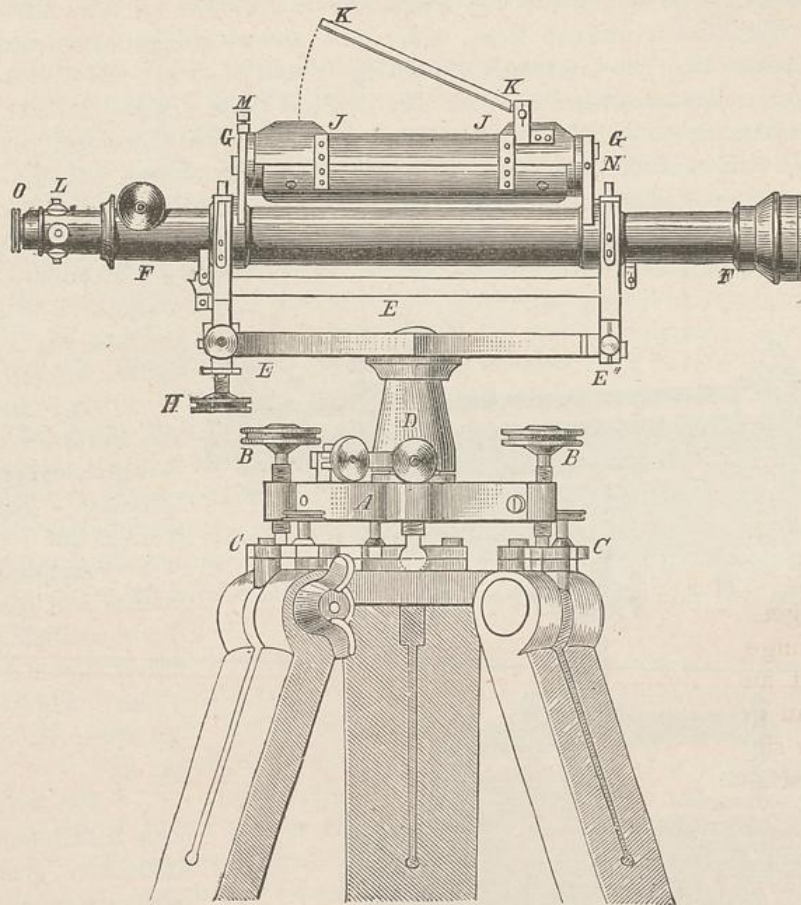
finden sich 54 Granit-Bolzensteine der Preussischen Landesaufnahme, deren Form und Anwendung in nebenstehender Fig. 2 angedeutet ist. Als Höhenpunkt gilt die obere Fläche des eisernen Bolzens und die Nivellirlatte wird daher auf den Eisenbolzen und nicht etwa auf den Stein gestellt. Die Bolzen sind auf ihren vorderen Flächen mit laufenden Nummern versehen (z. B. 6648 Fig. 2). An den Landesgrenzen bei Bretten und Alexanderschanze, bei Altbreisach, Eichwald und Hünningen sind »Nivellements-Grenzpfeiler«, d. h. grössere etwa 1 m hohe Quader mit gleichen Bolzen, wie die laufenden Steine, gesetzt worden.

Als Zwischenpunkte auf den Landstrassen wurden die gewöhnlichen von $\frac{1}{2}$ zu $\frac{1}{2}$ Kilometer gesetzten Nummernsteine benützt, welche theilweise durch oben eingehauene runde Vertiefungen markirt sind. Diese Strassensteine, welche in das Haupt-Höhenverzeichnis nicht aufgenommen sind, können wegen schwacher Fundirung höchstens auf 1—2 cm genau gelten.

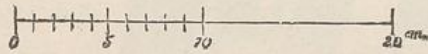
Endlich sind an einigen wenigen östlichen Grenzpunkten württembergische Glasmarken zu erwähnen, welche auf Kunstbauten angebracht und mit Nummern versehen sind.

Nivellirinstrumente und Nivellirmethoden.

Bei dem ersten badischen »Präcisionsnivellement« der Strecke Appenweier-Strassburg wurden die damals bekannten Erfahrungen der Nachbarstaaten zu Rathe gezogen. Es wurde mit doppelten Anbindepunkten nivellirt, mit Ablesung an 3 Horizontalfäden und Drehen des Fernrohrs in seinen Lagern, so dass nach jeder Richtung 12 Lattenablesungen erhalten wurden. Die Zielweite wurde von Anfang an möglichst klein gewählt, nämlich 50 m. Das verwendete Instrument nebst Latte war von Kern in Aarau geliefert. Dieses Instrument ist in folgendem Holzschnitte abgebildet.



nat. Gr.



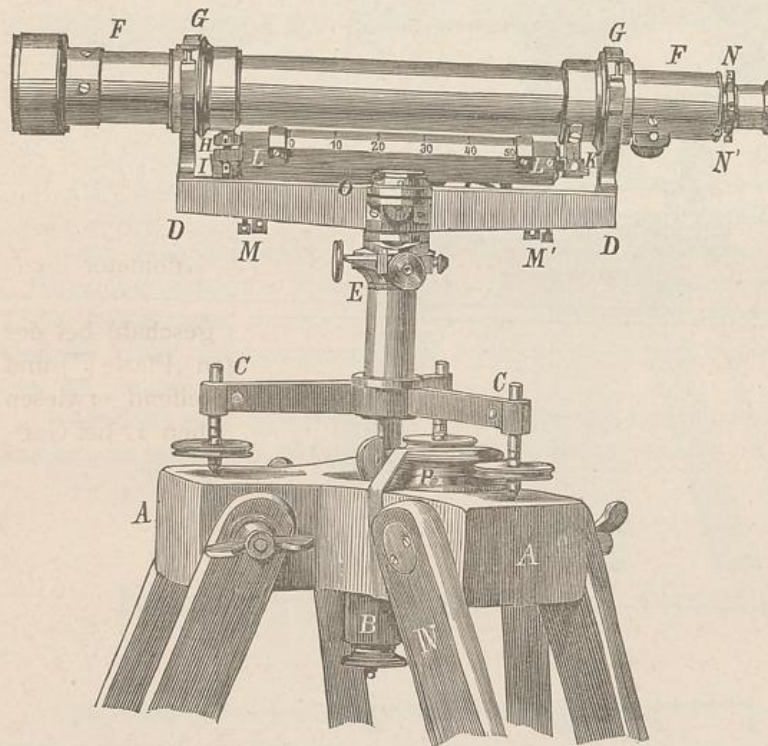
Das Fernrohr hat 37 cm Brennweite, 35 mm Objectivöffnung und gibt mit einem Ramsden'schen Ocular 30fache Vergrößerung. Die Empfindlichkeit der Libelle ist 7" auf einen Strich.

Bei dem Eisenbahn-Nivellement der Grossh. Generaldirection 1874—1876 behielt Herr Doll die Methode des vorerwähnten Versuchsnivellements betreffs der Zielweiten, der doppelten Anbindungen und der Fernrohr-Lager-Drehung bei, verzichtete jedoch auf Grund von Vergleichsversuchen auf das umständliche Ablesen an drei Fäden; indem er nur noch am Mittelfaden ablesen liess, was auch anderweitigen inzwischen gemachten Erfahrungen entspricht. Die Geometer Höpfinger und Kayser nivellirten nach dieser Anleitung mit zwei Instrumenten von der Art des auf Seite 5 gezeichneten.

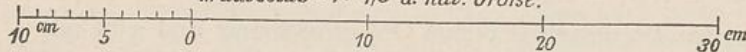
Was die von fremden Behörden in Baden gemachten Nivellirungen betrifft, so kann es unter Verweisung auf die betreffenden amtlichen Publicationen (welche bereits oben S. 1—2 citirt wurden) genügen, die Hauptpunkte hier hervorzuheben.

Bei den von Professor Jordan im Jahre 1881 im Auftrage der Preussischen Landes-

(Fig. 3.)



Maassstab = 1: 4,3 d. nat. Grösse.



das durch folgenden Holzschnitt, Fig. 3, veranschaulichte Instrument.

Das Instrument hat ein Fernrohr von 30facher Vergrößerung und eine Libellen - Empfindlichkeit von 4" auf 1 Strich.

Aehnliche Instrumente hat die Preussische Landesaufnahme auf allen ihren, Baden benachbarten, Linien angewendet. Die Zielweite ist im Maximum 50 m.

Bei den unsbetreffenden Nivellements des Geodätischen Instituts diente ein Instrument mit 32- bzw. 42 facher Vergrößerung, und Libellenempfindlichkeit von 5". Die Zielweite war 1878—1881 »in der Regel 100 m«.

Ueber die zum Schluss unserer östlichen Polygone von Württemberg entlehnten Nivellements-linien geben die General-

berichte der Europäischen Gradmessung, insbesondere für das Jahr 1868 S. 54—56 und für 1879 S. 118—126 Auskunft. Die Instrumente und die Nivellirmethode waren im Wesentlichen wie bei dem badischen Eisenbahn-Nivellement (s. oben), die Zielweite im Mittel 71 m.

Es ist noch ein Wort über Messungswiederholung und über Ausscheidungen zu sagen: Am consequentesten ist hier die Preussische Landesaufnahme vorgegangen. Diese Behörde unterscheidet »Nivellementslinien«, welche je zwei Knotenpunkte eines Netzes verbinden und dann zu dem »Schleifennivellement« gehören, oder welche als »Anschlussnivellements« an Nachbarmessungen frei endigen. Die Schleifennivellements werden zweifach (hin und her), die Anschlussnivellements vierfach gemacht. In unserem Falle ist die Linie Oggersheim-Strassburg-Basel als Liniennivellement zweifach, dagegen Germersheim-Bretten und Strassburg-Alexanderschanze als Anschlussnivellement vierfach gemacht. Hierbei gehören stets Niv. I und II und eventuell III und IV zusammen und gelten nach der Vereinigung als eine Messung. Wenn eine Differenz I—II bzw. III—IV grösser als 12 mm pro 2 km wird, so werden beide Messungen verworfen und durch zwei neue ersetzt, doch tritt dieser Fall bei geübten Nivelleuren sehr selten ein (bei den Schleifennivellements des V. Bandes kamen nur 1,3 % Verwerfungen vor).

Der Nivelleur des Geodätischen Instituts hat in der Zeit von 1878—1882 nach S. 2 der Publication, Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz, bei grösseren Missstimmigkeiten so verfahren, »dass das bezügliche Nivellement noch einmal oder vielmehr noch so oft wiederholt wurde, bis der mittlere Fehler pro Kilometer unter 3 mm herabsank«.

In Baden verliess man sich 1874 (wie es damals auch anderwärts geschah) bei der Anlage des Eisenbahn-Nivellements auf die in den doppelten Anbindungen (Platte □ und Platte △) liegende Controlle, welche sich aber nicht als absolut durchgreifend erwiesen hat, denn es haben sich trotzdem zwei Fehler von rund 0,1 m eingeschlichen 1. bei Gottmadingen (vgl. oben S. 2), 2. bei Graben.

Als Besonderheit ist für die im Jahre 1882 aufgenommenen Linien Freiburg-Donaueschingen und Donaueschingen-Singen zu erwähnen, dass hier die Beobachter Doll und Bayer in der Weise zusammen arbeiteten, dass sie zwei Instrumente nebeneinander stellten und die für beide Instrumente gemeinsamen Latten gleichzeitig ablasen. Die beiden Messungen waren also in Bezug auf die Instrumente unabhängig, während etwaige kleine Verrückungen der Lattenfuss-Punkte und vermuthlich einige andere kleine Fehlerquellen, in den Differenzen nicht zum Ausdruck kommen.

Aus verschiedenen Gründen ist die Mehrzahl aller badischen Linien gänzlich unabhängig nachnivellirt worden, nur die folgenden Strecken sind auf die Doppelbindungen und auf die Schleifenschlüsse als einzige Controlle angewiesen: Mannheim-Schwetzingen-Eggenstein, Heidelberg-Schwetzingen, Heidelberg-Meckesheim, Asbach-Osterburken, Meckesheim-Jaxtfeld, Radolfzell-Krauchenwies-Mengen, Krauchenwies-Sigmaringen; Freiburg-Donaueschingen hat die erwähnte Controlle durch doppelte Instrumente. Da die betreffenden Schleifen genügend stimmen, erschien es unter den gegebenen Umständen

zulässig, das fragliche Material in die Gesamtausgleichung (mit entsprechend modificirtem Gewicht) aufzunehmen, denn schlimmsten Falls könnten auf einer jener Strecken zwei nahezu gleiche Fehler sich aufgehoben haben.

Bei unseren nachfolgenden Bestimmungen der Nivellementsgenauigkeit a priori werden nur die aus gänzlich unabhängigen Messungen sich ergebenden Controllen benützt werden, weil sich durch zahlreiche Versuchsberechnungen gezeigt hat, dass die aus den Doppelbindungen von gleichen Instrumentenständen aus sich ergebenden Differenzen zu ganz illusorischen Genauigkeitszahlen führen.

Die wenigen Fälle, in welchen Ausscheidungen nöthig wurden, sind im Folgenden mit besonderer Motivirung, jedoch unter Mittheilung der ausgeschiedenen Theile, angegeben.

Lattenvergleichen.

Die badischen Nivellirlatten No. 1 und No. 2, welche bei der Aufnahme des Eisenbahn-Nivellements der Grossh. Generaldirection gedient haben, sind im Jahre 1874 von Mechaniker Kern in Aarau bezogen worden, mit einem Certificat der eidgen. Aichstätte in Bern, wonach die Latten nahezu richtig, nämlich nur um bzw. 0,05 mm und 0,06 mm pro 1 m zu kurz im Vergleich mit dem Normalmaass gefunden wurden. Nun wurde das Nivellement ohne weitere metronomische Maassregeln begonnen.

Als aber im Herbst 1875 nach dem Abschluss der grossen Schwarzwald-Schleife Offenburg-Basel-Singen-Offenburg, bei uns, wie auch anderwärts, die Erfahrung gemacht wurde, dass die Veränderlichkeit der Nivellirlatten eine nicht unerhebliche Fehlerquelle in sich birgt, machte Professor Jordan mit den Mitteln des Grossh. Oberaichungsamtes einige Lattenvergleichen, und die eine Latte wurde wiederholt nach Bern zur Vergleichung geschickt, doch blieb es im Uebrigen auch bei der Wiederholung des Schwarzwald-Zuges Offenburg-Singen, im Jahr 1876, bei dem alten Verfahren.

Im Jahr 1878 wurden vom Grossh. Polytechnikum neue metronomische Einrichtungen angeschafft, und von da an sind die Lattenvergleichen durchaus wissenschaftlich behandelt, insbesondere die Vergleichungen im Felde nach dem Vorgang der trigonometrischen Abtheilung der Preussischen Landesaufnahme gemacht.

So wurde im Jahre 1879 die Haupt-Schwarzwaldhöhe Gutach-Sommerau 551 m mit täglicher Lattenvergleichung zweifach nachnivellirt, ferner Durlach-Pforzheim 164 m und im Jahr 1882 Freiburg-Donaueschingen und Donaueschingen-Singen.

Ebenso wie bei der Preussischen Landesaufnahme soll für die badischen Nivellements das durch die Maass- und Gewichtsordnung des Deutschen Reiches festgesetzte Meter als Höheneinheit gelten, und dem entsprechend sind die hölzernen Latten mit von der Kaiserl. Normal-Aichungskommission ausgegebenen Hauptnormalen verglichen worden. Da über den Comparator des Grossh. Polytechnikums, welcher zu diesen Vergleichungen gedient hat, bereits in der Zeitschrift für Instrumentenkunde I. Band 1881, S. 41—47

öffentlich berichtet worden ist, und da über die im Felde selbst gemachten Vergleichen nach der vom Königl. preussischen Oberstlieutenant Schreiber angegebenen Methode der Preussischen Landesaufnahme verfahren wurde, welche sowohl in der amtlichen Publication (V. Band S. 1—7) als auch in der Zeitschrift für Vermessungswesen 1882, S. 289—292 beschrieben ist, so wird es genügen, hier die Resultate mitzuthellen.

Nur auf einen Nebenumstand ist zuvor noch aufmerksam zu machen: das Geodätische Institut hat als Normalmaass für seine Nivellements das Schweizer Normalmeter angenommen, und da sich somit hierauf die Nivellementsangaben dieser Behörde auf der badischen Hauptlinie stützen, suchten wir uns dadurch Sicherheit über die Differenz zwischen dem Deutschen und dem Schweizer Meter zu verschaffen, dass wir im Herbst 1880 das von der Kaiserl. Normal-Aichungscommission ausgegebene, dem Grossh. Polytechnikum gehörige Stahlmeter No. 1098 an die Aichstätte in Bern sandten, wo Herr Riss-Schnell die Güte hatte, dasselbe mit dem Schweizer Normalmaass zu vergleichen. Es ergab sich, dass das Schweizer Eisenmeter etwas kleiner ist, als das Berliner Stahlmeter, die Differenz beträgt aber wahrscheinlich nur etwa 0,01 mm, was an der Grenze der Lattenvergleichungs-Genauigkeit liegt. (Die Einzelheiten hierüber sind mitgetheilt in der Zeitschrift für Vermessungswesen 1882, S. 349—351, 1883, S. 86—88 und S. 234—237.)

Wir werden daher im Folgenden die von Baden und vom Geodätischen Institut (bezw. von der K. Normalaichungs-Commission und von der Berner Aichstätte) herührenden Nivellementshöhen als gleichartig betrachten und schlechthin als Meter behandeln, doch schien es nicht überflüssig, diese mehrfach erörterte Differenz wenigstens hier kurz zu erwähnen.

Für die beiden fast ausschliesslich gebrauchten badischen Latten No. 1 und No. 2 sind nachträglich noch dadurch einzelne indirecte Maassvergleichen gewonnen worden, dass stärkere Steigungen später mit täglicher Lattenvergleichung nachnivellirt wurden.

Der wichtigste derartige Versuch betraf die schon erwähnte Schwarzwaldhöhe Gutach-Sommerau. Die Resultate und deren Vergleichung mit den früheren Resultaten der Grossherzoglichen Generaldirection von 1875 und 1876 zeigt folgende Tabelle:

P u n k t	Distanz	Niv. I	Niv. II	Niv. III	Niv. IV
		Mai 1875 Latte 1 ohne Correct.	Mai 1876 Latte 2 ohne Correct.	1879 Latten 1 u. 2 mit Correct.	1879 Latten 4 u. 5 mit Correct.
	km	m	m	m	m
Gutach	5,7	103,762	103,729	103,741	103,741
Hornberg	13,2	230,789	230,719	230,712	230,728
Triberg	12,9	216,425	216,395	216,447	216,440
Sommerau					
	31,8	550,976	550,843	550,900	550,909

Die Nivellements III und IV sind je selbst Mittel aus Doppelmessungen mit je

2 Instrumenten zwischen denselben Lattenstellungen, also III und IV sowohl in sich selbst genügend controllirt als auch von einander gänzlich unabhängig. Wir bezeichnen $\frac{\text{III}+\text{IV}}{2}$ mit V und bilden folgende Einzelvergleichung:

I	II	V	V-I			V-II		
m	m	m	mm	mm	m	mm	mm	m
103,762	103,729	103,741	- 21	= - 0,20	pro 1	+ 12	= + 0,12	pro 1
230,789	230,719	230,720	- 69	= - 0,30	„ „	+ 1	= + 0,00	„ „
216,425	216,395	216,444	+ 19	= + 0,09	„ „	+ 49	= + 0,23	„ „
550,976	550,843	550,905	- 71	= - 0,13	pro 1	+ 62	= + 0,11	pro 1
Mittel	550,909	550,905	Diff. - 4mm = - 0,01 mm pro 1 m.					

Die Differenzvertheilung lässt soviel erkennen, dass die Latte 1 im Mai 1875 um etwa 0,1 mm pro 1 m zu kurz, und die Latte 2 im Mai 1876 um etwa 0,1 mm pro 1 m zu lang war, und dass das Mittel der Nivellements I und II in metronomischer Hinsicht als richtig gelten kann.

Es liegen zwar noch einige andere solche Vergleichen vor, doch gaben dieselben so unregelmässig verlaufende Differenzen, dass eine Rückwärtsberechnung und Weiterverwerthung von Latten correctionen nicht möglich war, weshalb wir sie in die nun folgende Lattenvergleichungs-Tabelle nicht aufnehmen können.

Werth eines Lattenmeters = 1 m + Tabellenangabe.

Zeit und Ort	Badische Latten		Bemerkungen
	Latte 1	Latte 2	
	mm	mm	
1874 Vergleichung in Bern	- 0,05	- 0,06	Eisenbahn-Nivellement ohne directe Vergleichen.
1875 Mai indirecte Bestimmung aus Gutach-Sommerau	- 0,13		
1876 1.—6. Januar bei 0°—16° . .	(- 0,31)	(- 0,32)	nicht zur Mittelbildung zuzuziehen.
8. „ „ 20°	- 0,15		
6. Februar bei 8°	- 0,22		
März Vergleichung in Bern .	- 0,05		
Mai indirecte Bestimmung aus Gutach-Sommerau		+ 0,11	Zweites Nivellement der Schwarzwald-Bahn.
1878 1. October Karlsruhe	+ 0,03	+ 0,02	
15. November Karlsruhe	- 0,11	- 0,11	
1879 15. Mai Karlsruhe	- 0,13	- 0,15	
4. Juni Hornberg	- 0,16	- 0,17	Drittes und viertes Nivellement der Schwarzwald-Höhe Gutach-Sommerau.

Zeit und Ort	Badische Latten		Bemerkungen
	Latte 1	Latte 2	
	mm	mm	
1879 2. October Karlsruhe . . .	+ 0,11	+ 0,11	
1880 2. April Karlsruhe . . .	- 0,18	- 0,18	
1. November Karlsruhe . . .	+ 0,06	+ 0,06	
1882 14. August Ebnet . . .	- 0,04	- 0,03	} Extreme Werthe von 22 Vergleichen auf der Linie Freiburg - Donaueschingen- Singen.
16. „ Zarten . . .	+ 0,02	- 0,01	
19. „ Höllsteig . . .	- 0,01	- 0,07	
23. „ Altenweg . . .	+ 0,14	- 0,00	
31. „ Löffingen . . .	- 0,02	- 0,04	
6. September Hüfingen . . .	+ 0,10	+ 0,05	
26. „ Singen . . .	+ 0,11	+ 0,04	
Mittel	- 0,05	- 0,03	

Aus dem ganzen Verlauf dieser Vergleichen ist zu ersehen, dass es geboten ist, in allen den Fällen, in welchen keine besonderen Vergleichen vorhanden sind, die unmittelbaren Nivellementsresultate ohne Lattencorrection in Rechnung zu stellen. Dagegen bedürfen die württembergischen Latten auf den badischerseits zu benützenden Strecken einer erheblichen Correction. Als im November 1878 eine württembergische Latte, welche zuvor zum Nivellement Pforzheim-Horb gedient hatte und im Gen.-Ber. d. Europ. Gradmessung für 1879 S. 120 mit *A.* bezeichnet ist, zur Vergleichung nach Karlsruhe geschickt wurde, zeigte schon das unmittelbare Nebeneinanderlegen dieser Latte mit einer badischen Latte, mit blossem Auge, dass die württembergische Latte im Ganzen um etwa 1,5 mm, oder pro 1 m um etwa 0,5 mm länger war als die badische. Auch die im Generalbericht der Europ. Gradmessung für 1872 S. 73 mitgetheilte Vergleichung in Bern ergab für Württemberg die Länge + 0,37 mm pro 1 m. Bei dem Kniebisnivellement Horb-Freudenstadt-Alexanderschanze im Jahre 1881 war die württembergische Lattenlänge im Mittel aus zahlreichen Feldvergleichen = + 0,33 mm (Mittheilung von Professor Schoder vom Mai 1882). Endlich können wir noch eine gute indirecte Vergleichung auf der Strecke Bruchsal-Bretten zuziehen. Der Höhenunterschied von der badischen Höhenmarke in Bruchsal bis zum württembergischen Glaspunkt No. 115 in Bretten ist nach württembergischer Mittheilung vom Mai 1882 = 54,336 m (Latte *A.* ohne Correction). Aus dem 4fachen Nivellement der preussischen Landesaufnahme von 1881 mit täglicher Lattenvergleichung (V. Band, S. 103), ist diese Höhe = 170,591 m - 116,224 m = 54,367 m, also besteht für den württembergischen Nivellementswerth die Correction = + 31 mm oder + 0,57 mm pro 1 m.

Hiernach erscheint es uns gerechtfertigt, für die grösstentheils mit Latte *A.* nivelirten württembergischen Linien, welche zum Schluss der badischen Schleifen entlehnt

werden, soweit nicht besondere Angaben vorliegen, einen durchschnittlichen Lattenwerth von $1\text{ m} + 0,4\text{ mm}$ anzunehmen.

Ueber die Lattenvergleichen der beiden preussischen Behörden, welche für unser Nivellementsnetz Material geliefert haben, bestehen anderwärts öffentliche Nachweise. Die Preussische Landesaufnahme hat zuerst die tägliche Lattenvergleichen eingeführt. Zum Beweise, wie nothwendig dieses bei starken Steigungen ist, werden die von Professor Jordan bei den Nivellements des Sommers 1881 nach den Vorschriften jener Behörde gemachten Vergleichen hier vorgelegt:

O r t	Zeit 1881		Latte No. 17 mm	Latte No. 18 mm	Mittel mm
Graben	9. Juni	4 ^h Nach.	$n = -0,02$	$n = -0,00$	$n = -0,01$
„	10. „	1 ^h „	+ 0,01	- 0,07	- 0,03
„	11. „	8 ^h Abds.	- 0,04	- 0,05	- 0,04
Germersheim	23. „	2 ^h Nach.	- 0,11	- 0,06	- 0,08 Min.
Karlsruhe	9. Juli	12 ^h Mitt.	- 0,04	- 0,01	- 0,02
„	9. „	2 ^h Nach.	- 0,05	- 0,04	- 0,04
Appenweier	11. Aug.	7 ^h Morg.	- 0,07	- 0,05	- 0,06
„	12. „	6 ^h „	- 0,10	- 0,04	- 0,07
„	13. „	7 ^h „	- 0,03	+ 0,03	- 0,00
Oberkirch	15. „	7 ^h „	- 0,06	- 0,05	- 0,06
Oppenau	16. „	6 ^h „	+ 0,02	+ 0,04	+ 0,03
„	17. „	9 ^h „	+ 0,05	+ 0,02	+ 0,04
„	17. „	10 ^h „	+ 0,07	+ 0,01	+ 0,04
„	18. „	7 ^h „	+ 0,02	+ 0,07	+ 0,04
„	19. „	6 ^h „	+ 0,06	+ 0,05	+ 0,06
„	20. „	7 ^h „	+ 0,01	+ 0,05	+ 0,03
Griesbach	22. „	3 ^h Nach.	+ 0,10	+ 0,10	+ 0,10
Alexanderschanze	23. „	12 ^h Mitt.	+ 0,13	+ 0,15	+ 0,14
Karlsruhe	4. Sept.	9 ^h Morg.	+ 0,08	+ 0,08	+ 0,08
„	8. „	10 ^h „	+ 0,13	+ 0,14	+ 0,14
„	12. „	10 ^h „	+ 0,19	+ 0,19	+ 0,19
Heidelsheim	14. „	8 ^h „	+ 0,18	+ 0,19	+ 0,18
Bretten	15. „	4 ^h Nach.	+ 0,25	+ 0,23	+ 0,24 Max.
Karlsruhe	29. „	12 ^h Mitt.	+ 0,15	+ 0,12	+ 0,14
„	4. Nov.	9 ^h Vorm.	+ 0,01	+ 0,01	+ 0,01

Grösste Aenderung 0,32 mm pro 1 m.

Hierbei ist n der Correctionswerth für den Abstand zweier auf Metall eingelassener Markenstriche (vgl. Nivellements der trig. Abth. der Landesaufnahme V. Bd., S. 3). Bei allen officiellen Nivellementsangaben der Preussischen Landesaufnahme, sowie bei den nach dieser Methode behandelten badischen Linien sind die aus täglichen Vergleichen gewonnenen Lattencorrectionen bereits in Rechnung gebracht.

Für die badischen Nivellements des Geodätischen Instituts gibt die betreffende Publication, Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz, Berlin 1882, S. 8—9 folgende 4 Lattenvergleichen:

Ort und Zeit	Latte 2 ^a				Latte 2 ^b				Mittel	
	Vorderseite		Rückseite		Vorderseite		Rückseite			
	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm	m	mm
Ottersweier 3. Juli 1880 . . .	1	+ 0,430	1	+ 0,402	1	+ 0,421	1	+ 0,306	1	+ 0,390
Göttmadingen 23. Juli 1880 .		+ 0,430		+ 0,402		+ 0,473		+ 0,375		+ 0,420
Dinglingen 24. Juni 1881 . .		+ 0,729		+ 0,489		+ 0,531		+ 0,422		+ 0,543
Bruchsal 22. Aug. 1881 . . .		+ 0,559		+ 0,376		+ 0,527		+ 0,408		+ 0,468

Diese Correctionen sind bei den vom Geodätischen Institut publicirten Höhen bereits in Rechnung gebracht.

Original-Nivellements-Resultate.

Wenn schon bei Vermessungswerken, welche von einer Behörde nach einheitlichem Plane angeordnet werden, die Veröffentlichung aller Original-Messungszahlen üblich ist, so ist dieses in unserem Falle der Gesamtverarbeitung ungleichen Materials verschiedener Behörden umsomehr nöthig, zumal einzelne kleine Ausscheidungen, deren Berechtigung speciell nachzuweisen ist, nicht umgangen werden konnten. An die Mittheilung der Originalmessungszahlen schliessen wir zugleich Genauigkeitsberechnungen a priori an.

Vorauszuschicken sind einige Localmaasse für Orte, an welchen mehr als eine Höhenmarke angebracht ist, damit die von verschiedenen Behörden auf verschiedene Punkte bezogenen Maasse gegenseitig reducirt werden können. An den Landesgrenzen ist dann womöglich alles auf denjenigen Punkt bezogen worden, welcher von der Behörde des betreffenden Landes gesetzt ist; z. B. in Villingen auf die badische Höhenmarke, in Mühlacker auf die württembergische Höhenmarke. Obgleich die nachfolgenden Localhöhen theilweise in der Form von »Höhen über N.N.« aufgeführt sind, kommt ihnen doch vor der Ausgleichung nur die Bedeutung von relativen Höhenangaben zu.

1. Bretten.

Bei dem Nivellement der Preussischen Landesaufnahme im September 1882 wurde ausser den Bolzen (6618) bis (6620), welche sich bei Bretten befinden, eine württembergische Glasmarke No. 115 oberhalb des alten (jetzt abgebrochenen) württembergischen Bahnhofs, durch Hin- und Hernivelliren zwischen dem Bolzen (6618) und der Glasmarke, mit eingebunden. Die Glasmarke befindet sich auf dem westlichen Stirndeckel der Bahndohle bei Kilom. 62,6 in der Nähe eines Wegübergangs. Die Resultate sind nach S. 103 des V. Nivellementsbandes der Preussischen Landesaufnahme:

	Höhen über N.N.*)	Diff.
Bolzen (6618)	168,979 m	
Glaspunkt (115)	170,591	+ 1,612 m
Grenzbolzen (6620)	182,941	+ 12,350

2. Bruchsal.

Nach S. 103 des V. Bandes der Nivellements der Preussischen Landesaufnahme haben wir am Bahnhof in Bruchsal eine Höhenmarke und einen Bolzen (6608) mit folgenden Höhen:

	Höhen über N.N.*)	Diff. gegen H.-M.
Höhenmarke am Bahnhofsgebäude, H.-M.	116,224 m	0,000 m
Bolzen (6608) am Strassenübergang	114,173	— 2,051

3. Donaueschingen.

Wegen Mangels eines definitiven Stationsgebäudes wurde eine erste Höhenmarke am Bahnwarthaus angebracht und später, 1882, eine zweite am Restaurationsgebäude, gegenüber dem provisorischen Verwaltungsgebäude. Die Reductionen mit Zuziehung dreier Nebenpunkte sind:

	Höhen über N.N.	Diff. gegen die alte H. M.
erste, alte, H.-M. am Bahnwarthaus	679,517 m	0,000 m
Fixpunktstein, gegenüber	677,636	— 1,881
zweite, neue, H.-M. am Restaurationsgebäude	678,413	— 1,104
Strassenstein (115,0)	677,545	— 1,972
Eisenbahnstein (99,9)	677,690	— 1,827

4. Jaxtfeld.

Bei dem badischen Eisenbahnnivellement wurden ausser der von Baden gesetzten Höhenmarke zwei württembergische Glaspunkte einnivellirt, nämlich:

	Höhen über N.N.	Diff. gegen H.M.
H.-M.	156,761 m	0,000 m
Glaspunkt I	155,509	— 1,252
„ II	155,520	— 1,241

Nach einer Mittheilung von Prof. Schoder vom 3. Juni 1882 beziehen sich die württembergischen Nivellementsangaben auf den höheren Glaspunkt II.

*) Diese von der Preussischen Landesaufnahme im Jahre 1882 angegebenen Höhen über Normal-Null erleiden durch unsere badische Netzausgleichung nochmals kleine Aenderungen.

5. Immendingen.

Ausser der badischen Höhenmarke am Bahnhofs kommen 3 württembergische Glaspunkte auf der Donaubrücke in Betracht, nämlich: 1. auf dem westlichen Ortpfeiler der Donaubrücke, 2. auf dem westlichen Strompfeiler und 3. auf dem östlichen Strompfeiler. Für die Differenzen bestehen folgende Nivellements:

P u n k t	Distanz	Württb. Niv. 1868	Bad. Niv. 1875	Bad. Niv. 1882	Höhen über N.N.
	km	m	m	m	m
Höhenmarke H.-M.					659,257
Glaspunkt No. 1	0,61		} — 1,085		658,188
„ „ 2	0,03	— 0,016			658,172
„ „ 3	0,03	+ 0,016	+ 0,020	+ 0,018	658,188

Die Höhenmarke wurde wegen Bahnhofsumbaues etwa im Jahr 1880 entfernt (im Jahr 1882 war sie nicht mehr vorhanden) und von Württemberg wurde der Glaspunkt No. 1 auf dem westlichen Ortpfeiler der Donaubrücke als Fixpunkt genommen, auf welchen sich die definitiven Höhen beziehen sollen, man hat daher aus obigen Angaben (wobei No. 3 ganz ausser Betracht bleibt, und nur zum Beweis der Nivellementsübereinstimmung hergesetzt ist) den Höhenunterschied zwischen der Höhenmarke H.-M. und dem Glaspunkt 1 = $-1,085 \text{ m} + 0,016 \text{ m} = -1,069 \text{ m}$, d. h. der Glaspunkt No. 1, welcher nun als einziger Fixpunkt gilt, liegt 1,069 m tiefer als die frühere Höhenmarke.

6. Mühlacker.

Die beiden Höhenmarken, von denen die eine, württembergische, sich am Bahnhofsgebäude, und die andere, badische, sich am badischen Verwaltungsgebäude befindet, wurden im Jahr 1879 zusammen nivellirt, woraus sich, in Verbindung mit früheren Angaben, im Mittel fand:

	Höhe über N.N.	Diff.
württemb. Höhenmarke am Bahnhofsgebäude	242,474 m	
badische Höhenmarke	242,189	— 0,285

Wir beziehen künftig alles auf die württembergische Höhenmarke H.-M.

7. Strassburg.

Die Preussische Landesaufnahme gibt als Resultate unabhängiger Doppelmessungen im V. Bande der Nivellements S. 92—93:

	Höhen über N.N.	Diff. gegen H.-M.
Höhenmarke am Münster	144,841 m	0,000 m
Bolzen (6412) am Münster unter H.-M.	143,697	— 1,144
„ (6411) am Metzgerthor	138,795	— 6,046
„ (6184) am Kirchhof St. Helena	141,224	— 3,617

Wir beziehen künftig alles auf H.-M. am Münster.

8. Villingen.

Durch badisches Nivellement 1875 und 1876 wurden in Uebereinstimmung gefunden:

	Höhen über N.N.	Differenzen geg. H.-M.
badische Höhenmarke H.-M.	705,501 m	0,000 m
württemb. Glaspunkt.	704,692	— 0,809 m

Nach diesen Localnotizen kann zu den Nivellementsresultaten selbst übergegangen werden:

Nivellement der badischen Hauptbahn.

Es liegen 3 unabhängige Nivelirungen vor: 1. Nivellement der Grossh. Generaldirection der Eisenbahnen, und zwar im Herbst 1874 Mannheim-Friedrichsfeld, Beobachter Kayser mit Latte 1, Friedrichsfeld-Heidelberg-Karlsruhe, Beobachter Höpfinger mit Latte 2, dann im Jahr 1875 Karlsruhe-Offenburg, Beobachter Kayser, Latte 1, Offenburg-Basel-Konstanz, Beobachter Höpfinger, Latte 2, dieses Nivellement ist im Folgenden mit I. bezeichnet. 2. und 3. Nivellements des Geodätischen Instituts in den Jahren 1878, 1880 und 1881, Beobachter Seibt, s. »Publication des Geodätischen Instituts, Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz, Berlin 1882«, S. 80—107. Diese beiden Nivellements sind mit A. und B. bezeichnet; da sie im Allgemeinen nicht gleichwerthig waren, wurden sie nicht in ein einfaches arithmetisches Mittel $\frac{A+B}{2}$ zusammengenommen, sondern es ist in der Publication des Geodätischen Instituts ein Mittel mit Rücksicht auf Gewichte p und q berechnet, welches in unserer Tabelle mit II $= \frac{pA+qB}{p+q}$ aufgeführt ist. Als Gesamtergebnis nehmen wir jedoch schliesslich III $= \frac{I+4 \cdot II}{5}$, und zur Genauigkeitsberechnung sind die Differenzen A—B und I—II ausgesetzt, aus welchen sich nachher die gewählte Combination rechtfertigen wird.

Punkt	Distanz	Baden I (1874)	Geodätisches Institut			III $\frac{I+4 \cdot II}{5}$	Differenzen	
			A (1878)	B (1880-1881)	II $\frac{pA+qB}{p+q}$		A—B	I—II
	km	m	m	m	m	m	mm	mm
Mannheim Rh.-Brücke H.-M.	0,9	— 7,0303	— 7,0326	— 7,0349	— 7,0334	— 7,0328	+ 2,3	+ 3,1
Mannheim Bhof H.-M.	8,8	+ 6,7323	+ 6,7394	+ 6,7349	+ 6,7380	+ 6,7369	+ 4,5	— 5,7
Friedrichsfeld b. H.-M.	10,0	+ 9,4265	+ 9,4242	+ 9,4134	+ 9,4200	+ 9,4213	+ 10,8	+ 6,5
Heidelberg H.-M.	19,7	+ 9,1285	+ 9,1310	+ 9,1134	+ 9,1246	+ 9,1254	+ 17,6	+ 3,9
Heidelberg H.-M.	3,1	— 4,2415	— 4,2288	— 4,2311	— 4,2299	— 4,2322	+ 2,3	— 11,6
Kirchheim H.-M.	4,2	— 1,7113	— 1,7137	— 1,7121	— 1,7129	— 1,7126	— 1,6	+ 1,6
St. Ilgen H.-M.	5,7	+ 5,7781	+ 5,7707	+ 5,7682	+ 5,7695	+ 5,7712	+ 2,5	+ 8,6
Wiesloch H.-M.	5,5	— 5,2868	— 5,2961	— 5,3069	— 5,2997	— 5,2971	+ 10,8	+ 12,9
Rothmalsch H.-M.	8,8	+ 3,9957*	+ 4,0036	+ 4,0148	+ 4,0073	+ 4,0050	— 11,2	— 11,6
Ubstadt H.-M.	5,2	+ 4,0977*	+ 4,1113	+ 4,1040	+ 4,1077	+ 4,1057	+ 7,3	— 10,0
Bruchsal H.-M.	32,5	+ 2,6319	+ 2,6470	+ 2,6369	+ 2,6420	+ 2,6400	+ 10,1	— 10,1
Bruchsal H.-M.	5,3	+ 0,1892**	+ 0,1879	+ 0,1903	+ 0,1890	+ 0,1890	— 2,4	+ 0,2
Untergrombach H.-M.	3,7	+ 0,0015**	+ 0,0000	+ 0,0112	+ 0,0037	+ 0,0033	— 11,2	— 2,2
Weingarten H.-M.	7,8	+ 1,5260	+ 1,5197	+ 1,5148	+ 1,5181	+ 1,5197	+ 4,9	+ 7,9
Durlach H.-M.	16,8	+ 1,7167	+ 1,7076	+ 1,7163	+ 1,7108	+ 1,7120	— 8,7	+ 5,9
Durlach H.-M.	4,6	— 1,2040	— 1,2136	— 1,2142	— 1,2138	— 1,2118	+ 0,6	+ 9,8
Karlsruhe H.-M.								

*) Mittel aus der Messung von 1874 und einer Nachmessung 1875 bezw. 3,9972, 3,9942; 4,1018, 4,0936.

**) Ersatzmessungen von 1879 statt + 0,2180 und — 0,0365, welche 1874 nivelliert und jetzt ausgeschieden sind (vgl. S. 2).

Punkt	Distanz	Baden		Geodätisches Institut			III	Differenzen	
		I (1875)	A (1878)	B (1880—1881)	II $\frac{pA+qB}{p+q}$	$\frac{I+4II}{5}$	A—B	I—II	
	km	m	m	m	m	m	mm	mm	
Karlsruhe H.-M.	6,8	+ 6,4315	+ 6,4431	+ 6,4361	+ 6,4407	+ 6,4389	+ 7,0	— 9,2	
Ettlingen H.-M.	8,2	— 0,8420	— 0,8362	— 0,8397	— 0,8380	— 0,8388	+ 3,5	— 4,0	
Malsch H.-M.	3,7	+ 2,3802	+ 2,3702	+ 2,3754	+ 2,3728	+ 2,3743	— 5,2	+ 7,4	
Muggensturm —	5,3	— 4,0947	— 4,1029	— 4,0999	— 4,1014	— 4,1001	— 3,0	+ 6,7	
Rastatt H.-M.	8,9	+ 7,6225	+ 7,6110	+ 7,6310	+ 7,6210	+ 7,6213	— 20,0	+ 1,5	
Oos H.-M.	3,0	— 0,3413	— 0,3527	— 0,3430	— 0,3478	— 0,3465	— 9,7	+ 6,5	
Sinzheim H.-M.	3,8	+ 7,4378	+ 7,4518	+ 7,4540	+ 7,4529	+ 7,4499	— 2,2	— 15,1	
Steinbach H.-M.	4,3	+ 2,6617	+ 2,6639	+ 2,6587	+ 2,6613	+ 2,6614	+ 5,2	+ 0,4	
Bühl H.-M.	3,1	— 0,0095	— 0,0032	— 0,0045	— 0,0039	— 0,0050	+ 1,3	— 5,6	
Ottersweier H.-M.	5,2	+ 7,5253	+ 7,5240	+ 7,5237	+ 7,5239	+ 7,5242	+ 0,3	+ 1,4	
Achern H.-M.	6,5	+ 0,7287	+ 0,7372	+ 0,7437	+ 0,7404	+ 0,7381	— 6,5	— 11,7	
Renchen H.-M.	5,7	+ 2,7186	+ 2,7297	+ 2,7251	+ 2,7274	+ 2,7256	+ 4,6	— 8,8	
Appenweier H.-M.	64,5	+ 32,2188	+ 32,2359	+ 32,2606	+ 32,2493	+ 32,2432	— 24,7	— 30,5	
Appenweier H.-M.	3,6	+ 10,6104	+ 10,5940	+ 10,6015	+ 10,5977	+ 10,6002	— 7,5	+ 12,7	
Windschläg H.-M.	4,5	+ 1,7793	+ 1,7800	+ 1,7737	+ 1,7779	+ 1,7782	+ 6,3	+ 1,4	
Offenburg H.-M.	8,1	+ 12,3897	+ 12,3740	+ 12,3752	+ 12,3756	+ 12,3784	— 1,2	+ 14,1	
Offenburg H.-M.	9,1	— 5,8710	— 5,8552	— 5,8462	— 5,8522	— 5,8560	— 9,0	— 18,8	
Niederschopfh.H.-M.	4,1	+ 1,7268	+ 1,7264	+ 1,7250	+ 1,7259	+ 1,7261	+ 1,4	+ 0,9	
Friesenheim H.-M.	4,8	+ 5,4848	+ 5,4680	+ 5,4675	+ 5,4678	+ 5,4712	+ 0,5	+ 17,0	
Dinglingen H.-M.	4,5	+ 0,9871	+ 0,9747	+ 0,9718	+ 0,9737	+ 0,9764	+ 2,9	+ 13,4	
Kippenheim H.-M.	3,7	+ 4,5570	+ 4,5639	+ 4,5685	+ 4,5654	+ 4,5637	— 4,6	— 8,4	
Orschweier H.-M.	3,2	+ 3,0518	+ 3,0438	+ 3,0521	+ 3,0479	+ 3,0487	— 8,3	+ 3,9	
Ringsheim H.-M.	2,8	+ 3,1408	+ 3,1399	+ 3,1356	+ 3,1385	+ 3,1390	+ 4,3	+ 2,3	
Herbolzheim H.-M.	3,3	+ 2,9825	+ 2,9933	+ 2,9826	+ 2,9897	+ 2,9883	+ 10,7	— 7,2	
Kenzingen H.-M.	4,9	+ 4,6729	+ 4,6645	+ 4,6605	+ 4,6631	+ 4,6651	+ 4,0	+ 9,8	
Riegel H.-M.	2,9	+ 6,7248	+ 6,7343	+ 6,7276	+ 6,7321	+ 6,7306	+ 6,7	— 7,3	
Köndringen H.-M.	3,9	+ 14,7657	+ 14,7640	+ 14,7699	+ 14,7660	+ 14,7659	— 5,9	— 0,3	
Emmendingen H.-M.	7,2	+ 33,0025	+ 33,0017	+ 32,9873	+ 32,9969	+ 32,9980	+ 14,4	+ 5,6	
Denzlingen H.-M.	8,4	+ 34,0190	+ 34,0140	+ 34,0095	+ 34,0117	+ 34,0132	+ 4,5	+ 7,3	
Freiburg H.-M.	62,8	+ 109,2447	+ 109,2333	+ 109,2117	+ 109,2265	+ 109,2301	+ 21,6	+ 18,2	

Punkt	Distanz	Baden	Geodätisches Institut			III	Differenzen	
		I (1875)	A (1878)	B (1880—1881)	II $\frac{pA+qB}{p+q}$	$=\frac{I+2 \cdot II}{3}$	A—B	I—II
	km	m	m	m	m	m	mm	mm
Freiburg H.-M.	4,2	— 15,9484	— 15,9538	— 15,9465	— 15,9501	— 15,9498	— 7,3	+ 1,7
St. Georgen H.-M.	4,5	— 17,3533	— 17,3332	— 17,3257	— 17,3294	— 17,3342	— 7,5	— 23,9
Schallstadt H.-M.	5,9	— 4,9804	— 4,9676	— 4,9653	— 4,9664	— 4,9692	— 2,3	— 14,0
Krozingen H.-M.	5,9	— 4,6079	— 4,6012	— 4,5935	— 4,5973	— 4,5994	— 7,7	— 10,6
Heitersheim H.-M.	3,0	— 2,5020	— 2,4943	— 2,4935	— 2,4939	— 2,4955	— 0,8	— 8,1
Buggingen H.-M.	5,5	+ 9,1958	+ 9,1842	+ 9,1806	+ 9,1824	+ 9,1851	+ 3,6	+ 13,4
	29,0	— 36,1962	— 36,1659	— 36,1439	— 36,1547	— 36,1630	— 22,0	— 41,5
Müllheim H.-M.	2,4	+ 0,7466	+ 0,7423	+ 0,7469	+ 0,7446	+ 0,7450	— 4,6	+ 2,0
Auggen H.-M.	3,4	+ 7,7975	+ 7,7946	+ 7,7912	+ 7,7929	+ 7,7938	+ 3,4	+ 4,6
Schliengen H.-M.	3,6	+ 12,9739	+ 12,9719	+ 12,9672	+ 12,9703	+ 12,9710	+ 4,7	+ 3,6
Bellingen H.-M.	3,2	+ 2,5620	+ 2,5633	+ 2,5615	+ 2,5627	+ 2,5626	+ 1,8	— 0,7
Rheinweiler H.-M.	2,7	+ 0,5297	+ 0,5338	+ 0,5363	+ 0,5346	+ 0,5336	— 2,5	— 4,9
Kleinkems H.-M.	3,6	— 0,0012	— 0,0012	+ 0,0004	— 0,0006	— 0,0007	— 1,6	— 0,6
Istein H.-M.	2,0	+ 0,1398	+ 0,1385	+ 0,1372	+ 0,1381	+ 0,1384	+ 1,3	+ 1,7
Efringen H.-M.	3,9	+ 8,0402	+ 8,0343	+ 8,0437	+ 8,0374	+ 8,0380	— 9,4	+ 2,8
Eimeldingen H.-M.	1,9	+ 3,5952	+ 3,5979	+ 3,5967	+ 3,5975	+ 3,5970	+ 1,2	— 2,3
Haltingen H.-M.	2,5	— 7,7657	— 7,7688	— 7,7683	— 7,7686	— 7,7680	— 0,5	+ 2,9
Leopoldshöhe H.-M.	3,2	— 4,8459	— 4,8462	— 4,8513	— 4,8479	— 4,8475	+ 5,1	+ 2,0
Basel H.-M. . . .	32,4	+ 23,7721	+ 23,7604	+ 23,7615	+ 23,7610	+ 23,7632	— 1,1	+ 11,1

Punkt	Distanz	Geodätisches Institut				III $= \frac{I+4 \cdot II}{5}$	Differenzen	
		Baden I (1875)	A (1878)	B (1878—1881)	II $= \frac{pA+qB}{p+q}$		A—B	I—II
	km	m	m	m	m	m	mm	mm
Basel H.-M.	5,6 +	5,4120 +	5,4092 +	5,4142 +	5,4108 +	5,4110 —	5,0 +	1,2
Grenzach H.-M.	2,4 +	9,6718 +	9,6684 +	9,6701 +	9,6692 +	9,6697 —	1,7 +	2,6
Wyhlen H.-M.	3,8 +	3,6272 +	3,6169 +	3,6284 +	3,6207 +	3,6220 —	11,5 +	6,5
Herthen —	3,5 +	4,6568 +	4,6577 +	4,6498 +	4,6551 +	4,6554 +	7,9 +	1,7
Rheinfelden H.-M.	3,6 +	5,7105 +	5,7081 +	5,7137 +	5,7109 +	5,7108 —	5,6 —	0,4
Beuggen H.-M.	4,8 +	0,1422 +	0,1272 +	0,1346 +	0,1309 +	0,1332 —	7,4 +	11,3
N.-Schwörst. H.-M.	3,5 +	7,5638 +	7,5528 +	7,5505 +	7,5516 +	7,5540 +	2,3 +	12,2
Brennet H.-M.	5,3 —	1,2100 —	1,2109 —	1,1943 —	1,2026 —	1,2041 —	16,6 —	7,4
Säckingen H.-M.	5,5 +	5,7218 +	5,7187 +	5,7297 —	5,7242 +	5,7237 —	11,0 —	2,4
Murg H.-M.	3,3 +	15,2064 +	15,1907 +	15,2030 +	15,1948 +	15,1971 —	12,3 +	11,6
Laufenburg H.-M.	6,7 +	11,5183 +	11,5169 +	11,5203 +	11,5188 +	11,5187 —	3,4 —	0,5
Albbruck H.-M.	3,3 —	1,2295 —	1,2387 —	1,2305 —	1,2360 —	1,2347 —	8,2 +	6,5
Dogern H.-M.	4,5 +	17,0087 +	16,9992 +	16,9971 +	16,9985 +	17,0005 +	2,1 +	10,2
Waldshut H.-M.	5,4 +	7,7080 +	7,6861 +	7,6992 +	7,6905 +	7,6940 —	13,1 +	17,5
Thiengen H.-M.	4,0 +	14,1678 +	14,1687 +	14,1538 +	14,1612 +	14,1625 +	14,9 +	6,6
O.-Lauchring. H.-M.	6,0 +	27,7595 +	27,7438 +	27,7545 +	27,7474 +	27,7498 —	10,7 +	12,1
Griessen H.-M.	4,4 +	11,1437 +	11,1262 +	11,1291 +	11,1272 +	11,1305 —	2,9 +	16,5
Erzingen H.-M.	3,3 +	12,3363 +	12,3331 +	12,3350 +	12,3340 +	12,3345 —	1,9 +	2,3
Wilchingen H.-M.	2,6 +	13,0737 +	13,0683 +	13,0785 +	13,0734 +	13,0735 —	10,2 +	0,3
Neunkirch H.-M.	6,3 +	13,7594 +	13,7456 +	13,7522 +	13,7478 +	13,7501 —	6,6 +	11,6
Beringen H.-M.	3,8 —	0,1170 —	0,1232 —	0,1081 —	0,1156 —	0,1159 —	15,1 —	1,4
Neuhausen H.-M.	2,8 —	36,7329 —	36,7258 —	36,7312 —	36,7276 —	36,7287 +	5,4 —	5,3
Schaffhausen H.-M.	4,3 +	20,1955 +	20,1679 +	20,1831 +	20,1755 +	20,1795 —	15,2 +	20,0
Herblingen H.-M.	4,5 +	13,4629 +	13,4585 +	13,4593 +	13,4587 +	13,4595 —	0,8 +	4,2
Thayingen H.-M.	5,3 —*)	4,4238 —	4,4203 —	4,4290 —	4,4232 —	4,4233 +	8,7 —	0,6
Gottmadingen H.-M.	5,4 —	4,8338 —	4,8331 —	4,8409 —	4,8370 —	4,8364 +	7,8 +	3,2
Singen H.-M.	113,9 +	171,2993 +	171,1120 +	171,2221 +	171,1592 +	171,1869 —	110,1 +	140,1
Singen H.-M.	6,8 —	21,3480 —	21,3413 —	21,3533 —	21,3473 —	21,3474 +	12,0 —	0,7
Rickelshaus. H.-M.	3,5 —	8,3132 —	8,3273 —	8,3196 —	8,3234 —	8,3214 —	7,7 +	10,2
Radolfzell H.-M.	10,3 —	29,6612 —	29,6686 —	29,6729 —	29,6707 —	29,6688 +	4,3 +	9,5

*) Im Jahr 1875 war ursprünglich nivellirt — 4,5238, also mit einem Fehler von rund 0,1 m, vgl. S. 2.

Punkt	Distanz	Baden I (1875)	Geodätisches Institut			III $= \frac{I+4 \cdot II}{5}$	Differenzen	
			A (1878)	B (1878—1881)	II $= \frac{pA+qB}{p+q}$		A—B	I—II
	km	m	m	m	m	m	mm	mm
Radolfzell H.-M.	3,1	+ 0,2187	+ 0,2224	+ 0,2364	+ 0,2294	+ 0,2273	— 14,0	— 10,7
Markelfingen H.-M.	5,7	+ 0,6043	+ 0,5895	+ 0,5959	+ 0,5916	+ 0,5941	— 6,4	+ 12,7
Allensbach H.-M.	5,3	+ 0,0500	+ 0,0428	+ 0,0506	+ 0,0454	+ 0,0463	— 7,8	+ 4,6
Reichenau H.-M.	6,0	— 0,7595	— 0,7714	— 0,7556	— 0,7661	— 0,7648	— 15,8	+ 6,6
Konstanz H.-M.	20,1	+ 0,1135	+ 0,0833	+ 0,1273	+ 0,1003	+ 0,1029	— 44,0	+ 13,2

Zusammenstellung der Nivellementslinien der badischen Hauptbahn.

Punkt	No. *)	Distanz	Baden I Niv. im Jahr 1874 u. 1875	Geodätisches Institut			III $= \frac{I+4 \cdot II}{5}$	Differenzen	
				A Niv. im Jahr 1878	B Niv. im Jahr 1878—1881	II $= \frac{pA+qB}{p+q}$		A—B	I—II
		km	m	m	m	m	m	mm	mm
Mannheim Rhein- brücke H.-M.	(1)	19,7	+ 9,1285	+ 9,1310	+ 9,1134	+ 9,1246	+ 9,1254	+ 17,6	+ 3,9
Heidelberg H.-M.	(2)	32,5	+ 2,6319	+ 2,6470	+ 2,6369	+ 2,6420	+ 2,6400	+ 10,1	— 10,1
Bruchsal H.-M.	(3)	16,8	+ 1,7167	+ 1,7076	+ 1,7163	+ 1,7108	+ 1,7120	— 8,7	+ 5,9
Durlach H.-M.	(4)	4,6	— 1,2040	— 1,2136	— 1,2142	— 1,2138	— 1,2118	+ 0,6	+ 9,8
Karlsruhe H.-M.	(5)	64,5	+ 32,2188	+ 32,2359	+ 32,2606	+ 32,2493	+ 32,2432	— 24,7	— 30,5
Appenweier H.-M.	(6)	8,1	+ 12,3897	+ 12,3740	+ 12,3752	+ 12,3756	+ 12,3784	— 1,2	+ 14,1
Offenburg H.-M.	(7)	62,8	+ 109,2447	+ 109,2333	+ 109,2117	+ 109,2265	+ 109,2301	+ 21,6	+ 18,2
Freiburg H.-M.	(8)	29,0	— 36,1962	— 36,1659	— 36,1439	— 36,1547	— 36,1630	— 22,0	— 41,5
Müllheim H.-M.	(9)	32,4	+ 23,7721	+ 23,7604	+ 23,7615	+ 23,7610	+ 23,7632	— 1,1	+ 11,1
Basel H.-M.	(10)	113,9	+ 171,2993	+ 171,1120	+ 171,2221	+ 171,1592	+ 171,1869	— 110,1	+ 140,1
Singen H.-M.	(11)	10,3	— 29,6612	— 29,6686	— 29,6729	— 29,6707	— 29,6688	+ 4,3	+ 9,5
Radolfzell H.-M.	..	20,1	+ 0,1135	+ 0,0833	+ 0,1273	+ 0,1003	+ 0,1029	— 44,0	+ 13,2
Konstanz H.-M. **)									
		414,7	+ 295,4538	+ 295,2364	+ 295,3940	+ 295,3101	+ 295,3385	— 157,6	+ 143,7

*) Diese Nummern, welche im folgenden bis (65) fortgesetzt werden, bilden zugleich die Nummerierung für die Netzausgleichung.

**) Die Linie Radolfzell-Konstanz geht nicht in unsere Netzausgleichung ein.

Das Nivellement I der badischen Generaldirection der Eisenbahnen und die beiden Nivellements A. und B. des Geodätischen Instituts sind gänzlich von einander unabhängig; sie geben für die 415 km lange Linie Mannheim-Konstanz bzw.:

$$295,454 \text{ m} \quad 295,236 \text{ m} \quad 295,394 \text{ m}.$$

Nimmt man aus diesen drei Resultaten das einfache arithmetische Mittel, so erhält man $295,361 \text{ m} \pm 0,065 \text{ m}$, wo der mit \pm beigesetzte Betrag der aus den Abweichungen vom Mittel berechnete mittlere Fehler ist. Dieses einfache Mittel $295,361 \text{ m}$ differirt um 22 mm von dem Resultat III = $295,339 \text{ m}$, welches mit den nachher zu erörternden Gewichtsunterscheidungen erhalten wurde. (Die Netzausgleichung wird geben $295,397 \text{ m}$.)

Zu weiteren Genauigkeitsuntersuchungen sind in unseren Tabellen die Differenzen A—B und I—II ausgesetzt.

Wir haben auf $414,7 \text{ km}$ 89 Strecken, welche fast durchgehends Eisenbahn-Stationsdistanzen sind, also durchschnittliche Eisenbahn-Stationsdistanz = $\frac{414,7}{89} = 4,66 \text{ km}$; die ohne Rücksicht auf die Vorzeichen der Differenzen berechnete durchschnittliche Stationsdifferenz ist:

$$\text{für A—B (Geod. Inst.)} \quad = \frac{569,2}{89} = 6,4 \text{ mm}$$

$$\text{für I—II (Baden und Geod. Inst.)} = \frac{607,7}{89} = 6,8 \text{ mm}$$

$$\text{hieraus die mittlere Differenz pro 1 km (A—B)} = 1,2533 \frac{6,4}{\sqrt{4,66}} = \pm 3,7 \text{ mm}$$

$$\text{„ „ „ „ (I—II)} = 1,2533 \frac{6,8}{\sqrt{4,66}} = \pm 3,9 \text{ mm.}$$

Zu dieser Rechnung mit den ersten Potenzen, welche den Vorzug der Anschaulichkeit hat, fügen wir noch die genauere Berechnung mit den Quadratsummen $\left[\frac{dd}{s}\right]$, diese (in den Tabellen nicht mit aufgenommenen) Summen ergeben sich nämlich:

$$\text{für (A—B):} \left[\frac{dd}{s}\right] = 1161,3, \quad \text{für (I—II):} \left[\frac{dd}{s}\right] = 1443,1$$

also mittlere Differenz pro 1 km

$$\text{für (A—B):} \sqrt{\frac{1161,3}{89}} = \pm 3,6 \text{ mm}, \quad \text{für (I—II):} \sqrt{\frac{1443,1}{89}} = \pm 4,0 \text{ mm.} \quad (a)$$

In gleicher Weise wurden auch noch die Differenzen zwischen I und A, sowie I und B gebildet, und daraus die mittlere Differenz pro 1 km berechnet:

$$\text{für (I—A):} \pm 4,46 \text{ mm}, \quad \text{für (I—B):} \pm 4,36 \text{ mm} \quad (b)$$

$$\text{oder im Mittel} \pm 4,4 \text{ mm.} \quad (b')$$

I ist badisches Eisenbahn-Nivellement, dessen mittlerer Kilometerfehler mit b bezeichnet sei, A und B sind Nivellements des Geodätischen Instituts, deren mittlerer Kilometerfehler = g sei; II ist das Mittel aus A und B, also dessen mittlerer Fehler = $g:\sqrt{2}$. Nun hat man aus (a) und (b') drei Gleichungen:

$$2g^2 = 3,6^2 = 12,96 \quad b^2 + \frac{1}{2}g^2 = 4,0^2 = 16,00 \quad (c)$$

$$b^2 + g^2 = 4,4^2 = 19,36 \quad (d)$$

die zwei Gleichungen (c) geben combinirt: $b^2 - g^2 = 6,28$
und dieses mit (d) zusammengenommen gibt

$$b^2 = 12,82 \quad g^2 = 6,54 \quad (e)$$

$$b = \pm 3,58 \text{ mm} \quad g = \pm 2,56 \text{ mm} \quad (f)$$

$$g_m = \frac{g}{\sqrt{2}} = \pm 1,81 \text{ mm.}$$

Dieser letzte Werth $g_m = 1,81 \text{ mm}$ ist der mittlere Kilometerfehler des Mittels aus den beiden Nivellements A und B des Geodätischen Instituts, wofür in der Publication (Gradm.-Niv. Swinemünde-Konstanz S. 26) der nahezu übereinstimmende Werth $\pm 1,77 \text{ mm}$ angegeben ist.

Zur Vergleichung der Güte der Originalmessungen I, A und B ist zu beachten, dass nach S. 24 der Publication, Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz, das Schlussresultat des Geodätischen Instituts zu betrachten ist als das Mittel aus einer 3,4fachen Wiederholung, weshalb der mittlere Fehler eines einfachen Nivellements des Geodätischen Instituts zu setzen ist $g_1 = 1,81 \sqrt{3,4} = 3,34 \text{ mm}$, während das einfache badische Nivellement nach (f) den mittleren Fehler 3,58 mm hat. Auf die Einheit reducirt erscheinen somit beide Nivellements, badisches Eisenbahn-Nivellement von 1874 bis 1876 und Nivellement des Geodätischen Instituts von 1878—1881, nahezu gleich genau.

Um nun die ungleich wiederholten Resultate zu combiniren, haben wir uns zur Gewichtsbestimmung an das Verhältniss in (e) zu halten, wonach hinreichend genähert $b^2 : g^2 = 2 : 1$, und das Nivellement A oder B des Geodätischen Instituts das doppelte Gewicht des badischen Nivellements I erhält, während das Mittel aus A und B (in unseren Tabellen mit II bezeichnet) im Vergleich mit I das 4fache Gewicht erhalten muss, wie in der That in unseren Tabellen gerechnet ist, und der mittlere Fehler des so erhaltenen Schlussresultats wird nun

$$= 1,81 \sqrt{\frac{4}{5}} = \pm 1,6 \text{ mm pro 1 km.} \quad (g)^*$$

*) Bemerkungen zu den Fehlerberechnungen (a) bis (g):

Wir haben die in (a) und (b) enthaltenen 4 Gleichungen

$2g^2 = 3,6^2 = 12,96$, $b^2 + 0,5g^2 = 4,0^2 = 16,00$, $b^2 + g^2 = 4,46^2 = 19,98$, $b^2 + g^2 = 4,36^2 = 19,01$
nachträglich auch nach dem Theorem von Helmert im 89. Band (1877) S. 225 und S. 241 der Astr. Nachr. behandelt (obgleich unsere 4 Gleichungen nicht unabhängig sind) und gefunden:

$$b^2 = 13,1 \quad g^2 = 6,5$$

nahezu wie oben bei (e).

Uebrigens würde, bei unserem Rechnungsgang, das Verhältniss $b^2 : g^2$ sich anders gestalten, wenn die grösseren Differenzen I—II auch bei dem Nivellement I durch nachträgliches Zufügen neuer Messungen reducirt worden wären, wie bei den Nivellements A und B (Gradm.-Nivell. Swinemünde-Konstanz S. 2 und S. 24 [vgl. oben S. 7]) geschehen ist. Lässt man z. B. versuchsweise die beiden grössten Differenzen I—II, nämlich St. Georgen-Schallstadt = 23,9 mm auf 4,5 km und Schaffhausen-Herblingen = 20,0 mm auf 4,3 km, aus der Summe $[(I-II)^2]$ fort, so wird diese Summe = $1443 - 127 - 93 = 1223$, also das mittlere Differenzquadrat $(I-II)^2 = 1223 : 89 = 13,74 = 3,71^2$. Es ist also jetzt $b^2 + 0,5g^2 = 13,74$, und nach (c) $2g^2 = 12,96$, woraus folgt $b^2 = 10,50$, $g^2 = 6,48$, oder $b = 3,24$, $g = 2,55$.

Das im Bisherigen zusammen mit dem badischen Eisenbahn-Nivellement mitgetheilte Nivellement des Geodätischen Instituts setzt sich noch allein fort bis Friedrichshafen, nämlich nach S. 100—107 der Publ. des Geod. Inst. 1882:

No. des Geodät. Instituts	P u n k t	Distanz s	Niv. A (1878—1881)	Niv. B (1880—1881)	$\frac{pA+qB}{p+q}$	A—B = d	$\frac{d^2}{s}$
		km	m	m	m	mm	
397	Radolfzell H.-M.	7,4	+ 38,7203	+ 38,7181	+ 38,7191	+ 2,2	0,7
398	Stahringen H.-M.	4,0	— 28,6424	— 28,6359	— 28,6390	— 6,5	10,6
400	Mooshof \triangle	2,8	+ 0,3466	+ 0,3435	+ 0,3450	+ 3,1	3,4
401	Espasingen \triangle	3,2	— 6,5730	— 6,5745	— 6,5737	+ 1,5	0,7
402	Ludwigshafen \triangle	3,5	— 3,1690	— 3,1555	— 3,1622	— 13,5	52,1
403	Sipplingen \triangle	4,9	+ 0,1825	+ 0,1889	+ 0,1857	— 6,4	8,4
406	Goldbach \triangle	2,5	+ 0,8769	+ 0,8755	+ 0,8762	+ 1,4	0,8
409	Ueberlingen H.-M.	2,6	+ 8,0141	+ 8,0122	+ 8,0131	+ 1,9	1,4
410	Nussdorf \triangle	2,4	— 9,6835	— 9,6800	— 9,6818	— 3,5	5,1
411	Maurach \triangle	2,8	— 1,6581	— 1,6611	— 1,6596	+ 3,0	3,2
413	Unteruhldingen \triangle	4,8	+ 0,8633	+ 0,8676	+ 0,8654	— 4,3	3,9
414	Meersburg \triangle	4,4	— 1,0613	— 1,0621	— 1,0617	+ 0,8	0,1
417	Hagnau \triangle	2,3	+ 0,5431	+ 0,5490	+ 0,5460	— 5,9	15,1
419	Kirchberg \triangle	2,3	+ 3,0384	+ 3,0342	+ 3,0363	+ 4,2	7,7
421	Immenstaad \triangle	2,2	— 1,9587	— 1,9650	— 1,9618	+ 6,3	18,1
423	Landesgrenze Brücke \triangle	3,1	+ 13,8289	+ 13,8220	+ 13,8255	+ 6,9	15,4
425	Waldhorn \triangle	4,0	— 7,6564	— 7,6572	— 7,6568	+ 0,8	0,2
426	FriedrichshafenBhof H.-M.						
		59,2	+ 6,0117	+ 6,0197	+ 6,0157	— 8,0	146,9

$$\text{Mittel } \frac{A+B}{2} = + 6,0157.$$

$$\text{Mittlere Differenz} = \sqrt{\frac{146,9}{17}} = \pm 2,94 \text{ mm pro 1 km}$$

also mittlerer Fehler des Mittels aus A und B = $\pm 1,47$ mm pro 1 km.

Resultat für die Netzausgleichung:

(12) Radolfzell H.-M. bis Friedrichshafen Bahnhof H.-M. 59,2 km, + 6,0157 m.

Die linksrheinische Linie Oggersheim-Germersheim-Strassburg-St. Ludwig-Basel ist im Jahr 1881 von der Preussischen Landesaufnahme zweifach nivellirt worden; die Originalmessungen findet man im V. Bande der Nivellements der Landesaufnahme S. 28—32, woraus wir folgendes entnehmen, mit Zufügung der für unseren Zweck besonders berechneten Summen $\left[\frac{dd}{s}\right]$, wobei noch mit n die Zahl der Strecken (von der Normallänge 2 km) bezeichnet sein soll. Linie 26 S. 28—29 gibt:

	Distanz	Niv. I	Niv. II	n	$\left[\frac{dd}{s}\right]$
Oggersheim (6300)	40,3	+ 10,469	+ 10,459	20	75,0
Germersheim (6280) folglich					

(13) Oggersheim Bolzen (6300) bis Germersheim Bolzen (6280): 40,3 km, + 10,464 m.

Die Linien 26 und 31 (V. Band S. 29 und 30) nebst dem Anschluss an den Strassburger Münster (s. o. S. 23) geben zusammen:

Punkt	Distanz	Niv. I	Niv. II	n	$\left[\frac{dd}{s}\right]$
Germersheim (6280)	35,5 km	+ 19,712 m	+ 19,696 m	18	137,7
Lauterburg (6213)					
Kirchhof St. Helena (6184)	57,4	+ 15,555	+ 15,562	29	157,8
Strassburger Münster (6412)	2,0	+ 2,474	+ 2,472	1	2,0
" " H.-M.	..	+ 1,144	+ 1,144
<hr/>					
	94,9 km	38,885 m	38,874 m	48	297,5

(14) Germersheim Bolzen (6280) bis Strassburg Münster H.-M.: 94,9 km, + 38,8795 m.

Mit dem Anschluss an Strassburg H.-M. geben die Linien 34 und 37 (Niv. V. Band S. 31 und 32):

Punkt	Distanz	Niv. I	Niv. II	n	$\left[\frac{dd}{s}\right]$
Strassburg Münster H.-M.	..	- 1,144 m	- 1,144 m
" " (6412)					
Markolsheim (6386)	51,8	+ 33,208	+ 33,179	26	240,5
Biesheim (6473)	15,6	+ 16,265	+ 16,268	8	54,0
<hr/>					
	67,4	+ 48,329 m	+ 48,303	34	294,5

(15) Strassburg Münster H.-M. bis Biesheim Bolzen (6473): 67,4 km, + 48,316 m.

Die Linie 37 (Niv. V. Band, S. 32) gibt ferner:

Punkt	Distanz	Niv. I	Niv. II	n	$\left[\frac{dd}{s}\right]$
Biesheim (6473)	24,0 km	+ 25,778 m	+ 25,761 m	13	55,0
Banzenheim (6460)					

(16) Biesheim (6473) bis Banzenheim Bolzen (6460): 24,0 km, + 25,7695 m.

Dieselbe Linie 37 nebst 38 (Niv. V. Band, S. 32) gibt noch:

Punkt	Distanz	Niv. I	Niv. II	n	$\left[\frac{dd}{s}\right]$
Banzenheim (6460)	30,1 km	+ 36,002 m	+ 35,990	16	101,7
St. Ludwig (6511)					

(17) Banzenheim Bolzen (6460) bis St. Ludwig Bolzen (6511): 30,1 km + 35,996 m.

Zur Genauigkeitsberechnung hat man aus diesen 5 Linien zusammen:

(13) Oggersheim-Germersheim . . .	$n = 20$	$\left[\frac{dd}{s}\right] = 75,0$
(14) Germersheim-Strassburg . . .	$,, = 48$	$,, = 297,5$
(15) Strassburg-Biesheim . . .	$,, = 34$	$,, = 294,5$
(16) Biesheim-Banzenheim . . .	$,, = 13$	$,, = 55,0$
(17) Banzenheim-St. Ludwig . . .	$,, = 16$	$,, = 101,7$
Summe:	$n = 131$	$\left[\frac{dd}{s}\right] = 823,7$

$$\text{Mittlere Differenz} = \sqrt{\frac{823,7}{131}} = \pm 2,51 \text{ mm pro 1 km,}$$

also mittlerer Fehler des Mittels aus Niv. I und Niv. II

$$m = \pm 1,26 \text{ mm pro 1 km.}$$

Wir gehen über zu den auf badischem Gebiet selbst liegenden Linien der Preussischen Landesaufnahme, dieselben sind als Anschlussnivellements im Sommer 1881 vierfach gemessen, nämlich Germersheim-Bretten I und II Beobachter Kunkel, Strassburg-Alexander-Schanze I und II Beobachter Mühlhausen, III und IV bei beiden Linien Beobachter Jordan. Die Einzelresultate I, II, III, IV findet man in dem V. Bande der Nivellements der Preussischen Landesaufnahme S. 102—106. Für unsere Zwecke haben wir sofort $\frac{I+II}{2} = I'$ und $\frac{III+IV}{2} = II'$ vereinigt.

Wir nehmen zuerst die Eintheilung nach Bolzennummern und nachher die eingeschalteten Höhenmarken und die Vergleichung mit anderen auf diese Höhenmarken bezüglichen Nivellements.*)

*) Bei diesen und den folgenden Angaben haben wir die Höhen meist auf 0,1 mm und die Entfernungen auf 0,1 km genau in Rechnung genommen; durch verschiedene Abrundungen, und Ungleichförmigkeiten in den Entfernungsangaben, sind theilweise Inconsequenzen entstanden, welche im Maximum auf 1 mm in den Höhen, und auf 1 km in den Entfernungen sich belaufen, also sachlich ganz unschädlich sind.

Germersheim - Bretten.

(Nivellements der Preuss. Landesaufnahme V. Band S. 102—103.)

Beobachtet 1881 von Kunkel und Jordan mit täglicher Lattenvergleichung.

O r t	Bolzen No.	Distanz	$\frac{I+II}{2} = I'$	$\frac{III+IV}{2} = II'$	$I'-II' = d$	$\frac{d^2}{s}$	Mittel $\frac{I'+II'}{2}$	
			km	m	m	mm		m
Germersheim (Kirchhof)	(6280)	1,9	— 5,5415	— 5,5405	— 1,0	0,5	— 5,5410	
	(6598)	1,8	+ 0,3575	+ 0,3580	— 0,5	0,1	+ 0,3576	
	(6599)	2,0	— 1,7385	— 1,7360	— 2,5	3,1	— 1,7372	
	(6600)	2,0	+ 1,6640	+ 1,6680	— 4,0	8,0	+ 1,6660	
Huttenheim (westlich)	(6601)	2,0	+ 6,3615	+ 6,3690	— 7,5	28,2	+ 6,3652	
	„ (östlich)	(6602)	2,0	+ 0,6115	+ 0,6120	— 0,5	0,1	+ 0,6118
Neudorf (Eisenbahnübergang)	(6603)	2,1	+ 0,6080	+ 0,6030	+ 5,0	11,9	+ 0,6055	
	„ (Walds. ö. v. Neudorf)	(6604)	2,0	+ 0,7210	+ 0,7225	— 1,5	1,1	+ 0,7218
	(6605)	2,0	+ 0,2060	+ 0,1995	+ 6,5	21,2	+ 0,2028	
Karlsdorf (gegenüb. Bahn.)	(6606)	2,0	+ 1,6990	+ 1,6955	+ 3,5	6,1	+ 1,6972	
	(6607)	2,0	+ 3,2480	+ 3,2460	+ 2,0	2,0	+ 3,2470	
Bruchsal (Bahnübergang)	(6608)	1,0	+ 2,8815	+ 2,8790	+ 2,5	6,2	+ 2,8803	
	„ (Salbachbrücke)	(6609)	1,0	+ 6,5095	+ 6,5030	+ 6,5	42,2	+ 6,5062
	(6610)	2,0	+ 16,6395	+ 16,6335	+ 6,0	18,0	+ 16,6365	
	(6611)	2,0	+ 0,4320	+ 0,4310	+ 1,0	0,5	+ 0,4315	
Heidelsheim	(6612)	2,0	+ 8,7140	+ 8,7155	— 1,5	1,1	+ 8,7148	
	(6613)	1,9	+ 3,9995	+ 3,9990	+ 0,5	0,1	+ 3,9992	
Gondelsheim	(6614)	2,1	+ 5,7510	+ 5,7510	0,0	0,0	+ 5,7510	
	(6615)	0,9	+ 0,2545	+ 0,2535	+ 1,0	1,1	+ 0,2540	
Diedelsheim (Bahnübergang)	(6616)	0,8	+ 21,8270	+ 21,8165	+ 10,5	137,8	+ 21,8218	
	„ (oberhalb)	(6617)	1,0	— 12,1930	— 12,1845	— 8,5	72,2	— 12,1888
Bretten (Cichorienfabrik)	(6618)	1,2	+ 15,4280	+ 15,4250	+ 3,0	7,5	+ 15,4265	
	„ (Melanchthon-Denkmal)	(6619)	2,0	— 1,4630	— 1,4655	+ 2,5	3,1	— 1,4643
	„ (Grenzpfiler)	(6620)						
von (6280) bis (6603)		11,7	+ 1,7145	+ 1,7305	— 16,0	40,0	+ 1,7225	
„ (6603) „ (6608)		10,1	+ 6,4820	+ 6,4665	+ 15,5	42,3	+ 6,4743	
„ (6608) „ (6618)		14,7	+ 54,8155	+ 54,7975	+ 18,0	279,2	+ 54,8065	
„ (6618) „ (6620)		3,2	+ 13,9650	+ 13,9595	+ 5,5	10,6	+ 13,9622	
von (6280) bis (6620)		39,7	76,9770	76,9540	+ 23,0	372,1	76,9655	

Strassburg - Alexanderschanze.

(Nivellements der Preuss. Landesaufnahme V. Band S. 104—106.)

Beobachtet 1881 von Mühlhausen und Jordan mit täglicher Lattevergleichung.

O r t	Bolzen No.	Distanz	$\frac{I+II}{2} = I'$	$\frac{III+IV}{2} = II'$	$I'-II' = d$	$\frac{d^2}{s}$	Mittel
			m	m	mm		$\frac{I'+II'}{2}$
Strassburg (Metzgerthor)	(6411)	km					m
	(6621)	2,0	0,2305	0,2290	1,5	1,1	0,2298
Kehl (am Steurgebäude)	(6622)	1,8	0,6130	0,6180	5,0	13,9	0,6155
	(6623)	2,3	0,7275	0,7285	1,0	0,4	0,7280
Neumühl	(6624)	2,0	0,3130	0,3170	4,0	8,0	0,3150
Kork	(6625)	2,0	1,3865	1,3840	2,5	3,1	1,3853
Willstedt	(6626)	2,0	2,4180	2,4135	4,5	10,1	2,4158
Sand	(6627)	2,0	0,9210	0,9225	1,5	1,1	0,9218
	(6628)	2,1	0,8990	0,9040	5,0	12,0	0,9015
Appenweier (westlich)	(6629)	2,0	1,3520	1,3535	1,5	1,1	1,3528
„ (östlich)	(6630)	2,4	22,7440	22,7465	2,5	2,6	22,7452
Nussbach	(6631)	2,0	2,5750	2,5760	1,0	0,5	2,5755
	(6632)	2,0	9,4110	9,4075	3,5	6,1	9,4092
Oberkirch (unterhalb)	(6633)	2,0	4,6675	4,6685	1,0	0,5	4,6680
„ (oberhalb)	(6634)	2,0	13,9660	13,9635	2,5	3,1	13,9647
Lautenbach	(6635)	2,0	13,7775	13,7715	6,0	18,0	13,7745
Hohenrain (vor Hubacker)	(6636)	2,1	14,2960	14,2950	1,0	0,5	14,2955
Höfle	(6637)	1,9	17,4265	17,4235	3,0	4,7	17,4250
Steinhof	(6638)	2,0	20,5720	20,5735	1,5	1,1	20,5727
Oppenau (Post)	(6639)	1,6	13,4750	13,4760	1,0	0,6	13,4755
Ibach	(6640)	2,0	13,3640	13,3720	8,0	32,0	13,3680
	(6641)	2,0	25,7180	25,7180	0,0	0,0	25,7180
	(6642)	2,0	31,8170	31,8135	3,5	6,1	31,8152
Petersthal	(6643)	1,9	40,6025	40,6060	3,5	6,4	40,6042
	(6644)	2,1	41,0525	41,0460	5,5	14,4	41,0492
Griesbach	(6645)	1,9	42,6160	42,6190	3,0	4,7	42,6175
Kniebisstrasse	(6646)	2,0	148,8690	148,8605	8,5	36,1	148,8647
„	(6647)	2,0	148,7190	148,7210	2,0	2,0	148,7200
„	(6648)	2,0	149,2950	149,2960	1,0	0,5	149,2955
Alexanderschanze	(6649)	1,3	50,2515	50,2560	4,5	15,6	50,2537
von (6411) bis (6630)		20,6	26,9845	26,9945	10,0	53,4	26,9895
„ (6630) „ (6649)		36,8	802,4700	802,4630	7,0	152,9	802,4666
von (6411) bis (6649)		57,4	829,4545	829,4575	3,0	206,3	829,4561

Für beide Linien zusammen, mit 52 Strecken ist die Summe $\left[\frac{dd}{s}\right] = 206,3 + 372,1 = 578,4$, also die mittlere Differenz $= \sqrt{\frac{578,4}{52}} = \pm 3,34$ mm pro 1 km.

Der mittlere Fehler je einer der Messungen, welche in den Differenzen d zusammen-treten, wäre hiernach $3,34 : \sqrt{2} = 2,36$ mm, dieses gilt für ein Doppelnivellement $I' = \frac{I+II}{2}$ oder $II' = \frac{III+IV}{2}$, wofür die Landesaufnahme im Allgemeinen bis jetzt einen kleineren Werth erzielt hat, nämlich 1,62 mm nach S. 41 des V. Bandes der Nivellements der Landesaufnahme. Für unsere badischen Linien haben wir $\frac{3,34}{2} = 1,67$ mm pro 1 km beizu-behalten für das Schlussresultat, nämlich für das Mittel $\frac{I'+II'}{2}$ oder $\frac{I+II+III+IV}{4}$.

Zur Einbindung badischer Höhenmarken in das Bolzennivellement sind folgende Verbindungen gemessen, welche auf S. 102—105 des V. Bandes der Nivellements der Landesaufnahme mitgetheilt sind (mit Ausnahme von Graben, welches erst im Jahr 1882 badischerseits eingemessen wurde, und Kehl II', welches auf S. 104, Band V, fehlt):

von Bolzen (6602) bis Huttenheim H.-M.	0,8 km III = +	1,661 m IV = +	1,656 m
„ „ (6603) „ Graben H.-M.	1,7 km	+ 2,044 m (bad. Niv. 1882)	
„ „ (6606) „ Karlsdorf H.-M.	0,3 km III = +	3,085 m IV = +	3,084 m
„ „ (6608) „ Bruchsal H.-M.	0,2 km I' = +	2,050 m II' = +	2,052 m
„ „ (6618) „ Bretten, württ. Glas- punkt (115)	1,2 km III = +	1,612 m IV = +	1,611 m
„ „ (6622) „ Kehl H.-M.	0,2 km I' = +	3,4225 m II' = +	3,422 m
„ „ (6624) „ Kork H.-M.	2,1 km I' = +	1,8555 m II' = +	1,854 m
„ „ (6630) „ Appenweier H.-M.	2,2 km I' = -	16,778 m II' = -	16,782 m
„ „ (6634) „ Oberkirch H.-M.	0,9 km I = -	3,242 m II = -	3,242 m
„ „ (6635) „ Lautenbach H.-M.	0,6 km I = +	7,188 m II = +	7,191 m
„ „ (6636) „ Hubacker H.-M.	0,6 km I = +	5,739 m II = +	5,741 m
„ „ (6639) „ Oppenau H.-M.	0,8 km I' = -	5,657 m II' = -	5,659 m

Die hier nicht mit aufgeführten Anschlüsse an den Strassburger Münster sind schon zum Theil auf S. 15—16 erwähnt, und werden bei der Linie (18) S. 31 noch besonders behandelt werden.

Damit kann man die genannten Stationen in das Bolzennivellement einbinden, und bekommt dann mit Zuziehung der Resultate des badischen Eisenbahn-Nivellements (B) (vom Jahr 1875, Huttenheim-Bruchsal, Beobachter Höpfinger, Latte 2. Appenweier-Oberkirch, Beobachter Kayser, Latte 1) folgende Vergleichung:

P u n k t	Distanz <i>s</i>	$P = \frac{I' + II'}{2}$ (1881)	<i>B</i> (1875 u. 1873)	$d = P - B$	$\frac{d^2}{s}$
	km	m	m	mm	
Huttenheim H.-M.	4,4	+ 0,9972	+ 0,9887	+ 8,5	16,4
Graben H.-M.	4,9	+ 2,5705	+ 2,5545	+ 16,0	52,2
Karlsdorf H.-M.	4,4	+ 3,9108	+ 3,9060	+ 4,8	5,2
Bruchsal H.-M.	13,7	+ 7,4785	+ 7,4492	+ 29,3	73,8
Strassburg-Münster H.-M.	4,9	- 2,2380	- 2,2468	+ 8,8	15,8
Kehl H.-M.	5,2	- 1,9805	- 1,9747	- 5,8	6,5
Kork H.-M.	8,3	+ 8,3822	+ 8,3615	+ 20,7	51,6
Appenweier H.-M.	8,7	+ 44,1555	+ 44,1700	- 14,5	24,2
Oberkirch H.-M.	3,1	+ 24,2060	+ 24,2073	- 1,3	0,5
Lautenbach H.-M.	1,9	+ 12,8460	+ 12,8334	+ 12,6	83,6
Hubacker H.-M.	4,6	+ 40,0750	+ 39,9428	+ 132,2	(?)
Oppenau H.-M.	36,7	+ 125,4462	+ 125,2935	+ 152,7	182,2 + 73,8 = 256,0

$$\text{Mittlere Differenz} = \sqrt{\frac{255,6}{9}} = 5,33 \text{ mm pro 1 km}$$

und da der mittlere Fehler des Nivellements der Preuss. Landesaufnahme oben = 1,67 mm (S. 29) gefunden wurde, bleibt für diese badischen Strecken der erhebliche Betrag

$$\sqrt{5,33^2 - 1,67^2} = 5,06 \text{ mm,}$$

welcher aber zu gross sein wird, weil in den Distanzen (welche als auf der Eisenbahn gemessen eingesetzt sind) die oft nicht unbeträchtlichen Einbindestrecken nicht mitgezählt sind, wie überhaupt dieses Einbinden selbst aussergewöhnliche Fehlerbeträge herein gebracht haben kann.

Appenweier - Strassburg.

Diese Verbindungslinie zwischen Baden und Elsass ist siebenmal gemessen, nämlich zuerst im Jahr 1873 von Jordan und Doll als erstes badisches Versuchsnivellement, ferner vom Geodätischen Institut (Beobachter Seibt) in den Jahren 1878—1882 Nivellement A und B (s. Publ. des Geod. Instituts 1882, S. 88—89), und zwar A bis Kehl 1878, B bis Kehl 1881, A und B von Kehl bis Strassburg 1882, endlich im Jahr 1881 von der Preussischen Landesaufnahme vierfach, I und II Beobachter Mühlhausen, III und IV Beobachter Jordan (Nivellement der Landesaufnahme V. Band, S. 92, 93, 104). Die Nivellementswege sind nur theilweise dieselben. Von Appenweier bis Kehl gehen E, A und B auf der Eisenbahn, I bis IV auf der Strasse, von Kehl bis Strassburg Münster sind die Wege nahezu dieselben. Die Distanzen sind in folgender Tabelle von Appenweier bis Kehl auf der Eisenbahn gemessen. Folgendes sind die Resultate:

P u n k t	Distanz	Baden	Geodät. Institut		Preussische Landesaufnahme				Mittel
		E (1873)	A (1878—82)	B (1881—82)	I (1881)	II (1881)	III (1881)	IV (1881)	
	km	m	m	m	m	m	m	m	m
Appenweier H.-M.	5,2	-6,2589	-6,2699	-6,2758	-8,386	-8,380	-8,371	-8,392	-8,3772
Legelshurst H.-M.	3,2	-2,1026	-2,0988	-2,1057					
Kork H.-M.	5,2	+1,9747	+1,9864	+1,9855	+1,985	+1,978	+1,984	+1,975	+1,9812
Kehl H.-M.	3,8	+2,2468	-3,7950	-3,8071	-3,805	-3,805	-3,810	-3,812	+2,2430
Metzgerthor Bolzen (6411)	1,2		+4,9065	+6,0507	+4,904	+4,900	+4,904	+4,905	
Strassburg Münster B. (6412)	0,0		+1,1449		+1,144	+1,144	+1,143	+1,142	
„ „ H.-M.	18,6	-4,1400	-4,1259	-4,1524	-4,1580	-4,1630	-4,1500	-4,1820	-4,1530

Diese sieben Resultate ergeben, in ein einfaches Mittel vereinigt, $-4,1530 \text{ m} \pm 6,7 \text{ mm}$ und der mittlere Fehler eines solchen Nivellements erscheint hiebei $= \pm 4,1 \text{ mm pro 1 km}$. Hiermit ist:

(18) Strassburg H.-M. bis Appenweier H.-M.: 18,6 km, $-4,1530 \text{ m.}^*$)

Nachdem nun die Linie Strassburg-Appenweier besonders erledigt ist, da Huttenheim-Graben zur Netzausgleichung überhaupt nicht gebraucht wird, da ferner auf Appenweier-Oppenu die Unsicherheit der badischen Latte von 1875 schädlich wirkt, und Hubacker-Oppenu badisch ohnehin wegen groben Fehlers ausgeschieden werden musste, ist es nun angezeigt, auf diesen Linien den badischen Theil überhaupt auszuschneiden und nach dem vierfachen Nivellement der Preussischen Landesaufnahme zu setzen (s. o. S. 28 und 29):

Appenweier (6630) bis Alexander-Schanze (6649) . 36,8 km + 802,4665 m
 Reduct. von (6630) auf Appenweier H.-M. 2,8 + 16,7800

(19) Appenweier H.-M. bis Alexander-Schanze Bolzen (6649): 39,6 km, + 819,2465 m

ferner (s. o. S. 27 und 29):

Germersheim (6280) bis Neudorf (6603) 11,7 km + 1,7225 m
 Reduct. von (6603) auf Graben H.-M. 1,7 + 2,0440

(20) Germersheim Bolzen (6280) bis Graben H.-M. 13,4 km + 3,7665 m

Neudorf (6603) bis Bruchsal (6608) 10,1 km + 6,4742 m
 Reduct. von (6603) auf Graben H.-M. 1,7 - 2,0440
 Reduct. von (6608) auf Bruchsal H.-M. 0,2 + 2,0510

(21) Graben H.-M. bis Bruchsal H.-M. 12,0 km + 6,4812 m

*) Es ist denkbar, dass der Höhenunterschied Appenweier-Strassburg durch das Erdbeben vom 24. Jan. 1880 afficirt worden ist. Vergl. Verhandlungen des Naturwissenschaftlichen Vereins in Karlsruhe, VIII. Heft, 1881, S. 197 bis 264, das rheinisch-schwäbische Erdbeben vom 24. Januar 1880, dargestellt von der Erdbeben-Commission des Naturwissenschaftlichen Vereins zu Karlsruhe.

Diese Strecke Appenweier-Strassburg dürfte sich zum periodischen Nachnivelliren empfehlen.

Bruchsal (6608) bis Bretten (6618)	14,7 km +	54,8065 m
Reduct. von (6608) auf Bruchsal H.-M.	0,2 —	2,0510
Reduct. von (6618) bis Bretten württb. Glaspkt. (115):	1,2 +	1,6115

(22) Bruchsal H.-M. bis Bretten Glaspunkt (151): 16,1 km, + 54,3670 m

Dieses Resultat ist schon oben S. 11 bei Gelegenheit der württembergischen Latten-correctionen erwähnt worden.

Die Preussische Landesaufnahme im Elsass bietet ferner an den 3 südlichen Rhein-übergängen Anschlüsse, woraus die folgenden theils preussischen, theils badischen Nivellementslinien gebildet werden:

Linie Freiburg-Breisach-Biesheim (6473).

Von Freiburg bis Altbreisach badisches Eisenbahn-Nivellement August 1875, Beobachter Kayser, Latte 1.

Von Altbreisach bis zum Bolzen (6473) bei Biesheim Nivellement der Preussischen Landesaufnahme V. Band, S. 106.

P u n k t	Distanz	Bad. Nivell.	Preuss. Niv.
	km	m	m
Freiburg H.-M.	7,3	— 64,5673	
Hugstetten H.-M.	4,3	— 10,4945	
Gottenheim H.-M.	3,1	— 2,5880	
Wasenweiler H.-M.	3,0	+ 3,2818	
Ihringen H.-M.	4,4	— 3,4373	
Altbreisach H.-M.	1,8		— 0,188
Bolzen (7034)	2,0		— 3,120
„ (7033)	1,7		+ 3,657
„ (6473)			
	27,6	— 77,4563 m	

(23) Freiburg H.-M. bis Bolzen (6473) bei Biesheim: 27,6 km, — 77,4563 m.

Linie Müllheim-Eichwald-Banzenheim.

Von Müllheim bis Bolzen (7035) badisches Nivellement 1882, Beobachter Doll und Bayer; von (7035) bis (6460) Nivellement der Preussischen Landesaufnahme V. Band, Seite 106.

P u n k t	Distanz	Bad. Nivell.	Preuss. Niv.
	km	m	m
Müllheim H.-M.	5,8	— 16,1020	
Eichwald (7035)	2,9		+ 0,578
Banzenheim (6460)			
	8,7	— 15,5240 m	

(24) Müllheim H.-M. bis Banzenheim Bolzen (6460): 8,7 km, — 15,5240 m.

Verbindung Basel-Hüningen-St. Ludwig.

Der Theil Basel-Leopoldshöhe ist als Localreduction aus der badischen Hauptbahn (s. d. S. 19) entlehnt. Der Theil Leopoldshöhe-Hüningen ist badisches Nivellement von 1882, Beobachter Doll und Bayer, und der dritte Theil ist von der Preussischen Landesaufnahme V. Band, S. 107 entnommen.

P u n k t	Distanz	Bad. Niv.	Preuss. Niv.	Mittel
	km	m	m	m
Basel Bad. Bahnhof H.-M.	3,2	+ 4,8475		+ 4,8475
Leopoldshöhe H.-M.	1,9	— 16,4770	— 16,468	— 16,4725
Hüningen (7036)	2,2		+ 8,343	+ 8,3430
St. Ludwig (6511)				
	7,3			— 3,2820

(25) Basel H.-M. bis St. Ludwig Bolzen (6511): 7,3 km, — 3,2820 m.

Die badische Schwarzwald-Bahn.

Diese 149 km lange Linie Offenburg-Sommerau-Singen mit einer Maximalsteigung von 672 m ist im Ganzen zweifach unabhängig, und in einzelnen Theilen 3—4fach nivellirt, wie schon zum Theil oben, S. 9—10, erwähnt ist. Leider sind bei den beiden ersten durchgehenden Nivellements von 1875 und 1876 die Lattenlängen nicht besonders untersucht worden, was eben Veranlassung zum Nachnivelliren der Haupthöhen mit genauerer Lattenvergleichung wurde. Wir legen das Originalmaterial in Theillinien vor:

Offenburg-Hausach.

Niv. I, Mai 1875, Beobachter Kayser, Latte 1.

Niv. II, Mai 1876, Beobachter Höpfinger, Latte 2.

P u n k t	Distanz <i>s</i>	I (1875)	II (1876)	$d=I-II$	$\frac{d^2}{s}$	Mittel $\frac{I+II}{2}$
	km	m	m	mm		m
Offenburg H.-M.	4,1	+ 0,7230	+ 0,7110	+ 12,0	35,2	+ 0,7170
Ortenberg H.-M.	5,4	+ 11,8517	+ 11,8437	+ 8,0	11,9	+ 11,8477
Gengenbach H.-M.	5,6	+ 12,0018	+ 11,9903	+ 11,5	23,7	+ 11,9960
Schönberg H.-M.	2,8	+ 10,5642	+ 10,5570	+ 7,2	18,5	+ 10,5606
Biberach-Zell H.-M.	4,8	+ 11,1313	+ 11,1187	+ 12,6	33,1	+ 11,1250
Steinach H.-M.	3,4	+ 10,1205	+ 10,1090	+ 11,5	38,9	+ 10,1148
Haslach H.-M.	7,1	+ 25,7760	+ 25,7665	+ 9,5	12,7	+ 25,7713
	33,2	+ 82,1685	+ 82,0962	+ 72,3	174,0	+ 82,1324

(26) Offenburg H.-M. bis Hausach H.-M.: 33,2 km, + 82,1324 m.

Es ist auffallend, dass alle Differenzen d gleiches Zeichen haben, doch kann man nicht wohl eine entsprechende grosse Lattendifferenz von 72 mm: 82 m = 0,9 mm pro 1 m annehmen (vgl. S. 10—11).

Hausach-Sommerau.

Niv. I, Mai 1875, Beobachter Kayser, Latte 1.

Niv. II, Mai 1876, Beobachter Höpfinger, Latte 2.

Niv. III und IV, Mai 1879, Polytechnikumsmessung mit täglicher Lattenvergleichung.

P u n k t	Distanz	I (1875)	II (1876)	III (1879)	IV (1879)	Resultat
	km	m	m	m	m	m
Hausach H.-M.	3,8	+ 39,2025	+ 39,1915			+ 39,1970
Gutach H.-M.	5,7	(+ 103,7617)	(+ 103,7293)	+ 103,741	+ 103,741	+ 103,7410
Hornberg H.-M.	13,2	(+ 230,7885)	(+ 230,7186)	+ 230,712	+ 230,728	+ 230,7200
Triberg H.-M.	12,9	(+ 216,4253)	(+ 216,3946)	+ 216,447	+ 216,440	+ 216,4435
Sommerau H.-M.						
	35,6	(+ 590,1780)	(+ 590,0240)			+ 590,1015

(27) Hausach H.-M. bis Sommerau H.-M.: 35,6 km, + 590,1015 m.

Die Berechnung der $\frac{dd}{s}$ ist hier unterblieben, weil auf diesen starken Steigungen die Differenzen hauptsächlich von den Lattenunsicherheiten herrühren.

Die hierauf bezüglichen Lattenvergleichungen sind schon auf S. 9—10 mitgeteilt.

Sommerau-Villingen.

Niv. I, Mai 1875, Beobachter Kayser, Latte I.

„ II, „ 1876, „ „ „ I.

Punkt	Distanz <i>s</i>	I (1875)	II (1876)	<i>d</i>	$\frac{d^2}{s}$	Mittel $\frac{I+II}{2}$
	km	m	m	mm		m
Sommerau H.-M.	2,6	— 25,8715	— 25,8770	+ 5,5	11,7	— 25,8742
St. Georgen H.-M.	3,9	— 28,3680	— 28,3740	+ 6,0	9,2	— 28,3710
Peterzell H.-M.	6,3	— 48,3233	— 48,3282	+ 4,9	3,8	— 48,3258
Kirnach H.-M.	4,7	— 25,4390	— 25,4448	+ 5,8	7,2	— 25,4419
Villingen H.-M.						
	17,5	— 128,0018	— 128,0240	+ 22,2	31,9	— 128,0129

(28) Sommerau H.-M. bis Villingen H.-M.: 17,5 km, — 128,0129 m.

Villingen-Donaueschingen.

Niv. I, Juni 1875, Beobachter Kayser, Latte I.

„ II, „ 1876, „ „ „ I.

Punkt	Distanz <i>s</i>	I (1875)	II (1876)	<i>d</i>	$\frac{d^2}{s}$	Mittel $\frac{I+II}{2}$
	km	m	m	mm		m
Villingen H.-M.	2,5	— 8,1632	— 8,1635	+ 0,3	0,0	— 8,1634
Marbach H.-M.	2,7	— 6,6375	— 6,6327	— 4,8	8,5	— 6,6351
Klengen H.-M.	3,0	— 3,0540	— 3,0630	+ 9,0	27,0	— 3,0585
Grüningen H.-M.	5,0	— 8,1028	— 8,1283	+ 25,5	130,0	— 8,1156
Donaueschingen alte H.-M.						
	13,2	— 25,9575	— 25,9875	+ 30,0	165,5	— 25,9726

(29) Villingen H.-M. bis Donaueschingen alte H.-M.: 13,2 km, — 25,9726 m.

Donaueschingen-Immendingen.

Niv. I, Juni 1875, Beobachter Kayser, Latte I.

„ II, „ 1876, „ „ „ I.

„ III, September 1882, Beobachter Doll und Bayer, mit 2—3tägiger Lattenvergleichung. Combinirtes Nivellement mit 2 Instrumenten und identischen Latten.

Punkt	Di- stanz s	I	II	III	I—II	I—III	II—III	$\frac{(I-II)^2}{s}$	Mittel
		(1875)	(1876)	(1882)					$\frac{I+II+III}{3}$
	km	m	m	m	mm	mm	mm		m
Donaueschingen alte H.-M.	4,2	3,8065	3,8080	3,8116	+ 1,5	+ 5,1	+ 3,6	0,5	3,8087
Pföhren H.-M.	2,8	2,9040	2,8915	2,8989	- 12,5	- 5,1	+ 7,4	55,8	2,8981
Neudingen H.-M.	3,9	3,7767	3,7675	3,7699	- 9,2	- 6,8	+ 2,4	21,7	3,7714
Gutmadingen H.-M.	3,0	1,0268	1,0285	1,0472	+ 1,7	+ 20,4	+ 18,7	1,0	1,0342
Geisingen H.-M.	2,6	3,8690	3,8857	3,8423	+ 16,7	- 26,7	- 43,4	107,3	3,8657
Hintschingen H.-M.	3,8	5,9277	5,9220	5,9619	- 5,7	+ 34,2	+ 39,9	8,6	5,9372
Immendingen Glaspunkt No. 1	20,3	21,3107	21,3032	21,3318	- 7,5	+ 21,1	+ 28,6	194,9	21,3153

Das einfache Mittel ist:

(30) Donaueschingen alte H.-M. bis Immendingen Glaspunkt No. 1: 20,3 km, — 21,3153 m.

Immendingen-Singen.

Drei Nivellements ebenso wie bei der vorigen Linie.

Punkt	Di- stanz	I	II	III	I—II	I—III	II—III	$\frac{(I-II)^2}{s}$
		(1875)	(1876)	(1882)				
	km	m	m	m	mm	mm	mm	
Immendingen Glas- punkt No. 1	4,1	34,7650	34,7655	34,7834	- 0,5	- 18,4	- 17,9	0,1
Hattingen H.-M.	6,1	99,1985	99,2203	99,2333	+ 21,8	+ 34,8	+ 13,0	77,9
Thalmühle H.-M.	4,7	73,4198	73,4205	73,4290	+ 0,7	+ 9,2	+ 8,5	0,1
Engen H.-M.	2,9	28,9830	28,9842	28,9960	+ 1,2	+ 13,0	+ 11,8	0,5
Welschingen H.-M.	3,5	34,3745	34,3958	34,3830	+ 21,3	+ 8,5	- 12,8	129,6
Mühlhausen H.-M.	2,7	12,7660	12,7630	12,7649	- 3,0	- 1,1	+ 1,9	3,3
Hohenkrähen H.-M.	5,5	14,6815	14,6940	14,6848	+ 12,5	+ 3,3	- 9,2	28,5
Singen H.-M.	29,5	228,6583	228,7123	228,7076	+ 54,0	+ 49,3	- 4,7	240,0

Bei diesen starken Steigungen fällt der Vorzug der genaueren Lattenvergleichung bei III besonders in's Gewicht, weshalb III ausschliesslich genommen werden soll.

(31) Immendingen Glaspunkt No. 1 bis Singen H.-M.: 29,5 km, — 228,7076 m.

Die einzelnen Theile der Schwarzwaldbahn haben folgende Fehlerquadratsummen geliefert:

	Strecken	$\left[\frac{dd}{s}\right]$
S. 34. Offenburg-Hausach	7	174,0
S. 35. Sommerau-Villingen	4	31,9
S. 35. Villingen-Donaueschingen	4	165,5
S. 36. Donaueschingen-Immendingen	6	194,9
S. 36. Immendingen-Singen	7	240,0
	28	806,3

Mittlere Differenz (I—II) = $\sqrt{\frac{806,3}{28}} = 5,37$ mm pro 1 km.

Der mittlere Fehler des Mittels $\frac{I+II}{2}$ ist hiernach = 2,68 mm pro 1 km.

Linie Durlach-Pforzheim.

Diese Linie wurde mehrfach nivellirt, nämlich: 1. September 1874, Beobachter Höpfinger, Latte 2; 2. April-Mai 1875, Beobachter Kayser, Latte 1; 3. und theilweise 4. Mai-Juni 1879, Beobachter Jordan und Pattenhausen, Latten 1 und 2 mit täglicher Lattenvergleichung.

Niv. 1 wurde alsbald verworfen, weil ein erheblicher Collimationsfehler zwischen Libellenachse und Fernrohrachse erst am Schlusse entdeckt wurde.

P u n k t	Distanz s	I	II	III	II—III	$\frac{d^2}{s}$	Mittel
		(1874)	(1875)	(1879)	= d		$\frac{II+III}{2}$
	km	m	m	m	mm		m
Durlach H.-M.	2,8	(+ 5,3137)	+ 5,3755	+ 5,3696	+ 5,9	12,4	+ 5,3726
Grötzingen Fenst.-Bank Δ	2,5	(+ 10,9253)	+ 10,9582	+ 10,9696	— 11,4	52,0	+ 10,9639
Berghausen H.-M.	2,2	(+ 7,5010)	+ 7,4990	+ 7,4923	+ 6,7	20,5	+ 7,4956
Söllingen H.-M.	2,7	(+ 11,6275)	+ 11,6325	+ 11,6120	+ 20,5	155,6	+ 11,6222
Kleinsteinbach H.-M.	2,1	(+ 3,7660)	+ 3,7773	+ 3,7746	+ 2,7	3,5	+ 3,7760
Wilferdingen H.-M.	2,8	(+ 29,4045)	+ 29,3870	+ 29,4011	— 14,1	71,0	+ 29,3940
Königsbach H.-M.	4,5	(+ 51,5253)	+ 51,5367	+ 51,5283	+ 8,4	15,7	+ 51,5325
Ersingen —	3,0	(+ 36,2105)	+ 36,2043	+ 36,2192	— 14,9	74,0	+ 36,2118
Ispringen H.-M.	3,5	(+ 8,0645)	+ 8,0387	+ 8,0009	+ 37,8	408,2	+ 8,0198
Pforzheim H.-M.	26,1	(+ 164,3383)	+ 164,4092	+ 164,3676	+ 41,6	812,9	+ 164,3884

(32) Durlach H.-M. bis Pforzheim H.-M.: 26,1 km, + 164,3884 m.

Mittlere Differenz = $\sqrt{\frac{812,9}{9}} = 9,50$ mm pro 1 km.

Der mittlere Fehler des Mittels $\frac{II+III}{2}$ ist hiernach = 4,75 mm pro 1 km.

Dieser hohe Betrag deutet auf abnorme Fehler in II. hin.

Linie Pforzheim-Mühlacker.

Diese Linie ist badischerseits zweimal und württembergischerseits zweimal, also im Ganzen viermal nivellirt, nämlich:

- I. bad. September 1874, Beobachter Höpfinger, Latte 2,
 II. „ April 1875, Beobachter Kayser, Latte 1,
 III. württemb. 1875,
 IV. „ 1878.

An diesen württemb. Angaben, welche im Folgenden unter III und IV aufgeführt sind, haben wir eine Lattencorrection von + 0,4 mm pro 1 m bereits angebracht (s. o. S. 11—12).

Punkt	Distanz s	I	II	I—II	III	IV	III—IV	Mittel
		(1874)	(1875)		(1875)	(1878)		$\frac{\text{III} + \text{IV}}{2}$
	km	m	m	mm	m	m	mm	m
Pforzheim H.-M.								
Eutingen H.-M.	3,6	(- 20,0590)	- 20,0542	- 4,8	- 20,0730	- 20,0630	- 10,0	- 20,0680
Niefern H.-M.	2,2	(- 12,6621)	- 12,6768	+ 14,7	- 12,6740	- 12,6770	+ 3,0	- 12,6755
Enzberg H.-M.	2,7	(- 15,4437)	- 15,4362	- 7,5	- 15,4372	- 15,4442	+ 7,0	- 15,4407
Mühlacker Württ. H.-M.	4,1	(+ 8,3412)	+ 8,3522	- 11,0	+ 8,3363	+ 8,3433	- 7,0	+ 8,3398
	12,6	(- 39,8236)	(- 39,8150)	- 8,6	- 39,8479	- 39,8409	- 7,0	- 39,8444

Niv. I wurde von der bad. Generaldirection wegen Instrumentenfehlers verworfen (s. vorhergehende Linie Durlach-Pforzheim). II weicht auffallend von III und IV ab, und da dieses Nivellement II auch schon auf der vorhergehenden Linie Durlach-Pforzheim gegen die Nachmessung III einzelne auffallende Abweichungen gezeigt hat (mittlere Differenz = 9,5 mm pro 1 km s. o.), so erscheint es hier bei Pforzheim-Mühlacker, wo zwei andere gute Messungen vorliegen, angezeigt, diese ausschliesslich zu benützen, d. h. zu setzen:

- (33) Pforzheim H.-M. bis Mühlacker Württb. H.-M.: 12,6 km., — 39,8444 m
 (ohne Lattencorrection ist dieser Werth = — 39,8285 m).

Zur nördlichen Querverbindung zwischen Baden und dem linksrheinischen Nivellement der Preussischen Landesaufnahme dient eine von Hessen entlehnte Linie, nämlich nach einer Mittheilung von Herrn Professor Nell in Darmstadt vom 26. October 1882:

Bolzenstein (6300) bei Oggersheim Höhe = 95,710 m
 Mannheim Rheinbrücke H.-M. 104,680

Differenz 8,970

Die Entfernung ist nach der Karte = 9 km, also:

- (34) Mannheim Rheinbrücke H.-M. bis Oggersheim (6300): 9 km, — 8,970 m.

Hieran schliesst sich die

Rheinthal-Bahn Mannheim-Karlsruhe.

August und September 1874, Beobachter Kayser, Latte 1.

P u n k t	Distanz	I	
	km	m	
Mannheim Rheinbrücke H.-M.	0,9	— 7,0328 *	* mit Zuziehung des Nivellements des Geodätischen Instituts, vgl. die Linie Mannheim-Heidelberg S. 17.
Mannheim Bahnhof H.-M.	3,2	— 1,9110	
Neckarau H.-M.	10,2	+ 8,0505	
Schwetzingen H.-M.	14,3	— 0,8933	

(35) Mannheim Rheinbrücke H.-M. bis Schwetzingen H.-M.: 14,3 km, — 0,8933 m.

P u n k t	Distanz	I
	km	m
Schwetzingen H.-M.	8,0	— 1,4393
Hockenheim H.-M.	2,7	+ 2,8208
Neulussheim H.-M.	6,2	+ 1,6569
Waghäusel H.-M.	2,0	+ 1,9752
Wiesenthal H.-M.	7,3	+ 1,1791
Graben H.-M.	26,2	+ 6,1927

(36) Schwetzingen H.-M. bis Graben H.-M.: 26,2 km, + 6,1927 m.

Auf dem dritten Theil der Rheinthal-Bahn, nämlich Graben-Karlsruhe, wurde ausser dem Niv. I noch im Jahr 1875, wegen Versetzung der Nummernsteine, die Strecke Eggenstein-Karlsruhe von Beobachter Höpfinger mit Latte 1 nachnivellirt, ferner wurde im Jahre 1879 von Beobachter Jordan ein flüchtiges Revisionsnivellement Karlsruhe-Graben gemacht, durch welches bei Graben zwischen den Steinen (40,2) und (40,5) ein Fehler von rund 0,1 m gefunden wurde, welcher im Folgenden in Rechnung gebracht ist:

P u n k t	Distanz	I (1874)	II (1875)	Mittel
	km	m	m	m
Graben H.-M.	7,1	+ (1,51)08	+ 1,61 ..	+ 1,6108
Linkenheim H.-M.	3,2	+ 0,8968		+ 0,8968
Leopoldshafen H.-M.	2,4	+ 1,4098		+ 1,4098
Eggenstein H.-M.	7,2	+ 3,6063	+ 3,5782	+ 3,5922
Mühlburger Thor H.-M.	2,2	— 0,5079	— 0,5127	— 0,5103
Karlsruhe H.-M.	22,1			+ 6,9993

(37) Graben H.-M. bis Karlsruhe H.-M.: 22,1 km, + 6,9993 m.

Heidelberg-Schwetzingen.

September 1875, Beobachter Höpfinger, Latte 2.

P u n k t	Distanz	I
	km	m
Heidelberg H.-M.	4,7	— 3,6327
Eppelheim H.-M.	2,3	— 3,0855
Plankstadt H.-M.	2,0	— 3,2943
Schwetzingen H.-M.		
	9,0	— 10,0125

(38) Heidelberg H.-M. bis Schwetzingen H.-M.: 9,0 km, — 10,0125 m.

Linie Heidelberg-Meckesheim.

September 1874, Beobachter Kayser, Latte 1.

P u n k t	Distanz	I
	km	m
Heidelberg H.-M.		
Karlsthor H.-M.	2,2	+ 1,1673
Schlierbach H.-M.	3,3	+ 3,0392
Neckargemünd H.-M.	4,5	+ 9,1893
Bammenthal H.-M.	4,3	+ 2,8595
Mauer H.-M.	3,3	+ 6,9965
Meckesheim H.-M.	2,2	+ 5,6625
	19,8	+ 28,9143

(39) Heidelberg H.-M. bis Meckesheim H.-M.: 19,8 km, + 28,9143 m.

Linie Meckesheim-Jaxtfeld.

October 1874, Beobachter Kayser, Latte 1.

P u n k t	Di- stanz	I	P u n k t	Di- stanz	I
	km	m		km	m
Meckesheim H.-M.			Babstadt H.-M.		
Zuzenhausen H.-M.	2,8	+ 9,6270	Rappenau H.-M.	3,1	— 18,8315
Hoffenheim H.-M.	3,3	+ 1,4330	Wimpfen H.-M.	5,9	— 62,8362
Sinsheim H.-M.	3,9	+ 6,4432	Jaxtfeld bad. H.-M.	2,3	— 14,2983
Steinsfurth H.-M.	2,9	+ 10,5576	„ württ. Glaspunkt I	0,25	— 1,2523
Grombach H.-M.	7,1	+ 75,2882	„ „ „ II	0,01	+ 0,0106
Babstadt H.-M.	4,8	+ 6,8125			
				36,4	+ 12,9548

(40) Meckesheim H.-M. bis Jaxtfeld württb. Glaspunkt II: 36,4 km, + 12,9548 m.

Linie Meckesheim-Osterburken.

Niv. I September 1874, Beobachter Höpfinger, Latte 2.

Der Theil von Meckesheim bis Asbach wurde wegen eines Instrumentenfehlers verworfen
und im folgenden Jahre als Niv. II neu gemacht.

Niv. II April 1875, Beobachter Kayser, Latte 1.

P u n k t	Distanz	I	II	I—II
		(1874)	(1875)	
	km	m	m	mm
Meckesheim H.-M.	7,0	(+ 17,0801)	+ 17,0825	-- 2,4
Neidenstein H.-M.	3,4	(+ 7,9774)	+ 7,9993	-- 21,9
Waibstadt H.-M.	4,7	(+ 11,8728)	+ 11,8597	+ 13,1
Helmstadt H.-M.	4,0	(+ 28,6960)	+ 28,6860	+ 10,0
Aglasterhausen H.-M.	3,6	(+ 33,6802)	+ 33,7235	-- 43,3
Asbach H.-M.	7,8	-- 83,6660		
Neckarelz H.-M.	2,9	-- 5,3657		
Mosbach H.-M.	3,6	+ 23,9087		
Neckarburken H.-M.	2,1	+ 22,0173		
Dallau H.-M.	3,5	+ 38,9545		
Auerbach H.-M.	5,0	+ 58,5042		
Schefflenz H.-M.	2,1	+ 9,5998		
Eicholzheim H.-M.	4,5	-- 34,4750		
Seckach H.-M.	4,4	-- 30,7053		
Adelsheim H.-M.	2,9	+ 9,0593		
Osterburken H.-M.	61,5	+ 107,1828		

(41) Meckesheim H.-M. bis Osterburken H.-M.: 61,5 km, + 107,1828 m.

Linie Radolfzell-Krauchenwies-Mengen und Sigmaringen.

Niv. Juli 1875, Beobachter Kayser, Latte 1.

P u n k t	Di- stanz	Niv.	P u n k t	Di- stanz	Niv.
		(1875)			(1875)
	km	m		km	m
Radolfzell H.-M.	6,8	+ 38,7251	Schwackenreuthe H.-M.	5,4	-- 8,2735
Stahringen H.-M.	4,5	-- 7,6321	Sauldorf H.-M.	4,6	-- 8,2248
Wahlwies H.-M.	2,6	+ 20,1933	Messkirch H.-M.	3,9	-- 8,3160
Nenzingen H.-M.	3,4	+ 25,7495	Memmingen H.-M.	2,8	-- 6,6634
Stockach H.-M.	3,6	+ 51,1020	Göggingen H.-M.	3,3	-- 5,5363
Zizenhausen H.-M.	3,9	+ 59,6675	Krauchenwies H.-M.		
*Stühlingen H.-M.	2,9	+ 34,8845			
Schwackenreuthe H.-M.				47,7	+ 185,6758

(42) Radolfzell H.-M. bis Krauchenwies H.-M.: 47,7 km, + 185,6758 m.

* lies Mühligen.

P u n k t	Distanz	Niv. (1875)	P u n k t	Distanz	Niv. (1875)
	km	m		km	m
Krauchenwies H.-M.	4,1	— 9,6690	Krauchenwies H.-M.	4,1	+ 23,9082
Zielfingen H.-M.	5,0	— 13,8510	Josephslust H.-M.	5,3	— 35,0124
Mengen H.-M.	9,1	— 23,5200	Sigmaringen H.-M.	9,4	— 11,1042
(43) Krauchenwies H.-M. bis Mengen H.-M.:	9,1 km, — 23,5200 m.		(44) Krauchenwies H.-M. bis Sigmaringen H.-M.:	9,4 km, — 11,1042 m.	

Strassenlinie Freiburg-Donaueschingen.

Badisches Nivellement August 1882, Beobachter Doll und Bayer, 1- bis 2tägige Lattenvergleichung. Die beiden Niv. I und II sind mit verschiedenen Instrumenten von verschiedenen Beobachtern, aber zwischen denselben Lattenstellungen gemacht (vgl. S. 7).

P u n k t	Distanz <i>s</i>	Niv. I (1882) D.	Niv. II (1882) B.	I- II = <i>d</i>	$\frac{d^2}{s}$	Mittel $\frac{I+II}{2}$
	km	m	m	mm		m
Freiburg H.-M.	4,7	+ 48,3098	+ 48,3068	+ 3,0	1,9	+ 48,3083
Ebnet H.-M.	3,4	+ 47,4691	+ 47,4711	— 2,0	1,2	+ 47,4701
Zarten H.-M.	3,5	+ 78,8549	+ 78,8624	— 7,5	16,1	+ 78,8586
Rainhof H.-M.	4,1	+ 83,2216	+ 83,2246	— 3,0	2,2	+ 83,2231
Hirschsprung H.-M.	5,3	+ 186,7369	+ 186,7334	+ 3,5	2,3	+ 186,7351
Gasthaus Sternen H.-M.	2,0	+ 87,6657	+ 87,6692	— 3,5	6,1	+ 87,6674
Ravennafels H.-M.	2,4	+ 95,4424	+ 95,4419	+ 0,5	0,1	+ 95,4422
Gasthaus Rössle H.-M.	3,2	— 23,9911	— 23,9921	+ 1,0	0,3	— 23,9916
„ Bären H.-M.	4,6	— 41,3103	— 41,3068	— 3,5	2,7	— 41,3086
Spiegelhalden H.-M.	2,8	— 13,3074	— 13,3074	0,0	0,0	— 13,3074
Neustadt H.-M.	7,6	+ 0,5950	+ 0,5995	— 4,5	2,7	+ 0,5972
Röthenbach H.-M.	4,0	— 21,2514	— 21,2559	+ 4,5	5,1	— 21,2536
Löffingen H.-M.	5,8	— 115,3542	— 115,3572	+ 3,0	1,5	— 115,3557
Posthäusle H.-M.	1,7	+ 81,1512	+ 81,1522	— 1,0	0,6	+ 81,1517
Döggingen H.-M.	5,8	— 80,7240	— 80,7165	— 7,5	9,7	— 80,7202
Hüfingen H.-M.	3,0	— 5,6656	— 5,6641	— 1,5	0,8	— 5,6648
Donaueschingen neue H.-M.	0,5	+ 1,1035	+ 1,1045	— 1,0	2,0	+ 1,1040
Donaueschingen alte H.-M.	64,4	+ 408,9461	+ 408,9656	— 19,5	55,3	+ 408,9558

(45) Freiburg H.-M. bis Donaueschingen alte H.-M.: 64,4 km, + 408,9558 m.

$$\text{Mittlere Differenz} = \sqrt{\frac{55,3}{17}} = 1,8 \text{ mm pro 1 km;}$$

da jedoch die Lattenstellungen beider Nivellements nicht unabhängig sind, kann diese kleine mittlere Differenz nicht als wahres Genauigkeitsmaass dienen.

Württembergische Linien.

Die zum Schluss der östlichen badischen Schleifen erforderlichen württembergischen Nivellementslinien, von denen eine, Pforzheim-Mühlacker, schon oben No. (33) S. 38 angegeben ist, sind theils der officiellen württembergischen Mittheilung im Generalbericht der Europäischen Gradmessung für 1879, S. 118—126, theils einer directen amtlichen Mittheilung von Herrn Professor Dr. v. Schoder an die Grossh. Badische Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues vom 21. Mai 1882, nebst einigen Ergänzungsmittheilungen entnommen. Wir bilden aus diesem Material die folgende für unseren Zweck nöthige Zusammenstellung, indem auf Grund der oben S. 11 erörterten directen und indirecten Lattenvergleichungen der mittlere württembergische Lattenwerth = 1 m + 0,4 mm angenommen wird.

Bretten Glaspunkt (115) bis Mühlacker württ. H.-M.: 71,8184 m ohne Latten-Corr.
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m: + 0,0287
(46) Bretten Glasp. (115) bis Mühlacker württ. H.-M.: 17,1 km, + 71,847 m mit „ „

Jaxtfeld Glaspunkt II bis Osterburken H.-M. . . . + 94,1497 m ohne Latten-Corr.
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m + 0,0377
(47) Jaxtfeld Glaspunkt II bis Osterburken H.-M.: 38,0 km, + 94,1874 m mit „ „

Jaxtfeld Glaspunkt II bis Bietigheim H.-M. . . . + 66,7068 m ohne Latten-Corr.
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m + 0,0267
(48) Jaxtfeld Glaspunkt II bis Bietigheim H.-M.: 40,4 km, + 66,7335 m mit „ „

Zur Controlle: Generalbericht der Europäischen Gradmessung für 1879 S. 120:

Osterburken bis Heilbronn — 90,2107 m ohne Latten-Corr.
Heilbronn bis Bietigheim + 62,7678

Differenz Osterburken-Bietigheim — 27,4429

was mit vorstehendem . . . 94,1497 — 66,7068 = 27,4429 stimmt.

Generalbericht 1879, S. 120 gibt:

Bietigheim H.-M. bis Mühlacker württ. H.-M. 23 km + 20,1743 m ohne Latten-Corr.
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m + 0,0080

(49) Bietigheim H.-M. bis Mühlacker H.-M.: 23 km, . . + 20,1823 m.

Pforzheim H.-M. bis Horb H.-M. 69 km 110,8840 m ohne Latten-Corr.
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m + 0,0443

(50) Pforzheim H.-M. bis Horb H.-M.: 69 km, + 110,9283 m mit „ „

Zur Controlle für (33) und (50) hat der Generalbericht 1879, S. 121:

Mühlacker-Horb, 82 km, — 150,7140 m, ohne Latten-Corr. womit (33) = 39,8285 und (50) = 110,8840, also $110,8840 + 39,8285 = 150,7125$, eine Differenz von 1,5 mm gegen 150,7140 gibt, welche aus der Combination von III und IV in (33) S. 38 herrühren mag und sachlich ohne Belang ist.

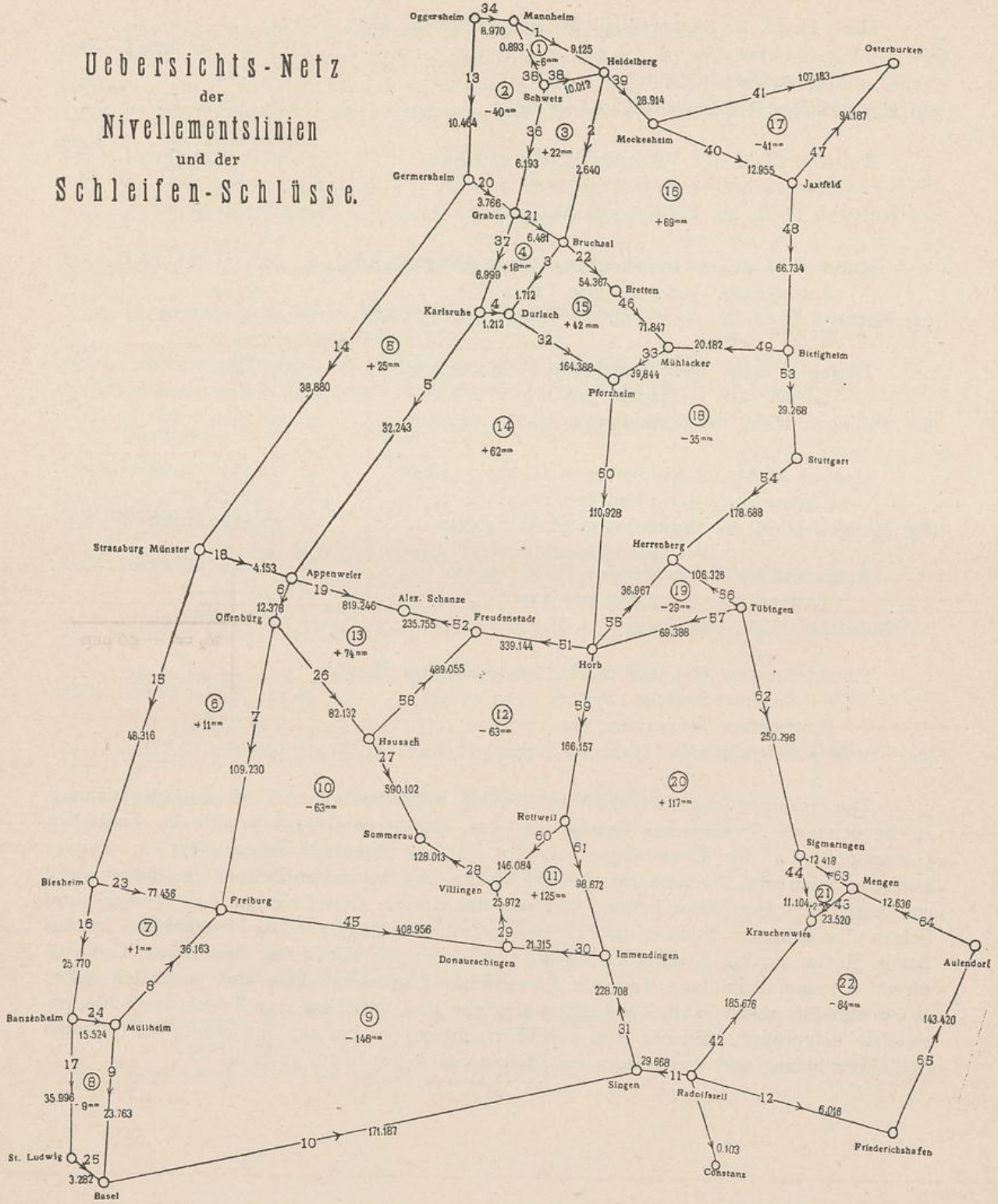
Ferner:

- | | | |
|------|------------------------------------------------------------|----------------------------|
| | Horb H.-M. bis Freudenstadt H.-M. in der Stadt: 26 km, | + 339,0310 m ohne L.-Corr. |
| | Mittlere Latten-Corr. im Felde bestimmt + 0,333 mm | |
| | pro 1 m | + 0,1130 |
| (51) | Horb H.-M. bis Freudenstadt H.-M. in der Stadt: 26 km, | + 339,144 m mit „ „ |
| | Freudenstadt H.-M. in der Stadt bis Alexanderschanze | |
| | Nivellementsrenz-Bolzen (6649): 12 km, | 235,6765 m ohne L.-Corr. |
| | Mittlere Latten-Corr. im Felde bestimmt 0,333 mm pro 1 m: | 0,0785 |
| (52) | Freudenstadt H.-M. i. d. Stadt bis Alexanderschanze: 12 km | + 235,7550 m mit „ „ |
| | Bietigheim H.-M. bis Stuttgart H.-M. (Generalbericht | |
| | 1879, S. 121): 23 km | + 29,2565 m ohne L.-Corr. |
| | Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m | + 0,0118 |
| (53) | Bietigheim H.-M. bis Stuttgart H.-M.: 23,4 km, | + 29,2683 m mit „ „ |
| | Stuttgart H.-M. bis Herrenberg H.-M. Generalbericht | |
| | 1879, S. 121: 34 km | 178,6162 m ohne L.-Corr. |
| | Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m | + 0,0714 |
| (54) | Stuttgart H.-M. bis Herrenberg H.-M.: 34 km, | + 178,6876 m mit „ „ |
| | Herrenberg H.-M. bis Horb H.-M. Generalbericht 1879, | |
| | S. 121: 25 km | — 36,9518 m ohne L.-Corr. |
| | Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m | — 0,0148 |
| (55) | Herrenberg H.-M. bis Horb H.-M.: 25 km, | — 36,9666 m mit „ „ |
| | Tübingen H.-M. bis Herrenberg H.-M. Generalbericht | |
| | 1879, S. 121: 20 km | + 106,2837 m ohne L.-Corr. |
| | Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m | + 0,0425 |
| (56) | Tübingen H.-M. bis Herrenberg H.-M.: 20 km, | + 106,3262 m mit „ „ |
| | Tübingen H.-M. bis Horb H.-M. 31,5 km | 69,3600 m ohne L.-Corr. |
| | Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m | + 0,0277 |
| (57) | Tübingen H.-M. bis Horb H.-M. 31,5 km, | 69,3877 m mit „ „ |
| | Freudenstadt H.-M. i. d. Stadt bis Hausach H.-M.: 40 km | — 488,8595 m ohne L.-Corr. |
| | Latten-Corr. 0,4 mm pro 1 m | 0,1956 |
| (58) | Freudenstadt H.-M. bis Hausach H.-M.: 46 km, | — 489,0551 m mit „ „ |

Horb H.-M. bis Rottweil H.-M. Generalbericht 1879, S. 122:	
43 km	+ 166,0902 m ohne L.-Corr.
Latten-Corr. 0,4 mm pro 1 m	0,0664
(59) Horb H.-M. bis Rottweil H.-M.: 43 km	+ 166,1566 m mit „ „
Rottweil H.-M. bis Villingen H.-M.: 26,8 km + 146,0257 m ohne L.-Corr.	
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m	0,0584
(60) Rottweil H.-M. bis Villingen H.-M.: 27 km	+ 146,0841 m mit „ „
Rottweil H.-M. bis Immendingen Glaspunkt: 37,9 km + 98,6325 m ohne L.-Corr.	
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m	0,0394
(61) Rottweil H.-M. bis Immendingen Glaspunkt: 37,9 km	+ 98,6719 m mit „ „
Tübingen H.-M. bis Sigmaringen H.-M.: 87,5 km + 250,1960 m ohne L.-Corr.	
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m	0,1000
(62) Tübingen H.-M. bis Sigmaringen H.-M.: 87,5 km	+ 250,2960 m mit „ „
Mengen H.-M. bis Sigmaringen H.-M.: 10,3 km 12,4130 m ohne L.-Corr.	
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m	+ 0,0050
(63) Mengen H.-M. bis Sigmaringen H.-M.: 10 km	12,4180 m mit „ „
Aulendorf H.-M. bis Mengen H.-M.: 34 km + 12,6305 m ohne L.-Corr.	
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m	0,0051
(64) Aulendorf H.-M. bis Mengen H.-M.: 34 km	+ 12,6356 m mit „ „
Friedrichshafen Bahnhof H.-M. bis Aulendorf H.-M.	
(Generalbericht 1879, S. 122): 41 km	+ 143,3628 m ohne L.-Corr.
Latten-Corr. + 0,4 mm pro 1 m	0,0573
(65) Friedrichshafen Bahnhof H.-M. bis Aulendorf H.-M.: 41 km	+ 143,4201 m mit „ „

Die Gesamtlänge der im Vorstehenden mitgetheilten und zur Netzausgleichung zu benützenden Nivellements beträgt 2055 km, davon sind von der Grossh. badischen Generaldirection der Eisenbahnen nivellirt 929 km Eisenbahn-Linien (171 km weitere badische Eisenbahn-Nivellements sind für unsere Zwecke ausser Betracht geblieben, weil sie keine Schleifenschlüsse geben), und von der Grossh. Oberdirection des Wasser- und Strassenbaues 64 km Strassenlinie (Freiburg-Donaueschingen). Das Geodätische Institut hat in Baden 472 km Nivellement, welche grösstentheils mit Linien der Grossh. Generaldirection zusammenfallen. Von der Preussischen Landesaufnahme sind in Baden selbst 99 km nivellirt und 269 km der Landesaufnahme sind im Elsass zum Zweck der Schleifenschlüsse beigezogen. Ebenso sind von Württemberg 699 km zur Gewinnung der östlichen Schleifenschlüsse, und von Hessen ein kleines Stück von 9 km entlehnt.

Uebersichts-Netz
der
Nivellementslinien
und der
Schleifen-Schlüsse.



Die Erklärung der Bezeichnungen s. auf S. 47 oben.

Ausgleichung des Netzes.

Diese 65 Linien schliessen sich zu 22 Schleifen zusammen, wie aus der gegenüberstehenden Skizze (S. 46) des Nivellementsnetzes zu ersehen ist.

Erklärung der Bezeichnungen auf Seite 46: Die Pfeile bedeuten die Richtung des Steigens und des positiven Vorzeichens. — An der Hinterseite des Pfeiles steht die Nummer der Linie. — An der Vorderseite (Spitze) des Pfeiles steht der nivellierte Höhenunterschied in Metern. — (1) (2) (3) . . . (22) sind die Nummern der Schleifen. Unter den Schleifen-Nummern sind die Schleifen-Widersprüche w , von Seite 47—51, in Millimetern eingeschrieben, mit einem Vorzeichen + oder —, welches dem Durchlaufen der Schleife im Sinne von rechts nach links entspricht.

Zur Vorbereitung der Bedingungsgleichungen folgen die 22 Schleifenzusammenstellungen:

	km	m	m	
Mannheim-Schwetzingen (35)	14		— 0,893	
Schwetzingen-Heidelberg (38)	9	+ 10,012		
Heidelberg-Mannheim (1)	20		— 9,125	
Schleife No. 1	43	+ 10,012	— 10,018	$w_1 = - 6 \text{ mm}$
Oggersheim-Germersheim (13)	40	+ 10,464		
Germersheim-Graben (20)	13	+ 3,766		
Graben-Schwetzingen (36)	26		— 6,193	
Schwetzingen-Mannheim (35)	14	+ 0,893		
Mannheim-Oggersheim (34)	9		— 8,970	
Schleife No. 2	102	+ 15,123	— 15,163	$w_2 = - 40 \text{ mm}$
Schwetzingen-Graben (36)	26	+ 6,193		
Graben-Bruchsal (21)	12	+ 6,481		
Bruchsal-Heidelberg (2)	32		— 2,640	
Heidelberg-Schwetzingen (38)	9		— 10,012	
Schleife No. 3	79	+ 12,674	— 12,652	$w_3 = + 22 \text{ mm}$
Graben-Karlsruhe (37)	22	+ 6,999		
Karlsruhe-Durlach (4)	5	+ 1,212		
Durlach-Bruchsal (3)	17		— 1,712	
Bruchsal-Graben (21)	12		— 6,481	
Schleife No. 4	56	+ 8,211	— 8,193	$w_4 = + 18 \text{ mm}$
Germersheim-Strassburg (14)	95	+ 38,880		
Strassburg-Appenweier (18)	19	+ 4,153		
Appenweier-Karlsruhe (5)	64		— 32,243	
Karlsruhe-Graben (37)	22		— 6,999	
Graben-Germersheim (20)	13		— 3,766	
Schleife No. 5	213	+ 43,033	— 43,008	$w_5 = + 25 \text{ mm}$

	km	m	m	
Strassburg-Biesheim (15)	67	+ 48,316		
Biesheim-Freiburg (23)	28	+ 77,456		
Freiburg-Offenburg (7)	63		- 109,230	
Offenburg-Appenweier (6)	8		- 12,378	
Appenweier-Strassburg (18)	19		- 4,153	
Schleife No. 6 .	185	+ 125,772	+ 125,761	$w_6 = + 11 \text{ mm}$
Biesheim-Banzenheim (16)	24	+ 25,770		
Banzenheim-Müllheim (24)	9	+ 15,524		
Müllheim-Freiburg (8)	29	+ 36,163		
Freiburg-Biesheim (23)	28		- 77,456	
Schleife No. 7 .	90	+ 77,457	- 77,456	$w_7 = + 1 \text{ mm}$
Banzenheim-St. Ludwig (17)	30	+ 35,996		
St. Ludwig-Basel (25)	7	+ 3,282		
Basel-Müllheim (9)	32		- 23,763	
Müllheim-Banzenheim (24)	9		- 15,524	
Schleife No. 8 .	78	+ 39,278	- 39,287	$w_8 = - 9 \text{ mm}$
Freiburg-Müllheim (8)	29		- 36,163	
Müllheim-Basel (9)	32	+ 23,763		
Basel-Singen (10)	114	+ 171,187		
Singen-Immendingen (31)	30	+ 228,708		
Immendingen-Donaueschingen (30)	20	+ 21,315		
Donaueschingen-Freiburg (45)	64		- 408,956	
Schleife No. 9 .	289	+ 444,973	- 445,119	$w_9 = - 146 \text{ mm}$
Offenburg-Freiburg (7)	63	+ 109,230		
Freiburg-Donaueschingen (45)	64	+ 408,956		
Donaueschingen-Villingen (29)	13	+ 25,972		
Villingen-Sommerau (28)	18	+ 128,013		
Sommerau-Hausach (27)	36		- 590,102	
Hausach-Offenburg (26)	33		- 82,132	
Schleife No. 10 .	227	+ 672,171	- 672,234	$w_{10} = - 63 \text{ mm}$
Villingen-Donaueschingen (29)	13		- 25,972	
Donaueschingen-Immendingen (30)	20		- 21,315	
Immendingen-Rottweil (61)	38		- 98,672	
Rottweil-Villingen (60)	27	+ 146,084		
Schleife No. 11 .	98	+ 146,084	- 145,959	$w_{11} = + 125 \text{ mm}$

	km	m	m	
Hausach-Sommerau (27)	36	+ 590,102		
Sommerau-Villingen (28)	18		- 128,013	
Villingen-Rottweil (60)	27		- 146,084	
Rottweil-Horb (59)	43		- 166,157	
Horb-Freudenstadt (51)	26	+ 339,144		
Freudenstadt-Hausach (58)	46		- 489,055	
Schleife No. 12	196	+ 929,246	- 929,309	$w_{12} = - 63 \text{ mm}$
Appenweier-Offenburg (6)	8	+ 12,378		
Offenburg-Hausach (26)	33	+ 82,132		
Hausach-Freudenstadt (58)	46	+ 489,055		
Freudenstadt-Alexanderschanze (52)	12	+ 235,755		
Alexanderschanze-Appenweier (19)	39		- 819,246	
Schleife No. 13	138	+ 819,320	- 819,246	$w_{13} = + 74 \text{ mm}$
Karlsruhe-Appenweier (5)	64	+ 32,243		
Appenweier-Alexanderschanze (19)	39	+ 819,246		
Alexanderschanze-Freudenstadt (52)	12		- 235,755	
Freudenstadt-Horb (51)	26		- 339,144	
Horb-Pforzheim (50)	69		- 110,928	
Pforzheim-Durlach (32)	26		- 164,388	
Durlach-Karlsruhe (4)	5		- 1,212	
Schleife No. 14	241	+ 851,489	- 851,427	$w_{14} = + 62 \text{ mm}$
Bruchsal-Durlach (3)	17	+ 1,712		
Durlach-Pforzheim (32)	26	+ 164,388		
Pforzheim-Mühlacker (33)	13		- 39,844	
Mühlacker-Bretten (46)	17		- 71,847	
Bretten-Bruchsal (22)	16		- 54,367	
Schleife No. 15	89	+ 166,100	- 166,058	$w_{15} = + 42 \text{ mm}$
Heidelberg-Bruchsal (2)	32	+ 2,640		
Bruchsal-Bretten (22)	16	+ 54,367		
Bretten-Mühlacker (46)	17	+ 71,847		
Mühlacker-Bietigheim (49)	23		- 20,182	
Bietigheim-Jaxtfeld (48)	40		- 66,734	
Jaxtfeld-Meckesheim (40)	36		- 12,955	
Meckesheim-Heidelberg (39)	20		- 28,914	
Schleife No. 16	184	+ 128,854	- 128,785	$w_{16} = + 69 \text{ mm}$

	km	m	m	
Meckesheim-Jaxtfeld (40)	36	+ 12,955		
Jaxtfeld-Osterburken (47)	38	+ 94,187		
Osterburken-Meckesheim (41)	62		- 107,183	
Schleife No. 17	136	+ 107,142	- 107,183	$w_{17} = - 41 \text{ mm}$
Pforzheim-Horb (50)	69	+ 110,928		
Horb-Herrenberg (55)	25	+ 36,967		
Herrenberg-Stuttgart (54)	34		- 178,688	
Stuttgart-Bietigheim (53)	23		- 29,268	
Bietigheim-Mühlacker (49)	23	+ 20,182		
Mühlacker-Pforzheim (33)	13	+ 39,844		
Schleife No. 18	187	+ 207,921	- 207,956	$w_{18} = - 35 \text{ mm}$
Herrenberg-Horb (55)	25		- 36,967	
Horb-Tübingen (57)	32		- 69,388	
Tübingen-Herrenberg (56)	20	+ 106,326		
Schleife No. 19	77	+ 106,326	- 106,355	$w_{19} = - 29 \text{ mm}$
Horb-Rottweil (59)	43	+ 166,157		
Rottweil-Immendingen (61)	38	+ 98,672		
Immendingen-Singen (31)	30		- 228,708	
Singen-Radolfzell (11)	10		- 29,668	
Radolfzell-Krauchenwies (42)	48	+ 185,676		
Krauchenwies-Sigmaringen (44)	9		- 11,104	
Sigmaringen-Tübingen (62)	88		- 250,296	
Tübingen-Horb (57)	32	+ 69,388		
Schleife No. 20	298	+ 519,893	- 519,776	$w_{20} = + 117 \text{ mm}$
Sigmaringen-Krauchenwies (44)	9	+ 11,104		
Krauchenwies-Mengen (43)	9		- 23,520	
Mengen-Sigmaringen (63)	10	+ 12,418		
Schleife No. 21	28	+ 23,522	- 23,520	$w_{21} = + 2 \text{ mm}$
Krauchenwies-Radolfzell (42)	48		- 185,676	
Radolfzell-Friedrichshafen (12)	59	+ 6,016		
Friedrichshafen-Aulendorf (65)	41	+ 143,420		
Aulendorf-Mengen (64)	34	+ 12,636		
Mengen-Krauchenwies (43)	9	+ 23,520		
Schleife No. 22	191	+ 185,592	- 185,676	$w_{22} = - 84 \text{ mm}$

Zur Summenprobe wird auch noch der Gesamtumfang als Schleife zusammengestellt:

	km	m	m	
Oggersheim-Germersheim (13)	40	+ 10,464		
Germersheim-Strassburg (14)	95	+ 38,880		
Strassburg-Biesheim (15)	67	+ 48,316		
Biesheim-Banzenheim (16)	24	+ 25,770		
Banzenheim-St. Ludwig (17)	30	+ 35,996		
St. Ludwig-Basel (25)	7	+ 3,282		
Basel-Singen (10)	114	+ 171,187		
Singen-Radolfzell (11)	10		— 29,668	
Radolfzell-Friedrichshafen (12)	59	+ 6,016		
Friedrichshafen-Aulendorf (65)	41	+ 143,420		
Aulendorf-Mengen (64)	34	+ 12,636		
Mengen-Sigmaringen (63)	10	+ 12,418		
Sigmaringen-Tübingen (62)	88		— 250,296	
Tübingen-Herrenberg (56)	20	+ 106,326		
Herrenberg-Stuttgart (54)	34		— 178,688	
Stuttgart-Bietigheim (53)	23		— 29,268	
Bietigheim-Jaxtfeld (48)	40		— 66,734	
Jaxtfeld-Osterburken (47)	38	+ 94,187		
Osterburken-Meckesheim (41)	62		— 107,183	
Meckesheim-Heidelberg (39)	20		— 28,914	
Heidelberg-Mannheim (1)	20		— 9,125	
Mannheim-Oggersheim (34)	9		— 8,970	
	885	+ 708,898	— 708,846	$w = + 52 \text{ mm}$

Die algebraische Summe aller 22 Widersprüche $w_1 + w_2 + \dots + w_{22}$ ist nach der folgenden Tabelle ebenfalls $= + 52 \text{ mm}$, was als Summen-Controlle dient.

Alle 22 Schleifen zusammen geben folgende Tabelle:

No.	Nivellirte Höhen		Widerspruch <i>w</i>	Umfang <i>S</i>	$\frac{w^2}{S}$	$\frac{w}{\sqrt{S}}$
	+	—				
	m	m	mm	km		mm
1	10,012	10,018	— 6	43	0,8	0,9
2	15,123	15,163	— 40	102	15,7	4,0
3	12,674	12,652	+ 22	79	6,1	2,5
4	8,211	8,193	+ 18	56	5,8	2,4
5	43,033	43,008	+ 25	213	2,9	1,7
6	125,772	125,761	+ 11	185	0,7	0,8
7	77,457	77,456	+ 1	90	0,0	0,1
8	39,278	39,287	— 9	78	1,0	1,0
9	444,973	445,119	— 146	289	73,8	8,6
10	672,171	672,234	— 63	227	17,5	4,2
11	146,084	145,959	+ 125	98	159,4	12,6
12	929,246	929,309	— 63	196	20,2	4,5
13	819,320	819,246	+ 74	138	39,7	6,3
14	851,489	851,427	+ 62	241	16,0	4,0
15	166,100	166,058	+ 42	89	19,8	4,5
16	128,854	128,785	+ 69	184	25,9	5,1
17	107,142	107,183	— 41	136	12,4	3,5
18	207,921	207,956	— 35	187	6,6	2,6
19	106,326	106,355	— 29	77	10,9	3,3
20	519,893	519,776	+ 117	298	45,9	6,8
21	23,522	23,520	+ 2	28	0,1	0,4
22	185,592	185,676	— 84	191	36,9	6,1
	+ 5640,193	— 5640,141	+ 52	3225	518,1	

Wenn man alle Linien als gleich genau behandelt und die Annahme macht, dass die Widersprüche nur von reinen Nivellementsfehlern herrühren (proportional mit der Quadratwurzel der Länge wachsen), so erhält man, ohne Rücksicht auf den Netzzusammenhang, den mittleren Fehler pro 1 km

$$= \sqrt{\frac{518,1}{22}} = \pm 4,85 \text{ mm.}$$

Mit dem Material von S. 47—52 könnte man nun die Bedingungsgleichungen aufstellen, jedoch vor Beginn der hierauf zu gründenden Ausgleichung sind die Gewichte der einzelnen nivellirten Höhenunterschiede nach Maassgabe der Nivellementsfehler und der Lattenunsicherheiten a priori festzusetzen.

Den ersten Anhalt hiezu gibt der aus den 22 als unabhängig behandelten Schleifen folgende Werth von 4,85 mm pro 1 km (s. o.). Dieses ist die obere Grenze des reinen

Nivellementsfehlers, weil in den Schleifenwidersprüchen ausser den Nivellementsfehlern die Lattenunsicherheiten eine wichtige Rolle spielen.*)

Für die verschiedenen Arten von Nivellements, welche in unserem Netz zusammenkommen, haben wir die Genauigkeitselemente bereits bei den Resultaten selbst vorgeführt (vgl. S. 17 u. ff.), es kommt also nur noch darauf an, dieselben in runden Mittelzahlen zusammenzufassen, wobei der Umstand zu berücksichtigen ist, dass die Fehlerberechnungen aus den Linien im Allgemeinen zu klein ausfallen im Vergleich mit den Fehlerberechnungen aus dem Netz. Wir nehmen hiernach in runden Zahlen den mittleren Nivellementsfehler μ pro 1 km und die mittlere Lattenunsicherheit λ pro 1 m wie folgt:

- | | | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| 1. Nivellement der Preussischen Landesaufnahme mit täglicher Lattenvergleichung | $\mu = 2,0$ mm | $\lambda = 0,02$ mm |
| 2. Nivellement des Geodätischen Instituts, combinirt mit dem badischen Nivellement Mannheim-Konstanz | $\mu = 2,0$ | $\lambda = 0,06$ |
| 3. badisches einfaches Nivellement ohne specielle Lattenvergleichung | $\mu = 3,5$ | $\lambda = 0,20$ |
| 4. badisches Doppelnivellement ohne specielle Lattenvergleichung | $\mu = 2,5$ | $\lambda = 0,15$ |
| 5. württembergisches Nivellement theils einfach, theils doppelt (Gen. Ber. d. Europ. Gradm., 1879, S. 124) | $\mu = 3,0$ | $\lambda = 0,17$ |

Von diesen Mittelzahlen wurde dann, nach Umständen, in einzelnen Fällen abgewichen, z. B. λ im Falle specieller Lattenvergleichungen nach Schätzung reducirt.

Nun hat man für eine Linie von der Länge s den mittleren Nivellementsfehler $\mu\sqrt{s}$ und den mittleren Lattenfehler λh , also den mittleren Gesamtfehler

$$m = \sqrt{(\mu\sqrt{s})^2 + (\lambda h)^2}$$

und die Gewichtsreciproke

$$\frac{1}{p} = \frac{m^2}{100} = \left(\frac{m}{10}\right)^2$$

wo der Factor 100 zugesetzt ist, um bei der Elimination bequeme Zahlen zu haben, indem m in Millimetern vorausgesetzt wird. Dem Gewicht $p = 1$ entspricht also der mittlere Fehler $m = 10$ mm = 1 cm. Hiernach sind die mittleren Fehler m (a priori) und die Gewichtsreciproken $\frac{1}{p}$ der folgenden Tabelle berechnet.

*) Es ist hier auch der Einfluss der Abplattung der Erde zu erwähnen. Der hievon erzeugte Schlussfehler einer Schleife beträgt:

$$\frac{2F}{R} \beta \sin 2\varphi$$

wo F die von der Projection einer Nivellementsschleife auf die Meridianebene gebildete Fläche, R der Meridiankrümmungs-Halbmesser, φ die mittlere Breite und $\beta = 0,00265$ der Schwere-Coefficient ist. Für unsere zwei Schwarzwald-Schleifen, nämlich No. 9: Freiburg-Basel-Singen-Donaueschingen-Freiburg, und No. 10: Offenburg-Freiburg-Donaueschingen-Offenburg, betragen die fraglichen Projectionsflächen bezw. $F_9 = 14$ Qu. Kilom. und $F_{10} = 9$ Qu. Kilom., womit sich die sphäroidischen Schlussfehler bezw. = 12 mm und 7 mm berechnen. Die wirklichen Schlussfehler betragen bezw. 146 mm und 63 mm. Hiernach können, namentlich mit Rücksicht auf den technischen Zweck unserer Ausgleichung, die sphäroidischen Einflüsse, neben den Messungsfehlern, in der Ausgleichung vernachlässigt, und insofern empirisch vertheilt werden, als die hauptsächlich davon betroffenen Gebirgslinien ohnehin die weniger genauen sind.

No.	Linie	s	μ	h	λ	m	$\frac{1}{p}$
		km	mm	m	mm	mm	
1	Mannheim-Heidelberg (Bad. Eisenb. u. Geod. Inst.)	20	$\pm 2,0$	9,125	$\pm 0,06$	$\pm 8,9$	0,8
2	Heidelberg-Bruchsal	32	2,0	2,640	0,06	11,3	1,3
3	Bruchsal-Durlach	17	2,0	1,712	0,06	8,2	0,7
4	Durlach-Karlsruhe	5	2,0	1,212	0,06	4,4	0,2
5	Karlsruhe-Appenweier	64	2,0	32,243	0,06	16,1	2,6
6	Appenweier-Offenburg	8	2,0	12,378	0,06	5,7	0,3
7	Offenburg-Freiburg	63	2,0	109,230	0,06	17,2	3,0
8	Freiburg-Müllheim	29	2,0	36,163	0,06	11,0	1,2
9	Müllheim-Basel	32	2,0	23,763	0,06	11,6	1,4
10	Basel-Singen	114	2,0	171,187	0,06	23,5	5,1
11	Singen-Radolfzell	10	2,0	29,668	0,06	6,6	0,4
12	Radolfzell-Friedrichshafen (Geod. Inst.)	59	2,0	6,016	0,06	15,4	2,4
13	Oggersheim-Germersheim (Pr. Landes-	40	2,0	10,464	0,02	12,7	1,6
14	Germersheim-Strassburg (aufnahme)	95	2,0	38,880	0,02	19,5	3,8
15	Strassburg-Biesheim	67	2,0	48,316	0,02	16,4	2,7
16	Biesheim-Banzenheim	24	2,0	25,770	0,02	9,8	1,0
17	Banzenheim-St. Ludwig	30	2,0	35,996	0,02	11,0	1,2
18	Strassburg-Appenweier	19	2,0	4,153	0,02	8,7	0,8
19	Appenweier-Alexanderschanze	39	2,0	819,246	0,02	20,6	4,2
20	Germersheim-Graben	13	2,0	3,766	0,02	7,2	0,5
21	Graben-Bruchsal	12	2,0	6,481	0,02	6,9	0,5
22	Bruchsal-Bretten	16	2,0	54,367	0,02	7,8	0,6
23	Freiburg-Biesheim (Bad. Eisenb. u. Pr. Landesaufn.)	28	3,5	77,456	0,20	24,0	5,8
24	Müllheim-Banzenheim	9	3,5	15,524	0,20	11,0	1,2
25	Basel-St. Ludwig	7	2,0	3,282	0,06	5,3	0,3
26	Offenburg-Hausach (Bad. Eisenb.)	33	2,5	82,132	0,15	18,9	3,6
27	Hausach-Sommerau	36	2,5	590,102	0,03	23,2	5,4
28	Sommerau-Villingen	18	2,5	128,013	0,15	22,0	4,8
29	Villingen-Donaueschingen	13	2,5	25,972	0,15	9,8	1,0
30	Donaueschingen-Immendingen	20	2,0	21,315	0,10	9,2	0,8
31	Immendingen-Singen	30	3,0	228,708	0,03	17,8	3,2
32	Durlach-Pforzheim	26	2,5	164,388	0,10	20,8	4,3
33	Pforzheim-Mühlacker (Württemb.)	13	2,5	39,844	0,15	10,9	1,2

No.	Linie	s	μ	h	λ	m	$\frac{1}{p}$
		km	mm	m	mm	mm	
34	Oggersheim-Mannheim (Hessen)	9	$\pm 2,5$	8,970	$\pm 0,15$	$\pm 7,6$	0,6
35	Mannheim-Schwetzingen (Bad. Eisenb.)	14	3,5	0,893	0,20	13,1	1,7
36	Schwetzingen-Graben „	26	3,5	6,193	0,20	17,9	3,2
37	Graben-Karlsruhe „	22	3,5	6,999	0,20	16,5	2,7
38	Schwetzingen-Heidelberg „	9	3,5	10,012	0,20	10,7	1,1
39	Heidelberg-Meckesheim „	20	3,5	28,914	0,20	16,7	2,8
40	Meckesheim-Jaxtfeld „	36	3,5	12,955	0,20	21,2	4,5
41	Meckesheim-Osterburken „	62	3,5	107,183	0,20	34,9	12,2
42	Radolfszell-Krauchenwies „	48	3,5	185,676	0,20	44,4	19,7
43	Krauchenwies-Mengen „	9	3,5	23,520	0,20	11,5	1,3
44	Krauchenwies-Sigmaringen „	9	3,5	11,104	0,20	10,7	1,1
45	Freiburg-Donaueschingen (Bad. Landstr.)	64	3,0	408,956	0,03	27,0	7,3
46	Bretten-Mühlacker (Württemberg)	17	3,0	71,847	0,17	17,4	3,0
47	Osterburken-Jaxtfeld „	38	3,0	94,187	0,17	24,4	6,0
48	Jaxtfeld-Bietigheim „	40	3,0	66,734	0,17	22,1	4,9
49	Bietigheim-Mühlacker „	23	3,0	20,182	0,17	14,9	2,2
50	Pforzheim-Horb „	69	3,0	110,928	0,17	31,3	9,8
51	Horb-Freudenstadt „	26	3,0	339,144	0,03	18,3	3,4
52	Freudenstadt-Alexandersch. „	12	3,0	235,755	0,03	12,5	1,6
53	Bietigheim-Stuttgart „	23	3,0	29,268	0,17	15,2	2,3
54	Stuttgart-Herrenberg „	34	3,0	178,688	0,17	35,1	12,3
55	Herrenberg-Horb „	25	3,0	36,967	0,17	16,3	2,7
56	Tübingen-Herrenberg „	20	3,0	106,326	0,17	22,5	5,1
57	Tübingen-Horb „	32	3,0	69,388	0,17	20,6	4,2
58	Hausach-Freudenstadt „	46	3,0	489,055	0,17	85,6	73,3
59	Horb-Rottweil „	43	3,0	166,157	0,17	34,8	12,1
60	Rottweil-Villingen „	27	3,0	146,084	0,17	29,4	8,6
61	Rottweil-Immendingen „	38	3,0	98,672	0,17	25,0	6,2
62	Tübingen-Sigmaringen „	88	3,0	250,296	0,17	51,0	26,0
63	Sigmaringen-Mengen „	10	3,0	12,418	0,17	9,7	0,9
64	Aulendorf-Mengen „	34	3,0	12,636	0,17	17,6	3,1
65	Friedrichshafen-Aulendorf „	41	3,0	143,420	0,17	31,0	9,6
	Summe . . .	2055					

Die Summe aller Linienlängen, 2055 km, gibt mit der Summe aller Schleifenumfänge, 3225 km, nach S. 52 und mit dem Umfang des ganzen Netzes 885 km nach S. 51, die Probe: $\frac{3225 + 885}{2} = 2055$.

Mit dem Material von S. 47—50 bzw. nach dem Anblick des Netzes S. 46 bildet man folgende 22 unabhängige Bedingungsgleichungen, wobei unter v in Millimetern die zu bestimmenden Verbesserungen der absoluten Höhenwerthe verstanden werden. Die Absolutglieder -6 , -40 etc. sind hier ebenfalls in Millimetern gezählt. Die Schleifen werden dabei in dem Sinne von rechts nach links herum durchlaufen gedacht.

- 1) $-v_{35} + v_{38} - v_1 - 6 = 0.$
- 2) $+v_{13} + v_{20} - v_{36} + v_{35} - v_{34} - 40 = 0.$
- 3) $+v_{36} + v_{21} - v_2 - v_{38} + 22 = 0.$
- 4) $+v_{37} + v_4 - v_3 - v_{21} + 18 = 0.$
- 5) $+v_{14} + v_{18} - v_5 - v_{37} - v_{20} + 25 = 0.$
- 6) $+v_{15} + v_{23} - v_7 - v_6 - v_{18} + 11 = 0.$
- 7) $+v_{16} + v_{24} + v_8 - v_{23} + 1 = 0.$
- 8) $+v_{17} + v_{25} - v_9 - v_{24} - 9 = 0.$
- 9) $-v_8 + v_9 + v_{10} + v_{31} + v_{30} - v_{45} - 146 = 0.$
- 10) $+v_7 + v_{45} + v_{29} + v_{28} - v_{27} - v_{26} - 63 = 0.$
- 11) $-v_{29} - v_{30} - v_{61} + v_{60} + 125 = 0.$
- 12) $+v_{27} - v_{28} - v_{60} - v_{59} + v_{51} - v_{58} - 63 = 0.$
- 13) $+v_6 + v_{26} + v_{58} + v_{52} - v_{19} + 74 = 0.$
- 14) $+v_5 + v_{19} - v_{52} - v_{51} - v_{50} - v_{32} - v_4 + 62 = 0.$
- 15) $+v_3 + v_{32} - v_{33} - v_{46} - v_{22} + 42 = 0.$
- 16) $+v_2 + v_{22} + v_{46} - v_{49} - v_{48} - v_{40} - v_{39} + 69 = 0.$
- 17) $+v_{40} + v_{47} - v_{41} - 41 = 0.$
- 18) $+v_{50} + v_{55} - v_{54} - v_{53} + v_{49} + v_{33} - 35 = 0.$
- 19) $-v_{55} - v_{57} + v_{56} - 29 = 0.$
- 20) $+v_{59} + v_{61} - v_{31} - v_{11} + v_{42} - v_{44} - v_{62} + v_{57} + 117 = 0.$
- 21) $+v_{44} - v_{43} + v_{63} + 2 = 0.$
- 22) $-v_{42} + v_{12} + v_{65} + v_{64} + v_{43} - 84 = 0.$

Mit Zuziehung der auf S. 54—55 berechneten Gewichte kann man nun die Normalgleichungen aufstellen von der allgemeinen Form:

$$\begin{aligned} \left[\frac{aa}{p} \right] k_1 + \left[\frac{ab}{p} \right] k_2 + \left[\frac{ac}{p} \right] k_3 + \dots + w_1 &= 0 \\ \left[\frac{ab}{p} \right] k_1 + \left[\frac{bb}{p} \right] k_2 + \left[\frac{bc}{p} \right] k_3 + \dots + w_2 &= 0 \\ \left[\frac{ac}{p} \right] k_1 + \left[\frac{bc}{p} \right] k_2 + \left[\frac{cc}{p} \right] k_3 + \dots + w_3 &= 0 \\ \dots & \dots \end{aligned}$$

Die numerische Ausrechnung gibt die Normal-Gleichungen:

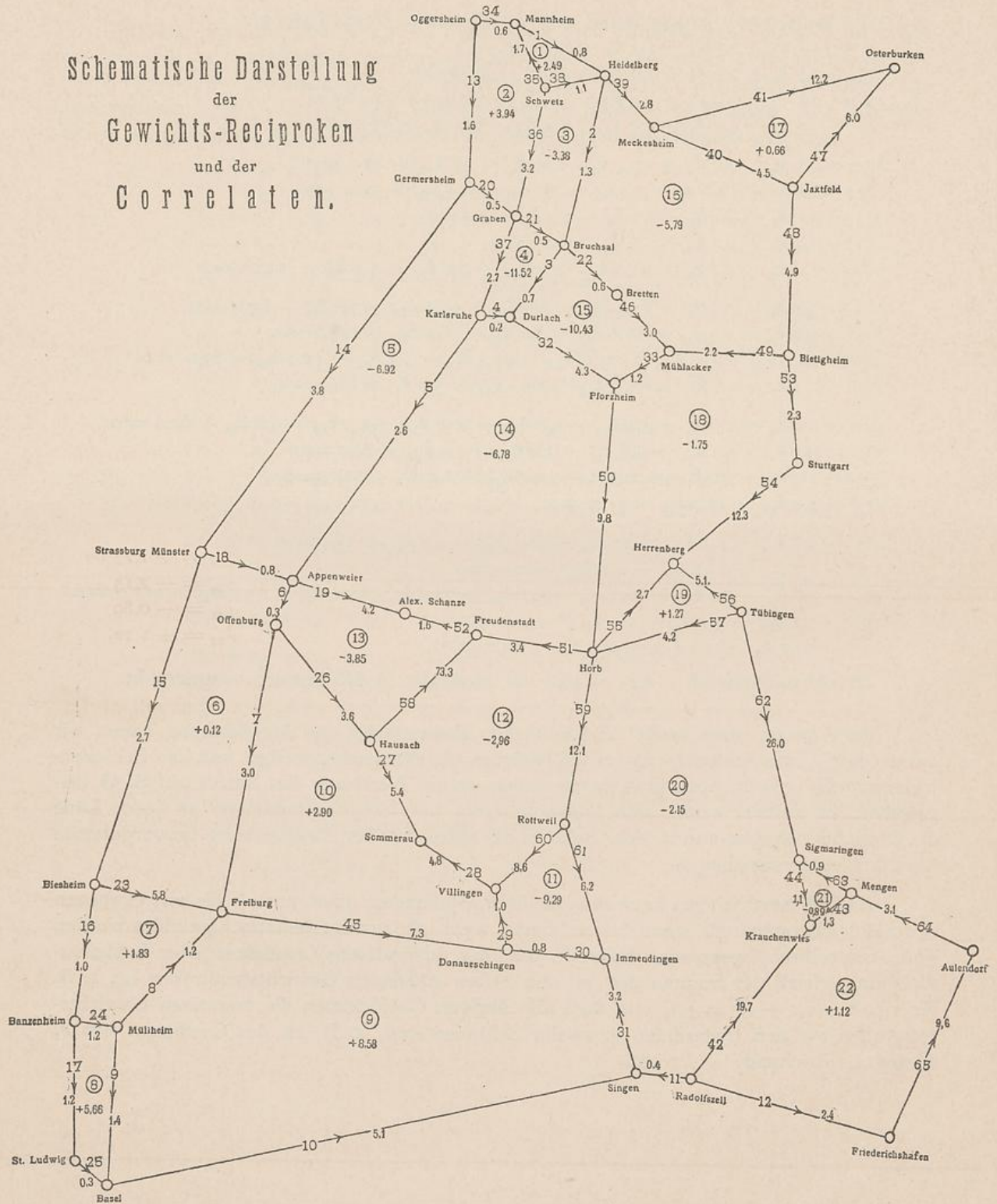
- 1) $+ 3,6 k_1 - 1,7 k_2 - 1,1 k_3 - 6,0 = 0.$
- 2) $- 1,7 k_1 + 7,6 k_2 - 3,2 k_3 - 0,5 k_5 - 40,0 = 0.$
- 3) $- 1,1 k_1 - 3,2 k_2 + 6,1 k_3 - 0,5 k_4 - 1,3 k_{16} + 22,0 = 0.$
- 4) $- 0,5 k_3 + 4,1 k_4 - 2,7 k_5 - 0,2 k_{14} - 0,7 k_{15} + 18,0 = 0.$
- 5) $- 0,5 k_2 - 2,7 k_4 + 10,4 k_5 - 0,8 k_6 - 2,6 k_{14} + 25,0 = 0.$
- 6) $- 0,8 k_5 + 12,6 k_6 - 5,8 k_7 - 3,0 k_{10} - 0,3 k_{13} + 11,0 = 0.$
- 7) $- 5,8 k_6 + 9,2 k_7 - 1,2 k_8 - 1,2 k_9 + 1,0 = 0.$
- 8) $- 1,2 k_7 + 4,1 k_8 - 1,4 k_9 - 9,0 = 0.$
- 9) $- 1,2 k_7 - 1,4 k_8 + 19,0 k_9 - 7,3 k_{10} - 0,8 k_{11} - 3,2 k_{20} - 146,0 = 0.$
- 10) $- 3,0 k_6 - 7,3 k_9 + 25,1 k_{10} - 1,0 k_{11} - 10,2 k_{12} - 3,6 k_{13} - 63,0 = 0.$
- 11) $- 0,8 k_9 - 1,0 k_{10} + 16,6 k_{11} - 8,6 k_{12} - 6,2 k_{20} + 125,0 = 0.$
- 12) $- 10,2 k_{10} - 8,6 k_{11} + 107,6 k_{12} - 73,3 k_{13} - 3,4 k_{14} - 12,1 k_{20} - 63,0 = 0.$
- 13) $- 0,3 k_6 - 3,6 k_{10} - 73,3 k_{12} + 83,0 k_{13} - 5,8 k_{14} + 74,0 = 0.$
- 14) $- 0,2 k_4 - 2,6 k_5 - 3,4 k_{12} - 5,8 k_{13} + 26,1 k_{14} - 4,3 k_{15} - 9,8 k_{18} + 62,0 = 0.$
- 15) $- 0,7 k_4 - 4,3 k_{14} + 9,8 k_{15} - 3,6 k_{16} - 1,2 k_{18} + 42,0 = 0.$
- 16) $- 1,3 k_3 - 3,6 k_{15} + 19,3 k_{16} - 4,5 k_{17} - 2,2 k_{18} + 69,0 = 0.$
- 17) $- 4,5 k_{16} + 22,7 k_{17} - 41,0 = 0.$
- 18) $- 9,8 k_{14} - 1,2 k_{15} - 2,2 k_{16} + 30,5 k_{18} - 2,7 k_{19} - 35,0 = 0.$
- 19) $- 2,7 k_{18} + 12,0 k_{19} - 4,2 k_{20} - 29,0 = 0.$
- 20) $- 3,2 k_9 - 6,2 k_{11} - 12,1 k_{12} - 4,2 k_{19} + 72,9 k_{20} - 1,1 k_{21} - 19,7 k_{22} + 117,0 = 0.$
- 21) $- 1,1 k_{20} + 3,3 k_{21} - 1,3 k_{22} + 2,0 = 0.$
- 22) $- 19,7 k_{20} - 1,3 k_{21} + 36,1 k_{22} - 84,0 = 0.$

Die Absolutglieder $- 6,0$, $- 40,0$ etc. sind hier in Millimetern ausgedrückt.

Zum Zweck einer mehr übersichtlichen Behandlung der Ausgleichung haben wir ausser dem Uebersichtsnetz von S. 46, welches die Messungen selbst und die Schleifenwidersprüche enthält, noch eine zweite schematische Zeichnung des Netzes auf S. 58 beigegeben, in welcher ausser den Liniennummern und Schleifennummern an jeder Linie die Gewichtsreciproke und in jeder Schleife die später aus der Ausgleichung hervorgehende Correlate eingeschrieben ist.

Nach diesem Schema kann man die im vorstehenden, oben, unter 1 bis 22 gegebenen Normalgleichungen sehr rasch bilden, bezw. wenn sie zuerst tabellarisch gebildet worden sind, controlliren, wenn man bedenkt, dass der quadratische Coefficient jeder Schleifengleichung gleich der Summe der auf den Seiten stehenden Gewichtsreciproken ist, z. B. für 1) $0,8 + 1,1 + 1,7 = 3,6$, und dass alle übrigen Coefficienten die negativen Gewichtsreciproken auf den Grenzlinien je zweier Schleifen sind, z. B. ist der Coefficient von k_2 in der 1. Gleichung: $- 1,7$ etc.

Schematische Darstellung
der
Gewichts-Reciproken
und der
Correlaten.



Die Erklärung der Bezeichnungen s. auf S. 59 unten.

Diese zweite schematische Darstellung S. 58 wird auch bei der Ausrechnung der Höhengcorrectionen nach Vollendung der Elimination Dienste leisten.

Was nun diese Elimination selbst betrifft, so bildet man aus dem Coefficientensystem der Normalgleichungen (welche auf S. 57 der Raumersparung wegen nicht tabellarisch geordnet, sondern nur algebraisch geschrieben sind) das Coefficientensystem der reducirten Normalgleichungen:

$$\begin{aligned} \left[\frac{aa}{p} \right] k_1 + \left[\frac{ab}{p} \right] k_2 + \left[\frac{ac}{p} \right] k_3 + \dots + w_1 &= 0 \\ \left[\frac{bb}{p} \cdot 1 \right] k_2 + \left[\frac{bc}{p} \cdot 1 \right] k_3 + \dots + [w_2 \cdot 1] &= 0 \\ \left[\frac{cc}{p} \cdot 2 \right] k_3 + \dots + [w_3 \cdot 2] &= 0 \end{aligned}$$

Dieses System, welches auch zu den Gewichtsberechnungen nach der Ausgleichung nochmals gebraucht werden wird, ist in der Tabelle auf S. 60 enthalten, wobei die Absolutglieder nicht mehr wie früher in Millimetern, sondern aus formellen Gründen, in Centimetern dargestellt sind.

Aus der Tabelle der reducirten Normalgleichungen von S. 60 erhält man durch allmähliche Substitution die sämtlichen Correlaten, z. B. die letzte k_{22} aus: $+28,38 k_{22} - 3,18 \text{ cm} = 0$, $k_{22} = +0,112 \text{ cm} = +1,12 \text{ mm}$, dann die vorletzte k_{21} aus: $+3,28 k_{21} - 1,68 k_{22} + 0,48 \text{ cm} = 0$ etc. Die Resultate sind:

$k_1 = + 2,49 \text{ mm}$	$k_7 = + 1,83 \text{ mm}$	$k_{13} = - 3,85 \text{ mm}$	$k_{19} = + 1,27 \text{ mm}$
$k_2 = + 3,94$	$k_8 = + 5,66$	$k_{14} = - 6,78$	$k_{20} = - 2,15$
$k_3 = - 3,38$	$k_9 = + 8,58$	$k_{15} = - 10,43$	$k_{21} = - 0,89$
$k_4 = - 11,52$	$k_{10} = + 2,90$	$k_{16} = - 5,79$	$k_{22} = + 1,12.$
$k_5 = - 6,92$	$k_{11} = - 9,29$	$k_{17} = + 0,66$	
$k_6 = + 0,12$	$k_{12} = - 2,96$	$k_{18} = - 1,75$	

Nun kann man nach dem Anblick der schematischen Zeichnung S. 58 die sämtlichen 65 Höhenverbesserungen v zusammensetzen, z. B. für die Linie 36, welche zwischen den Schleifen 2 und 3 liegt, in der Schleife 2 den Coefficienten -1 , und in der Schleife 3 den Coefficienten $+1$ hat, erhält man:

$$v_{36} = \frac{1}{p_{36}} (-k_2 + k_3) = 3,2 (-3,94 + 3,38) = -23 \text{ mm}.$$

Die sämtlichen Correctionen v sind in der Tabelle auf S. 61—62 enthalten, in welcher zugleich nochmals die nivellirten Höhenunterschiede h und deren a priori geschätzte mittlere Fehler m aufgeführt sind, worauf die ausgeglichenen Höhen $h + v$ gebildet werden können. Auch sind dann noch die Quotienten $\frac{v}{m}$ und deren Quadrate zur Veranschaulichung der Fehlervertheilung und zu Genauigkeitsberechnungen nach der Ausgleichung aufgeführt.

Erklärung der Bezeichnungen auf Seite 58: Die Pfeile bedeuten die Richtung des Steigens und des positiven Vorzeichens. — An der Hinterseite des Pfeiles steht die Nummer der Linie. — An der Vorderseite (Spitze) des Pfeiles steht die Gewichtsreciproke $\frac{1}{p}$ nach S. 54—55. — (1) (2) (3) . . . (26) sind die Nummern der Schleifen. Unter den Schleifen-Nummern sind die Correlaten von S. 59 in Millimetern eingeschrieben.

No.	Linie	Nivell. h	$\pm m$	Ver- besserung v	Aus- geglichen $h+v$	$\frac{v}{m}$	$\left(\frac{v}{m}\right)^2$
		m	mm	mm	m		
1	Mannheim-Heidelberg	9,125	9	— 2	9,123	0,22	0,05
2	Heidelberg-Bruchsal	2,640	11	— 3	2,637	0,27	0,07
3	Bruchsal-Durlach	1,712	8	+ 1	1,713	0,12	0,01
4	Durlach-Karlsruhe	1,212	4	— 1	1,211	0,25	0,06
5	Karlsruhe-Appenweier	32,243	16	0	32,243	0,00	0,00
6	Appenweier-Offenburg	12,378	6	— 1	12,377	0,17	0,03
7	Offenburg-Freiburg	109,230	17	+ 8	109,238	0,47	0,22
8	Freiburg-Müllheim	36,163	11	— 8	36,155	0,73	0,53
9	Müllheim-Basel	23,763	12	+ 4	23,767	0,33	0,11
10	Basel-Singen	171,187	24	+ 44	171,231	1,83	3,35
11	Singen-Radolfzell	29,668	7	+ 1	29,669	0,14	0,02
12	Radolfzell-Friedrichshafen	6,016	15	+ 3	6,019	0,20	0,04
13	Oggersheim-Germersheim	10,464	13	+ 6	10,470	0,46	0,21
14	Germersheim-Strassburg	38,880	20	— 26	38,854	1,30	1,69
15	Strassburg-Biesheim	48,316	16	0	48,316	0,00	0,00
16	Biesheim-Banzenheim	25,770	10	+ 2	25,772	0,20	0,04
17	Banzenheim-St. Ludwig	35,996	11	+ 7	36,003	0,64	0,41
18	Strassburg-Appenweier	4,153	9	— 6	4,147	0,67	0,45
19	Appenweier-Alexanderschanze	819,246	21	— 12	819,234	0,57	0,32
20	Germersheim-Graben	3,766	7	+ 5	3,771	0,71	0,50
21	Graben-Bruchsal	6,481	7	+ 4	6,485	0,57	0,32
22	Bruchsal-Bretten	54,367	8	+ 3	54,370	0,38	0,14
23	Freiburg-Biesheim	77,456	24	— 10	77,446	0,42	0,18
24	Müllheim-Banzenheim	15,524	11	— 5	15,519	0,45	0,20
25	Basel-St. Ludwig	3,282	5	+ 2	3,284	0,40	0,16
26	Offenburg-Hausach	82,132	19	— 24	82,108	1,26	1,59
27	Hausach-Sommerau	590,102	23	— 32	590,070	1,39	1,93
28	Sommerau-Villingen	128,013	22	+ 28	128,041	1,27	1,61
29	Villingen-Donaueschingen	25,972	10	+ 12	25,984	1,20	1,44
30	Donaueschingen-Immendingen	21,315	9	+ 14	21,329	1,56	2,43
31	Immendingen-Singen	228,708	18	+ 34	228,742	1,89	3,57
32	Durlach-Pforzheim	164,388	21	— 16	164,372	0,76	0,58
33	Pforzheim-Mühlacker	39,844	11	+ 10	39,854	0,91	0,83
34	Oggersheim-Mannheim	8,970	8	— 2	8,968	0,25	0,06
	Uebertrag						23,15

No.	Linie	Nivell. h	$\pm m$	Ver- besserung v	Aus- geglichen $h+v$	$\frac{v}{m}$	$\left(\frac{v}{m}\right)^2$
		m	mm	mm	m		
35	Mannheim-Schwetzingen	0,893	13	+ 2	0,895	0,15	0,02
36	Schwetzingen-Graben	6,193	18	- 23	6,170	1,28	1,64
37	Graben-Karlsruhe	6,999	16	- 12	6,987	0,75	0,56
38	Schwetzingen-Heidelberg	10,012	11	+ 6	10,018	0,55	0,30
39	Heidelberg-Meckesheim	28,914	17	+ 16	28,930	0,94	0,88
40	Meckesheim-Jaxtfeld	12,955	21	+ 29	12,984	1,38	1,90
41	Meckesheim-Osterburken	107,183	35	- 8	107,175	0,23	0,05
42	Radolfzell-Krauchenwies	185,676	44	- 64	185,612	1,45	2,10
43	Krauchenwies-Mengen	23,520	12	+ 3	23,523	0,25	0,06
44	Krauchenwies-Sigmaringen	11,104	11	+ 1	11,105	0,09	0,01
45	Freiburg-Donaueschingen	408,956	27	- 41	408,915	1,52	2,31
46	Bretten-Mühlacker	71,847	17	+ 14	71,861	1,82	0,67
47	Jaxtfeld-Osterburken	94,187	24	+ 4	94,191	0,17	0,03
48	Jaxtfeld-Bietigheim	66,734	22	+ 28	66,762	1,27	1,61
49	Bietigheim-Mühlacker	20,182	15	+ 9	20,191	0,60	0,36
50	Pforzheim-Horb	110,928	31	+ 49	110,977	1,58	2,50
51	Horb-Freudenstadt	339,144	18	+ 13	339,157	0,72	0,51
52	Freudenstadt-Alexanderschanze	235,755	12	+ 5	235,760	0,42	0,18
53	Bietigheim-Stuttgart	29,268	15	+ 4	29,272	0,27	0,07
54	Stuttgart-Herrenberg	178,688	35	+ 22	178,710	0,63	0,40
55	Horb-Herrenberg	36,967	16	- 8	36,959	0,50	0,25
56	Tübingen-Herrenberg	106,326	22	+ 6	106,332	0,27	0,07
57	Tübingen-Horb	69,388	21	- 14	69,374	0,67	0,45
58	Hausach-Freudenstadt	489,055	86	- 65	488,990	0,76	0,58
59	Horb-Rottweil	166,157	35	+ 10	166,167	0,40	0,16
60	Rottweil-Villingen	146,084	29	- 54	146,030	1,86	3,46
61	Rottweil-Immendingen	98,672	25	+ 44	98,716	1,76	3,10
62	Tübingen-Sigmaringen	250,296	51	+ 56	250,352	1,10	1,21
63	Sigmaringen-Mengen	12,418	10	- 1	12,417	0,10	0,01
64	Mengen-Aulendorf	12,636	18	+ 3	12,639	0,17	0,03
65	Aulendorf-Friedrichshafen	143,420	31	+ 11	143,431	0,35	0,12
							25,60
							Uebertrag 23,15
							Gesamtsumme $\left[\frac{vw}{mm}\right] = 48,75$

Eine Rechenprobe hierfür hat man in der Summe $- [w k]$, welche, wenn w und k in Centimetern gerechnet werden, die Summe 49,78 gibt, was innerhalb der durch Abrundungen entstehenden Differenzen, mit der vorstehenden Summe 48,75 übereinstimmt.

Die hier berechnete Summe $\left[\frac{vv}{mm} \right]$ liefert die Vergleichung des mittleren Gewichtseinheits-Fehlers nach der Ausgleichung mit dem mittleren Gewichtseinheits-Fehler vor der Ausgleichung. Nennt man diesen mittleren Fehler vor der Ausgleichung m_1 , so kann man jene Summe auch in der Form schreiben:

$$m_1^2 [pvv]$$

und da $\sqrt{\frac{[pvv]}{22}}$ der mittlere Gewichtseinheits-Fehler m_1' nach der Ausgleichung der 22 Schleifen ist, haben wir den Quotienten q der Gewichtseinheits-Fehler nach und vor der Ausgleichung:

$$q = \frac{m_1'}{m_1} = \sqrt{\frac{48,75}{22}} = 1,49.$$

Dieser Quotient, welcher eigentlich = 1 sein sollte, erscheint hier nicht ungünstiger als er sich auch bei Triangulirungen ersten Rangs einzustellen pflegt, und man kann sich daher mit den erhaltenen Resultaten beruhigen.

Es würde nicht schwer sein, durch Wiederholung der Ausgleichung mit neuen Gewichtsannahmen (Erhöhung der Annahmen μ auf S. 53, 3., 4. und 5.) diesen Quotienten sehr nahe = 1 zu machen; indessen wäre dieses nicht am Platz, so lange die an einzelnen Stellen nicht günstige Fehlervertheilung sachlich nicht geändert werden kann. Zudem kommen hier manche Fragen in Betracht, welche sich mathematisch nicht ausdrücken lassen. —

Gewichte und mittlere Fehler einzelner Höhen- Diagonalen nach der Ausgleichung.

Wenn es sich um eine Function F der ausgeglichenen Höhenunterschiede $h_1, h_2, h_3, \dots, h_{65}$ handelt, nämlich:

$$F = f_1 h_1 + f_2 h_2 + f_3 h_3 + \dots + f_{65} h_{65} \quad (a)$$

deren Gewicht P bestimmt werden soll, so hat man hiezu die Formel:

$$\frac{1}{P} = \left[\frac{ff}{p} \right] - \left\{ \frac{\left[\frac{af}{p} \right]^2}{\left[\frac{aa}{p} \right]} + \frac{\left[\frac{bf}{p \cdot 1} \right]^2}{\left[\frac{bb}{p \cdot 1} \right]} + \frac{\left[\frac{cf}{p \cdot 2} \right]^2}{\left[\frac{cc}{p \cdot 2} \right]} + \dots \right\} \quad (b)$$

wo $\left[\frac{ff}{p} \right]$ die Gewichtsreciproke vor der Ausgleichung ist, und die Klammer $\{ \dots \}$ die durch die Ausgleichung erzielte Genauigkeitssteigerung enthält.

Die Nenner in der Klammer $\{ \dots \}$ von (b) sind die quadratischen Coefficienten der reducirten Normalgleichungen von S. 60, nämlich:

$$\left[\frac{aa}{p} \right] = + 3,60 \quad \left[\frac{bb}{p \cdot 1} \right] = + 6,80 \quad \left[\frac{cc}{p \cdot 2} \right] = + 3,73 \quad \text{u. s. w.}$$

und die Zählerausdrücke $\left[\frac{af}{p} \right]$ $\left[\frac{bf}{p \cdot 1} \right]$ $\left[\frac{cf}{p \cdot 2} \right]$ u. s. w. in der Klammer $\{ \dots \}$ von (b)

werden mit Benützung der Coefficienten der reducirten Normalgleichungen auf S. 60, im Anschluss an die Elimination der Correlaten k berechnet:

$$\left[\frac{bf}{p} \cdot 1 \right] = \left[\frac{bf}{p} \right] - \frac{\left[\frac{ab}{p} \right]}{\left[\frac{aa}{p} \right]} \left[\frac{af}{p} \right] \quad \text{u. s. w.}$$

Wir nehmen als erstes Beispiel:

Ia Mannheim-Basel

auf dem geraden Weg über Graben, Karlsruhe, Offenburg, Freiburg, d. h. es ist nach S. 46

$$F = -h_{35} + h_{36} + h_{37} + h_5 + h_6 + h_7 - h_8 + h_9$$

oder die Coefficienten sind:

$$f_{35} = -1, f_{36} = +1, f_{37} = +1, f_5 = +1, f_6 = +1, f_7 = +1, f_8 = -1, f_9 = +1.$$

Alle anderen Coefficienten f sind hier gleich Null.

Betrachtet man nun die Uebersicht S. 58, so findet man sofort das erste Glied von (b):

$$\left[\frac{ff}{p} \right] = 1,7 + 3,2 + 2,7 + 2,6 + 0,3 + 3,0 + 1,2 + 1,4 = 16,1$$

und auch die Coefficienten $\left[\frac{af}{p} \right]$, $\left[\frac{bf}{p} \right]$, $\left[\frac{cf}{p} \right]$ lassen sich sofort aus der Figur S. 58 herauslesen, wenn man nur beachtet, dass in der Formel (b) die 22 Schleifen literirt angenommen sind ($a, b, c \dots$), während auf S. 58 die Schleifen numerirt sind (1, 2, 3...22). Man hat also nach S. 58:

2. $\left[\frac{bf}{p} \right] = -1,7 - 3,2 = -4,9$	1. $\left[\frac{af}{p} \right] = +1,7$
5. $\left[\frac{cf}{p} \right] = -2,7 - 2,6 = -5,3$	3. $\left[\frac{cf}{p} \right] = +3,2$
6. $\left[\frac{ff}{p} \right] = -0,3 - 3,0 = -3,3$	4. $\left[\frac{df}{p} \right] = +2,7$
7. $\left[\frac{gf}{p} \right] = -1,2$	14. $\left[\frac{of}{p} \right] = +2,6$
8. $\left[\frac{hf}{p} \right] = -1,4$	13. $\left[\frac{nf}{p} \right] = +0,3$
	10. $\left[\frac{kf}{p} \right] = +3,0$
	9. $\left[\frac{if}{p} \right] = +1,2 + 1,4 = +2,6$

Die weitere Ausrechnung gibt das Resultat

$$\text{Ia} \quad \frac{1}{p} = 16,10 - 11,47 = 4,63.$$

Theils zur Controlle, theils zur weiteren Veranschaulichung der Genauigkeitsverhältnisse, wurde das Gewicht des ausgeglichenen Höhenunterschiedes Mannheim-Basel auch auf dem Weg über Oggersheim-Strassburg-St. Ludwig berechnet mit dem Resultat

$$\text{Ib} \quad \frac{1}{p} = 11,20 - 6,55 = 4,65,$$

was mit dem obigen 4,63 genügend stimmt.*)

*) Diese und die 12 übrigen nachfolgenden Functions-Gewichts-Reciproken sind mit dem Rechenschieber auf 2 Stellen rechts vom Komma berechnet, weshalb die kleinen unter 0,10 bleibenden Differenzen nur als Abrundungsfehler zu betrachten sind. Diese kleinen Rechnungsdifferenzen sind sachlich ganz gleichgültig.

Wir haben im Ganzen sieben solcher Funktionen, je doppelt, in gleicher Weise wie Mannheim-Basel, behandelt. Die Resultate sind im folgenden zusammengestellt:

Ia. Mannheim-Karlsruhe-Basel 258 km

$$\frac{1}{P} = 16,10 - 11,47 = 4,63.$$

Ib. Mannheim-Strassburg-Basel 272 km

$$\frac{1}{P} = 11,20 - 6,55 = 4,65.$$

IIa. Mannheim-Basel-Friedrichshafen 455 km

$$\frac{1}{P} = 19,10 - 10,77 = 8,33.$$

IIb. Mannheim-Osterburken-Friedrichshafen 430 km

$$\frac{1}{P} = 86,00 - 77,61 = 8,39.$$

IIIa. Osterburken-Mannheim-Basel 374 km

$$\frac{1}{P} = 27,00 - 16,69 = 10,31.$$

IIIb. Osterburken-Friedrichshafen-Basel 511 km

$$\frac{1}{P} = 78,10 - 67,72 = 10,38.$$

IVa. Bruchsal-Karlsruhe-Offenburg-Donaueschingen-Immendingen 214 km

$$\frac{1}{P} = 19,40 - 14,28 = 5,12.$$

IVb. Bruchsal-Mühlacker-Pforzheim-Horb-Rottweil-Immendingen 196 km

$$\frac{1}{P} = 32,90 - 27,78 = 5,12.$$

Va. Karlsruhe-Pforzheim-Bietigheim-Stuttgart 90 km

$$\frac{1}{P} = 10,20 - 5,52 = 4,68.$$

Vb. Karlsruhe-Appenweier-Horb-Stuttgart 200 km

$$\frac{1}{P} = 26,80 - 22,09 = 4,71.$$

VIa. Strassburg-Appenweier-Alexanderschanze 58 km

$$\frac{1}{P} = 5,00 - 1,51 = 3,49.$$

VIb. Strassburg-Biesheim-Donaueschingen-Villingen-Horb-Alexanderschanze 280 km

$$\frac{1}{P} = 42,50 - 39,06 = 3,44.$$

VIIa. Strassburg-Freudenstadt-Horb-Tübingen 128 km

$$\frac{1}{P} = 14,20 - 8,20 = 6,00.$$

VIIb. Strassburg-Basel-Friedrichshafen-Mengen-Tübingen 484 km

$$\frac{1}{P} = 52,70 - 46,80 = 5,90.$$

Die Vergleichung der verschiedenen Abzüge, z. B. — 8,20 und — 46,80 bei VIIa. und VIIb. zeigt die Wirkung der Netzausgleichung in den einzelnen Fällen.

Bei unseren beiden Hauptlinien Ia. und Ib., nämlich der links- und rechts-rheinischen Verbindung von Mannheim mit Basel, ist die Wirkung der Netzausgleichung verhältnissmässig gering, weil diese Linien an und für sich schon stark sind. Insbesondere die Elsässer Linie Ib. der Preussischen Landesaufnahme bildet sozusagen den Rückgrat unseres badischen Netzes. Bei dieser und der rechtsrheinischen Linie Ia. ist es überhaupt fraglich, ob, mit Rücksicht auf den Quotienten $q = 1,49$ von S. 63, das Netzausgleichungs-Resultat dann unbedingt anzunehmen wäre, wenn es sich nur um den Höhenunterschied Mannheim-Basel handeln würde.

Am stärksten wirkt die Netzversteifung auf die ganz im Innern liegenden und an und für sich schwach gemessenen Linien, namentlich Bruchsal-Immendingen und Strassburg-Tübingen.

Wenn nun von den Gewichten zu mittleren Fehlern übergegangen wird, so hat man sich zu erinnern, dass nach S. 53 der Gewichtseinheits-Fehler = 1 cm angenommen ist, und man hätte also einfach die Quadratwurzeln unserer für die sieben Fälle I bis VII berechneten Gewichts-Reciproken als mittlere zu fürchtende Fehler nach der Ausgleichung anzunehmen. Um jedoch das Missverhältniss 1,49 von S. 63 zwischen den Gewichtseinheits-Fehlern nach und vor der Ausgleichung thunlichst unschädlich zu machen, multipliciren wir die soeben erwähnten theoretischen Fehler noch mit 1,49, d. h. wir setzen

$$M = 1,49 \sqrt{\frac{1}{P}} \quad \text{in Centimetern}$$

wo $\frac{1}{P}$ von oben I bis VII eingesetzt wird. Die Resultate M sind in folgender Tabelle den ausgeglichenen Höhendifferenzen mit \pm beigefügt.

Höhendiagonale	Resultat der Netzausgleichung	
	Höhen- unterschied	Mittlerer zu fürchtender Fehler M
I. Mannheim-Basel	153,732 m	$\pm 0,032$ m
II. Mannheim-Friedrichshafen	301,313 „	$\pm 0,043$ „
III. Osterburken-Basel	8,504 „	$\pm 0,048$ „
IV. Bruchsal-Immendingen	541,945 „	$\pm 0,034$ „
V. Karlsruhe-Stuttgart	134,810 „	$\pm 0,032$ „
VI. Strassburg-Alexanderschanze	823,381 „	$\pm 0,028$ „
VII. Strassburg-Tübingen	179,090 „	$\pm 0,036$ „

Diese Resultate sind befriedigend, insbesondere dürften die von Seiten Württembergs im Generalbericht der Europäischen Gradmessung für 1881 und 1882 S. 142, in Hinsicht auf die Kniebisverbindung über Alexanderschanze, geäusserten Bedenken durch die nur 3 bis 4 cm betragenden mittleren Fehler von VI und VII beseitigt sein.

Mit Rücksicht auf die Bedeutung, welche den nach der Methode der kleinsten

Quadrate berechneten »mittleren zu fürchtenden Fehlern« überhaupt zukommt (z. B. theoretische Wahrscheinlichkeit 1 : 1000 für das 3- bis 4-fache Ueberschreiten des mittleren Fehlers, kann man nun die Höhenverhältnisse des badischen Landesnivellements allseitig innerhalb 0,1 m als sichergestellt annehmen.

Man kann diese Genauigkeits-Ergebnisse auch noch in eine andere Form bringen, wodurch sie mit anderen Nivellirungen mehr vergleichbar werden. Dividirt man nämlich den mittleren Fehler M einer unserer sieben ausgeglichenen Höhen-Diagonalen durch die Quadratwurzel des zugehörigen kürzesten Nivellirungsweges, so erhält man den mittleren Fehler m eines fingirten, nicht ausgeglichenen Nivellements pro 1 Kilometer, welches frei von Latten-Unsicherheiten und allen auf Gebirgswegen auftretenden Genauigkeitsbeeinträchtigungen, für jene Diagonale dasselbe leisten würde, was unsere Netzausgleichung geleistet hat.

Auf diese Weise bekommt man:

Ia. Mannheim-Karlsruhe-Basel	$m = \frac{32}{\sqrt{258}} = 2,0$ mm pro 1 km
II b. Mannheim-Osterburken-Friedrichshafen	$m = \frac{43}{\sqrt{430}} = 2,1$ „ „ „ „
III a. Osterburken-Mannheim-Basel	$m = \frac{48}{\sqrt{374}} = 2,5$ „ „ „ „
IV b. Bruchsal-Mühlacker-Immendingen	$m = \frac{34}{\sqrt{196}} = 2,4$ „ „ „ „
Va. Karlsruhe-Pforzheim-Stuttgart	$m = \frac{32}{\sqrt{90}} = 1,1$ „ „ „ „
VIa. Strassburg-Appenweier-Alexanderschanze	$m = \frac{28}{\sqrt{58}} = 3,7$ „ „ „ „
VIIa. Strassburg-Freudenstadt-Tübingen	$m = \frac{36}{\sqrt{128}} = 3,2$ „ „ „ „

$$\text{Im Mittel } \sqrt{\frac{2,0^2 + 2,1^2 + 2,5^2 + 2,4^2 + 1,1^2 + 3,7^2 + 3,2^2}{7}} = 2,55 \text{ mm pro 1 km}$$

Unser ausgeglichenes Netz hat also, bei Höhenunterschieden bis zu 870 Meter, im Mittel dieselbe Genauigkeit wie Nivellirung in horizontaler Ebene mit einem mittleren unregelmässigen Fehler von 2,6 mm pro 1 km.

Endgültige Höhen über Normal-Null.

Mit den ausgeglichenen Höhendifferenzen $h + v$ von S. 61—62 kann man nun die absoluten Höhen widerspruchsfrei zusammensetzen. (Nur ausnahmsweise muss noch wegen Abrundung 1 mm empirisch vertheilt werden.)

Als Ausgangspunkt nehmen wir zunächst nach S. 92 des V. Bandes der Nivelle-

ments der Preuss. Landesaufnahme, Strassburg Münster H.-M. 144,841 m über N.-N. Ausserdem sind aber noch 5 andere unserer Netzpunkte von der Preuss. Landesaufnahme (V. S. 84, 85, 96, 97) über N.-N. bestimmt, wie aus folgender Vergleichung hervorgeht, in welcher die Werthe der zweiten Columnne durch unsere Netzausgleichung mit Anbindung an Strassburg entstanden sind.

P u n k t	Höhe über N.-N.		Differenz
	nach der Preussischen Landesaufnahme	nach der neuen Ausgleichung	
Oggersheim Bolzen (6300)	95,514 m	95,516 m	— 2 mm
Germersheim „ (6280)	105,975 „	105,987 „	— 12 „
Strassburg H.-M.	144,841 „	144,841 „	0 „
Biesheim Bolzen (6473)	193,166 „	193,157 „	+ 9 „
Banzenheim „ (6460)	218,936 „	218,929 „	+ 7 „
St. Ludwig „ (6511)	254,935 „	254,931 „	+ 4 „
		Mittel . .	+ 1 mm

Um unser badisches Netz dem Normalhorizont in den fraglichen 5 Punkten möglichst anzupassen, müsste man also noch eine Verschiebung von 1 mm eintreten lassen, welche aber erstens sachlich verschwindend klein ist, und auch formell nicht zu empfehlen wäre. Wir halten also den einen Ausgangspunkt Strassburg Münster H.-M. = 144,841 m unabänderlich fest.

In dieser Weise erhält man mit den ausgeglichenen Höhendifferenzen von S. 61—62 für die rechtsrheinischen Eckpunkte des Nivellementsnetzes, welche zur Aufstellung des badischen Höhenverzeichnisses erforderlich sind, d. h. für die sämtlichen badischen Punkte und einige wenige württembergische Grenz-Höhenpunkte (Jaxtfeld und Mühlacker), welche zum Abschluss der badischen Linien nöthig waren, und nur zum Zweck relativer Höhenübertragung in dem badischen Verzeichniss mit aufgeführt sind, folgende Resultate:

Badische Haupt-Höhen-Punkte.

P u n k t	Höhe über N.-N.
1. Mannheim Rheinbrücke H.-M.	104,483 m
2. Heidelberg H.-M.	113,606 „
3. Bruchsal H.-M.	116,243 „
4. Durlach H.-M.	117,956 „
5. Schwetzingen H.-M.	103,588 „
6. Graben H.-M.	109,758 „
7. Karlsruhe H.-M.	116,745 „
8. Appenweier H.-M.	148,988 „
9. Offenburg H.-M.	161,365 „
10. Freiburg H.-M.	270,603 „
11. Müllheim H.-M.	234,448 „
12. Basel H.-M.	258,215 „

P u n k t	Höhe über N.-N.
13. Singen H.-M.	429,446 m
14. Radolfzell H.-M.	399,777 "
15. Osterburken H.-M.	249,711 "
16. Meckesheim H.-M.	142,536 "
17. Jaxtfeld Glaspunkt	155,520 "
17a. „ H.-M.	156,761 "
18. Bretten Glaspunkt	170,613 "
19. Mühlacker württemb. H.-M.	242,474 "
19a. „ bad. „	242,189 "
20. Pforzheim H.-M.	282,328 "
21. Alexanderschanze Bolzen (6649)	968,222 "
22. Hausach H.-M.	243,473 "
23. Sommerau H.-M.	833,542 "
24. Villingen H.-M.	705,501 "
25. Donaueschingen alte H.-M. am Bahnwarthaus	679,517 "
26. Immendingen Glaspunkt	658,188 "
27. Sigmaringen H.-M.	574,284 "
28. Krauchenwies H.-M.	585,389 "
29. Mengen H.-M.	561,866 "

Zwischen diese Haupthöhen wurden nun die Höhen aller Punkte, deren Original-Nivellements auf S. 17—42 mitgetheilt sind, durch Vertheilung der Linien-Correctionen *v* proportional den Entfernungen, eingeschaltet. Bei den über den Rhein gehenden Verbindungen von Germersheim, Biesheim und Banzenheim mussten dabei auch die kleinen oben erwähnten Differenzen (— 12 mm, + 9 mm, + 7 mm) mit vertheilt werden.

In dieser Weise ist das nachfolgende Höhenverzeichniss erhalten worden.

Verzeichniss

aller endgültigen Höhen über Normal-Null.

I. Haupt-Eisenbahn-Linie Mannheim-Heidelberg-Basel-Konstanz.

(Nivellements (1) bis (11) S. 17—21.)

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
1	Mannheim Rheinbrücke H.-M. am östlichen Portal	104,483
2	„ „ Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	97,450
3	Friedrichsfeld Bahnhof H.-M. am badischen Aufnahmsgebäude . .	104,186
4	Heidelberg „ „ „ Lokomotivschuppen	113,606
5	Kirchheim „ „ „ Aufnahmsgebäude	109,373
6	St. Ilgen „ „ „ Güterschuppen	107,660
7	Wiesloch „ „ „ Aufnahmsgebäude	113,431
8	Roth-Malsch „ „ „ „	108,134
9	Ubstadt „ „ „ „	112,138
10	Bruchsal „ „ „ „	116,243
10a	„ Bolzen (6608) östlich am Strassenübergang	114,192
11	Untergrombach Bahnhof H.-M. am Güterschuppen	116,432
12	Weingarten „ „ „ Aufnahmsgebäude	116,435
13	Durlach „ „ „ „	117,956
14	Karlsruhe „ „ „ „	116,745
15	Ettlingen „ „ „ „	123,184
16	Malsch „ „ „ „	122,345
17	Muggensturm „ —*) „ „	124,719
18	Rastatt „ H.-M. „ Wasserstations-Gebäude	120,619
19	Oos „ „ „ Aufnahmsgebäude	128,241
20	Sinzheim „ „ „ alten Aufnahmsgebäude	127,894
21	Steinbach „ „ „ Aufnahmsgebäude	135,344
22	Bühl „ „ „ „	138,005
23	Ottersweier „ „ „ „	138,000

*) Strich am Thürpfosten.

No.	Bezeichnung des Punktes		Höhe über N.-N.
			m
24	Achern	Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	145,525
25	Renchen	„ „ „ „	146,263
26	Appenweier	„ „ „ „	148,988
27	Windschläg	„ „ „ „	159,588
28	Offenburg	„ „ „ „	161,365
29	Niederschopfheim	„ „ „ „	155,510
30	Friesenheim	„ „ „ „	157,237
31	Dinglingen	„ „ „ „	162,708
32	Kippenheim	„ „ „ Güterschuppen	163,686
33	Orschweier	„ „ „ Aufnahmsgebäude	168,250
34	Ringsheim	„ „ „ „	171,299
35	Herbolzheim	„ „ „ „	174,438
36	Kenzingen	„ „ „ „	177,427
37	Riegel	„ „ „ „	182,093
38	Köndringen	„ „ „ „	188,824
39	Emmendingen	„ „ „ „	203,590
40	Denzlingen	„ „ „ „	236,589
41	Freiburg	„ „ „ Wagenschuppen	270,603
42	St. Georgen	„ „ „ Aufnahmsgebäude	254,654
43	Schallstadt	„ „ „ „	237,321
44	Krozingen	„ „ „ „	232,354
45	Heitersheim	„ „ „ „	227,756
46	Buggingen	„ „ „ „	225,261
47	Müllheim	„ „ „ „	234,448
48	Auggen	„ „ „ „	235,193
49	Schliengen	„ „ „ „	242,988
50	Bellingen	„ „ „ „	255,959
51	Rheinweiler	„ „ „ Güterschuppen	258,522
52	Kleinkems	„ „ an der Felswand gegenüber dem Aufnahmsgebäude	259,056
53	Istein	„ „ an der Böschungsmauer neben dem Aufnahmsgebäude	259,056
54	Efringen-Kirchen	„ „ am Güterschuppen	259,194
55	Eimeldingen	„ „ „ „	267,233
56	Haltingen	„ „ an der Mauer des Verladeplatzes.	270,830
57	Leopoldshöhe	„ „ an der Weichenwärters-Wohnung	263,062
58	Basel	„ „ am badischen Aufnahmsgebäude .	258,215

No.	Bezeichnung des Punktes				Höhe über N.-N.
58	Basel	Bahnhof H.-M.	am	Aufnahmsgebäude	m 258,215
59	Grenzach	"	"	Aufnahmsgebäude	263,628
60	Wyhlen	"	"	"	273,299
61	Herthen	"	—*)	"	276,922
62	Rheinfelden	"	H.-M.	"	281,579
63	Beuggen	"	"	"	287,291
64	Niederschwörstadt	"	"	"	287,426
65	Brennet	"	"	"	294,982
66	Säckingen	"	"	"	293,780
67	Murg	"	"	"	299,506
68	Laufenburg	"	"	"	314,704
69	Albruck	"	"	"	326,225
70	Dogern	"	"	"	324,992
71	Waldshut	"	"	"	341,994
72	Thiengen	"	"	"	349,690
73	Oberlauchringen	"	"	"	363,854
74	Griessen	"	"	"	391,606
75	Erzingen	"	"	"	402,738
76	Wilchingen	"	"	"	415,074
77	Neunkirch	"	"	"	428,149
78	Beringen	"	"	"	441,901
79	Neuhausen	"	"	"	441,787
80	Schaffhausen	"	"	"	405,059
81	Herblingen	"	"	"	425,240
82	Thayingen	"	"	Güterschuppen	438,702
83	Gottmadingen	"	"	Aufnahmsgebäude	434,280
84	Singen	"	"	Hause der Restauration von Buehger	429,446
85	Rickelshausen	"	"	Aufnahmsgebäude	408,099
86	Radolfzell	"	"	Dienstgebäude (fr. Aufnahms- gebäude)	399,777
87	Markelfingen	"	"	Aufnahmsgebäude	400,004
88	Allensbach	"	"	"	400,598
89	Reichenau	"	"	"	400,645
90	Konstanz	"	"	"	399,880

*) Strich am Thürpfosten.

II. Linie Germersheim-Bruchsal-Bretten.*)

Strasse und Eisenbahn.

(Nivellements (20), (21), (22) S. 27—32.)

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
91	Bolzen (6280) bei Germersheim, am Kirchhof vor dem Weissenburger Thor	105,975
92	„ (6598) 100 m südlich von der Eisenbahn-Ueberführung am Brückenkopfe von Germersheim (a. d. rechten Rheinufer) .	100,436
93	„ (6599) beim Strassenstein (18,0)	100,796
94	„ (6600) „ „ (16,0)	99,062
95	„ (6601) „ „ (14,0) vor Huttenheim	100,730
96	Bahnhof Huttenheim H.-M. am Aufnahmsgebäude	108,756
97	Bolzen (6602) beim Strassenstein (12,0)	107,098
98	„ (6603) „ „ (10,0) vor dem Eisenbahnübergang	107,712
99	Bahnhof Graben H.-M. am Aufnahmsgebäude	109,758
100	Bolzen (6604) beim Strassenstein (8,0) im Walde	108,319
101	„ (6605) „ „ (6,0)	109,042
102	„ (6606) „ „ (4,0) gegenüb. d. Bahnh. Karlsdorf	109,246
103	Bahnhof Karlsdorf H.-M. am Aufnahmsgebäude	112,330
104	Bolzen (6607) beim Strassenstein (2,0)	110,944
105	Bolzen (6608) beim Bahnhof Bruchsal östl. am Bahnübergang . .	114,192
(10)	Bahnhof Bruchsal H.-M. am Aufnahmsgebäude	116,243
106	Bolzen (6609) an der grossen Saalbachbrücke in Bruchsal	117,072
107	„ (6610) beim Strassenstein (1,0) hinter Bruchsal	123,579
108	„ (6611) „ „ (3,0) + 10 m vor Heidelheim	140,216
109	„ (6612) „ „ (5,0) hinter Heidelheim	140,648
110	„ (6613) „ „ (7,0)	149,363
111	„ (6614) „ „ (9,0) — 100 m vor Gondelsheim	153,362
112	„ (6615) „ „ (11,0) vor Diedelsheim	159,114
113	„ (6616) am Eisenbahn-Uebergang in Diedelsheim	159,368
114	„ (6617) beim Strassenstein (15,0) + 30 m oberh. Diedelsheim .	181,190
115	„ (6618) „ „ (16,0) + 30 m an der Cichorienfabrik beim (neuen) Bahnhof Bretten	169,002
116	Glaspunkt No. 115 am alten Bahnhof Bretten auf dem südlichen Stirndeckel der Bahndohle bei km 62,6 (vgl. S. 13—14) . .	170,613
117	Bolzen (6619) am Melanchthon-Denkmal in Bretten	184,428
118	„ (6620) Nivellements-Grenzpfiler auf der neuen Strasse nach Knittlingen, 37 m vor der bad.-württemb. Landesgrenze . .	182,964

*) Vergl. Nivellements der Preussischen Landesaufnahme V. Band S. 102—103.

III. Linie Strassburg-Appenweier-Alexanderschanze.*)

Strasse und Eisenbahn.

(Nivellement (18) und (19) S. 28--31.)

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
119	Strassburg, Münster, Höhenmarke am Hauptportale	144,841
120	„ Boden am Portale	143,73
121	„ Bolzen (6412) unter der Höhenmarke	143,695
122	Bolzen (6411) am Metzgerthor bei der Strassensäule »Route de Paris à Vienne«	138,795
123	„ (6621) beim Strassenstein (49,0) auf der Strasse nach Kehl .	138,563
124	„ (6622) am Steuergebäude zu Kehl	139,178
125	Bahnhof Kehl H.-M. am Aufnahmsgebäude	142,596
126	Bolzen (6623) beim Strassenstein (1,0)	138,447
127	„ (6624) „ „ (3,0) Neumühl	138,761
128	Bahnhof Kork H.-M. am Aufnahmsgebäude	140,614
129	Bolzen (6625) beim Strassenstein (5,0) zwischen Kork u. Odelshofen	140,145
130	„ (6626) „ „ (7,0) vor Willstett	142,559
131	Bahnhof Legelshurst H.-M. am Aufnahmsgebäude	142,717
132	Bolzen (6627) beim Strassenstein (9,0) westlich von Sand	143,480
133	„ (6628) „ „ (1,0) westlich des Wäldchens	144,380
134	„ (6629) „ „ (3,0) östlich des Wäldchens	143,026
(26)	Bahnhof Appenweier H.-M. am Aufnahmsgebäude	148,988
135	Bolzen (6630) beim Strassenstein (5,0) östlich von Appenweier . .	165,769
136	„ (6631) „ „ (7,0) westlich von Nussbach	168,344
137	„ (6632) „ „ (9,0) + 9 m bei Maisenbühl	177,753
138	„ (6633) „ „ (11,0) + 30 m vor Oberkirch	182,420
139	Bahnhof Oberkirch H.-M. am Aufnahmsgebäude	193,142
140	Bolzen (6634) beim Strassenstein (13,0) am östl. Ausgang v. Oberkirch	196,384
141	„ (6635) „ „ (15,0) — 12,5 m vor Lautenbach	210,157
142	Bahnhof Lautenbach H.-M. am Aufnahmsgebäude	217,347
143	Bolzen (6636) beim Strassenstein (17,0) + 75 m bei einem Steinbruch	224,452
144	Bahnhof Hubacker H.-M. am Aufnahmsgebäude	230,192
145	Bolzen (6637) beim Strassenstein (19,0) bei Höfle	241,876
146	„ (6638) „ „ (21,0) — 30 m bei Steinhof	262,448
147	Bahnhof Oppenau H.-M. am Aufnahmsgebäude	270,265
148	Bolzen (6639) beim Strassenstein (0,0) an der Strassenkreuzung in Oppenau, bei der Post	275,923

*) Vgl. Nivellements der Preussischen Landesaufnahme, V. Band, S. 92 und 104—106 und Gradmessungs-Nivellement Swinemünde-Konstanz, S. 88—89.

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
149	Bolzen (6640) beim Strassenstein (2,0) bei Ibach	289,290
150	„ (6641) „ „ (4,0) — 5 m	315,008
151	„ (6642) „ „ (6,0) + 3 m	346,822
152	„ (6643) „ „ (8,0) — 70 m in Petersthal	387,426
153	„ (6644) „ „ (10,0) + 37 m	428,474
154	„ (6645) „ „ (12,0) — 50 m in Griesbach	471,091
155	„ (6646) „ „ (14,0) auf der Kniebissteige	619,955
156	„ (6647) „ „ (16,0) „ „ „	768,674
157	„ (6648) „ „ (18,0) + 14 m „ „	917,969
158	„ (6649) „ „ (19,0) Nivellementsrenzpfiler an der badisch-württembergischen Grenze bei der Alexander- schanze auf dem Kniebis	968,222
158a	Alexanderschanze, bad. Signalstein, Oberfläche	971,199
158b	„ „ württemb. Signalstein, Oberfläche	971,043

IV. Schwarzwaldbahn Offenburg-Sommerau-Singen.

(Nivellement (26) bis (31), S. 33—36.)

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
(28)	Offenburg Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	161,365
159	Ortenberg „ „ „ „	162,079
160	Gengenbach „ „ „ „	173,923
161	Schönberg „ „ „ „	185,915
162	Biberach-Zell „ „ „ „	196,473
163	Steinach „ „ „ „	207,595
164	Haslach „ „ „ „	217,707
165	Hausach „ „ „ „	243,473
166	Gutach „ „ „ „	282,666
167	Hornberg „ „ „ „	386,402
168	Triberg „ „ „ „	617,110
169	Sommerau „ „ „ „ Maschinenhaus	833,542
170	St. Georgen „ „ „ „ Aufnahmsgebäude	807,664
171	Peterzell „ „ „ „	779,286
172	Kirnach „ „ „ „ Bahnwartshaus, Wohngebäude	730,950
173	Villingen „ „ „ „ der Locomotivschuppen	705,501
173a	„ „ württ. Glaspunkt an dem württ. Locomotivschuppen	704,692
174	Marbach Bahnhof H.-M. am Dienstgebäude	697,335

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
175	Klengen Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	690,698
176	Grünigen „ „ „ „	687,637
177	Donaueschingen Bahnhof alte H.-M. am Bahnwartshaus	679,517
178	„ „ neue „ „ Restaurationsgebäude	678,413
179	Pföhren Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	675,706
180	Neudingen Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	672,806
181	Gutmadingen Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	669,032
182	Geisingen Bahnhof H.-M. am Verladeplatz	667,995
183	Hintschingen Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	664,128
184	Immendingen Glaspunkt No. 1 auf dem westlichen Ortspfeiler der Donaubrücke	658,188
185	Hattingen Bahnhof H.-M. an der Treppe zum Restaurationsgebäude	692,967
186	Thalmühle „ „ am Aufnahmsgebäude	593,726
187	Engen „ „ „ Krahen	520,292
188	Welschingen „ „ „ Aufnahmsgebäude	491,292
189	Mühlhausen „ „ „ „	456,905
190	Hohenkrähen „ „ „ „	444,137
(84)	Singen „ „ „ Hause der Restauration v. Buchegger	429,446

V. Eisenbahnlinie Durlach-Pforzheim-Mühlacker.

(Nivellement (32) und (33) S. 37—38.)

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
(13)	Durlach Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	117,956
191	Grötzingen Δ auf der Fensterbank des früheren Bahnhofs, jetzt Bahnwartshaus	123,327
192	Berghausen Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	134,289
193	Söllingen „ „ „ „	141,783
194	Kleinsteinbach „ „ „ „	153,404
195	Wilferdingen „ „ „ „	157,178
196	Königsbach „ „ „ „	186,571
197	Ersingen Bahnhof — am Thürpfosten des Aufnahmsgebäudes	238,100
198	Ispringen „ H.-M. am Aufnahmsgebäude	274,310
199	Pforzheim „ „ „ „	282,328
200	Eutingen „ „ „ „	262,257
201	Niefern „ „ „ „	249,580
202	Enzberg „ „ „ „	234,137
203	Mühlacker „ badische H.-M. am badischen Dienstgebäude	242,189
203a	„ „ württembergische H.-M. am Aufnahmsgebäude	242,474

No.	Bezeichnung des Punktes		Höhe über N.-N.
			m
223	Hoffenheim	Bahnhof H.-M. am Aufnahmsgebäude	153,601
224	Sinsheim	„ „ „ „	160,048
225	Steinsfurth	„ „ „ „	170,608
226	Grombach	„ „ „ „	245,902
227	Babstadt	„ „ „ „	252,718
228	Rappenu	„ „ „ „	233,889
229	Wimpfen	„ „ „ „	171,058
230	Jaxtfeld	„ bad. H.-M. am bad. Locomotivschuppen . .	156,761
230a	„	„ württ. Glaspunkt I } am nördl. Eingang in das	155,509
230b	„	„ „ II } württ. Aufnahmsgebäude	155,520
(221)	Meckesheim	„ H.-M. am Aufnahmsgebäude	142,536
231	Neidenstein	„ „ „ „	159,618
232	Waibstadt	„ „ „ „	167,617
233	Helmstadt	„ „ „ „	179,476
234	Aglasterhausen	„ „ „ „	208,161
235	Asbach	„ „ „ „	241,884
236	Neckarelz	„ „ „ „	158,217
237	Mosbach	„ „ „ „	152,851
238	Neckarburken	„ „ „ „	176,759
239	Dallau	„ „ „ „	198,776
240	Auerbach	„ „ „ „	237,730
241	Schefflenz	„ „ „ „	296,234
242	Eicholzheim	„ „ „ „	305,834
243	Seckach	„ „ „ „	271,358
244	Adelsheim	„ „ „ „	240,652
245	Osterburken	„ „ „ „	249,711

VIII. Eisenbahn-Linien Radolfzell-Krauchenwies-Mengen und Krauchenwies-Sigmaringen.

(Nivellement (42), (43), (44) S. 41—42.)

No.	Bezeichnung des Punktes		Höhe über N.-N.
			m
(86)	Radolfzell	Bahnhof H.-M. am Dienstgebäude	399,770
246	Stahringen	„ „ „ letzten Bahnwarthause vor Stahringen	438,495
247	Wahlwies	„ „ „ nächsten Bahnwarthause nach Station Wahlwies	430,855

No.	Bezeichnung des Punktes			Höhe über N.-N.
				m
248	Nenzingen	Bahnhof H.-M. am	Aufnahmegebäude	451,945
249	Stockach	" " "	Dienstwohngebäude	476,790
250	Zizenhausen	" " "	Aufnahmegebäude	527,887
251	Mühlingen	" " "	"	587,549
252	Schwakenreuthe	" " "	"	622,430
253	Sauldorf	" " "	Bahnwarth. ausserh. d. Station	614,149
254	Messkirch	" " "	Dienstwohngebäude	605,918
255	Menningen	" " "	Aufnahmegebäude	597,597
256	Göggingen	" " "	"	590,930
257	Krauchenwies	" " "	"	585,389
258	Ziefingen	" " "	"	575,719
259	Mengen	" " "	"	561,866
(257)	Krauchenwies	" " "	"	585,389
260	Josephslust	" " "	"	609,297
261	Sigmaringen	" " "	"	574,284

IX. Bodensee-Linie Radolfzell-Immenstaad.*)

Eisenbahn und Strasse.

(Nivellement (12) S. 24.)

No.	Bezeichnung des Punktes			Höhe über N.-N.
				m
(86)	Radolfzell	Bahnhof H.-M. am	Dienstwohngebäude	399,777
(246)	Stahringen	" " "	letz. Bahnwarthause vor Stahringen	438,495
262	Mooshof, an der Strasse	Stahringen-Espasingen	△ a. d. Kellerhalse des Gutes	409,858
263	Espasingen, Weg nach dem Felsenkeller	am Ausgang des Dorfes	△ auf einem Prellstein	410,203
264	Ludwigshafen, Brücke über den Mühlgraben,	△ auf der Brüstung		403,629
265	Sipplingen, △ auf dem mittleren Prellstein	der dritten Strassendohle vor dem Eingang des Dorfes		400,467
266	Goldbach	△ auf der Brüstung der Strassenbrücke		400,653
267	Ueberlingen H.-M. an dem Hause No. 200	in der Hildengasse		401,530
268	Nussdorf	△ auf einem Prellstein neben der Brücke	am Eingang des Dorfes	409,543

*) Vergl. Gradmessungs-Nivellement zwischen Swinemünde und Konstanz S. 100—105.

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
269	Maurach \triangle auf dem Sockel des Thores zum Schlossgute	399,861
270	Unter-Uldingen \triangle auf dem Sockel der Kirche	398,202
271	Meersburg \triangle auf der zweituntersten Stufe der Thurmterrasse am Thor	399,068
271a	Meersburg H.-M. in der Stadt, am Gasthof zum Schiff	399,057
272	Hagnau, Gasthaus zum schwarzen Adler \triangle auf der obersten Kellerthorschwelle	398,006
273	Kirchberg \triangle auf dem Sockel des Pavillons im Schlossgarten . .	398,552
274	Immenstaad \triangle auf der Brüstung des Strassendurchlasses . . .	401,589
275	Immenstaad, Brücke an der Landesgrenze \triangle auf der Brüstung .	399,627

X. Linie Biesheim-Altbreisach-Freiburg-Höllenthal-Donaueschingen.

Strasse und Eisenbahn.

(Nivellements (23) und (45) S. 32 und 42.)

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
276	Biesheim*) Bolzen (6473) beim Strassenstein (47,0) 600 m südlich von Biesheim	193,166
277	Bolzen (7033) beim Strassenstein (49,0) — 31 m	189,508
278	Bolzen (7034) beim Strassenstein (51,0) — 31 m Nivellements-Grenz- pfeiler neben dem Gasthaus zur Rheinbrücke	192,626
279	Altbreisach Bahnhof H.-M. am Locomotivschuppen	192,813
280	Ihringen „ „ „ „ Aufnahmegebäude	196,247
281	Wasenweiler „ „ „ „	192,964
282	Gottenheim „ „ „ „	195,549
283	Hugstetten „ „ „ „	206,041
(41)	Freiburg „ „ „ „ Wagenschuppen	270,603
284	Ebnet H.-M. bei km 4 + 70 m am rechtsseitigen Sockel des Rathhauses	318,908
285	Zarten H.-M. bei km 8 + 50 m Gasthaus zum Bären am linksseitigen oberen Kellergewände	366,376
286	Rainhof H.-M. bei km 11 + 586 m am linksseitigen Sockel des Ein- gangs zum Gasthaus Rainhof	445,232
287	Hirschsprung H.-M. km 15 + 673 m an der nördlichen Felswand des Hirschsprungs im Höllenthal	528,453

*) Vgl. Nivellements der Preussischen Landesaufnahme V. Band, S. 106.

No.	Bezeichnung des Punktes	Höhe über N.-N.
		m
288	Sternen H.-M. bei km 20 + 976 m am rechtsseitigen Steinsockel des Eingangs zum Gasthof zum Sternen	715,185
289	Ravennafels H.-M. bei km 22 + 969 m	802,851
290	Rössle H.-M. bei km 25 + 329 m am linksseitigen Sockel der Kapelle beim Gasthaus zum Rössle	898,291
291	Bären H.-M. bei km 28 + 492 m am rechtsseitigen Granitsockel des Oeconomiegebäudes beim Gasthaus zum Bären	874,298
292	Spiegelhalden H.-M. bei km 33 + 55 m am linksseitigen Sockel des Eingangs zum Gasthaus zur Spiegelhalden	832,986
293	Neustadt H.-M. bei km 35 + 823 m am rechtsseitigen Thorgewände des Rathhauses	819,677
294	Röthenbach H.-M. bei km 43 + 464 m an der westlichen Umfassungsmauer des Rathhauses	820,269
295	Löffingen H.-M. bei km 47 + 479 m a. d. nördl. Façade d. Rathhauses	799,013
296	Posthäusle H.-M. bei km 53 + 330 m (Gemeinde Unadingen) über einem Kellerlicht links vom Eingang	683,654
297	Döggingen H.-M. bei km 54 + 978 m a. linksseitigen Steinsockel des Gasthauses zum Adler	764,804 684,080
298	Hüfingen H.-M. bei km 117 + 596 m am westl. Sockel der Kirche	
(178)	Donaueschingen H.-M. (neu) am rechtsseitigen Steinsockel der Restauration gegenüber dem (provisorischen) Betriebsgebäude	678,413
(177)	Donaueschingen H.-M. (alt) am Bahnwartshaus	679,517

Nachträge und Berichtigungen.

S. 6. Das Instrument Fig. 3 ist von Mechaniker Bamberg in Berlin.

S. 19. Bei III soll stehen $\frac{I + 4 \cdot II}{5}$ statt $\frac{I + 2 \cdot II}{3}$.

S. 30. Mittlere Differenz. Unter der Wurzel soll stehen 256,0 statt 255,6.

S. 40. Hoffenheim-Sinsheim soll sein +6,4442 statt +6,4432.

S. 78 (unten) Radolfszell soll stehen 399,777 statt 399,770.

