

G. 30-35

26.

*Untersuchung über die
Veränderlichkeit der
Niedrigwasserstände
am Pegel zu Ruhrort.*

G. 38

144a

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305832

Verordnung

über die Errichtung einer Versuchsanstalt für die

Landwirtschaft

in der Provinz Ostpreußen

vom 1. März 1892

Wir, der Kaiserliche Prinzregent für Preußen,
auf Grund des Gesetzes vom 11. März 1878

über die Errichtung von
Landwirtschaftlichen Versuchsanstalten

in der Provinz Ostpreußen,
haben beschlossen:



Untersuchung

über die

Veränderlichkeit der Niedrigwasserstände am Pegel zu Ruhrort.

Mit 2 Textfiguren und 4 Blatt Zeichnungen.

Homburg-Niederrhein, im Juni 1910.

Der Verein zur Aufstellung eines Entwässerungsplanes für das
linksniederrheinische Industriegebiet.

Der Vorstand:
Pattberg, Bergwerksdirektor
Vorsitzender.

Der leitende Beamte:
Berkenkamp
Kgl. Wasserbauinspektor.



Untersuchung

über die

Veränderlichkeit der Nitroverhältnisse am Pegel
zu Künrot.

Mit 2 Textfiguren und 4 Blatt Zeichnungen.



III 33576

Der Vorstand:
Herrn Prof. Dr. H. K. ...
Herrn Dr. ...

Der Vorstand:
Herrn Prof. Dr. H. K. ...
Herrn Dr. ...

Akc. Nr.

3816/60

Inhaltsverzeichnis.

Vorbemerkung	Seite	5
Vergleiche der Spiegelnivellements	„	5—7
Allgemeiner Gang der Untersuchung	„	5—6
Berichtigung der Nivellementsordinaten	„	6
Abweichungen des Wasserspiegels von der Normalkurve	„	6
Veränderungen der Wasserstandshöhen	„	6
Senkungen des N. W. zu Düsseldorf und Orsoy	„	6—7
Senkung des N. W. zu Ruhrort	„	7
Allgemeines über die Wasserstandsveränderungen	„	7
Absolutsenkung des Rheins	„	7
Die Wasserstandsveränderungen nach den gleichwertigen Pegel- ständen	„	7—11
Beschreibung der Beobachtungsreihen	„	8
Vergleich zwischen den Spiegelnivellements und dem mittleren Stromgefälle	„	8—10
Zeitlicher Verlauf der Wasserstandsveränderungen	„	10—11
Zusammenfassung	„	11—12
Tabelle Ia	„	13
„ Ib	„	14
„ II	„	15



Untersuchung über die Veränderlichkeit der Niedrigwasserstände am Pegel zu Ruhrort.

Vorbemerkung.

Gelegentlich der von den Staatsbehörden in Düsseldorf abgehaltenen Sitzung vom 10. Januar 1908 zwecks Besprechung über die Zulässigkeit des Bergbaues unter dem Rheinstrome im Bereich des niederrheinischen Industriegebietes wurde u. a. festgelegt, dass bei Ruhrort in den letzten zwei bis drei Jahren bereits Senkungen des Wasserspiegels um etwa 20 cm eingetreten sind; bei den langen Niedrigwasserperioden der Jahre 1906 und 1907 seien am Ruhrorter Pegel 20 bis 30 cm weniger beobachtet worden, als bei den unterhalb belegenen Pegeln. Ob diese Erscheinung auf den Bergbau zurückzuführen sei, stehe noch nicht fest; jedenfalls aber müsse die Ursache derselben festgestellt werden und jede weitere, zu berechnende Senkung vermieden werden. Es wurde im ferneren von Vertretern der Bergbehörden mitgeteilt, dass in den früheren Jahren an einer einzelnen Stelle unter dem Rheinstrome selbst (Hackerfeld am linken Stromufer bei Homberg) ein Fläche von rd. 80 qm Grösse abgebaut worden sei.

Der „Verein zur Aufstellung eines Entwässerungsplanes für das linksniederrheinische Industriegebiet“ hält es daher für geboten, im Anschluss an die Veröffentlichung vom Oktober 1909 „Untersuchungen über die Zulässigkeit des Bergbaues unter dem Rheinstrome im Bereiche des niederrheinischen Industriegebietes von Urdingen bis Rees (Strom-km 260,0–340,0) noch Feststellungen über die Veränderlichkeit der Niedrigwasserstände am Pegel zu Ruhrort vorzulegen, um Behauptungen, dass der umgehende Bergbau Veränderungen der Wasserstandsverhältnisse des Rheins bei Ruhrort hervorgerufen habe, zu entkräften.

Die Untersuchung stützt sich auf die Ergebnisse der nachstehend angegebenen und von der Rheinstrombauverwaltung aufgenommenen Spiegelnivellements des Rheins.

Vergleiche der
Spiegelnivellements.
Allgemeiner Gang der
Untersuchung.

Datum des Nivellements	Wasserstand a. P. Ruhrort ± cm	In der Zeichnung Blatt 2 bezeichnet durch	Bemerkungen
November 1897	+ 38	—————	36 cm unter G. N. W.
November 1907	— 2	— — — —	82 cm unter G. N. W.
November 1908	— 47/48	— —	N. N. W.

Zur Bestimmung der absoluten Veränderungen des Niedrigwasserspiegels aus den Jahren 1907 und 1908 gegen denjenigen vom Jahre 1897 wird die auf Zeichnung Blatt 1 dargestellte und in Kapitel III der „Untersuchungen über die Zulässigkeit des Bergbaues unter dem Rheinstrome im Bereiche des niederrheinischen Industriegebietes von Urdingen bis Rees (Strom-km 260,0–340,0) entwickelte Normalgefällskurve des Rheins herangezogen. Aus dieser Zeichnung, die auch die Nivellementslinie vom November 1897 darstellt, geht hervor, dass der Rheinstrom bei dem genannten Zustande in der Strecke km 228 (Stromübergang bei Himmelgeist) bis km 293 (1,5 km unterhalb Orsoy), welche die drei Hauptpegel Düsseldorf Ruhrort und Orsoy umfasst, ein Totalgefälle aufwies, das nur um 2 cm kleiner als die Normalfallhöhe war. Die demnach in ihrem Gesamtverhalten als normal anzusehende Stromstrecke bestimmt die Ausdehnung der Untersuchung.

In den Spalten 2, 3 und 4 der auf Seite 13 beigelegten Tabelle Ia sind die Nivellementsordinaten, die Normalhöhen des Wasserspiegels und die Unterschiede zwischen beiden Höhenzahlen angegeben, wobei die Nivellementsdaten der von R. Jasmund bearbeiteten „Denkschrift über die Ausführbarkeit einer weiteren Vertiefung des Rheins von Coblenz bis zur niederländischen Grenze, 1898“ entnommen und die Normalhöhen des Wasserspiegels aus der Zeichnung Blatt 1 durch Abgreifen ermittelt wurden. Die Unterschiede (Spalte 4 der Tabelle Ia) sind positiv, wenn der Wasserspiegel über der Normalkurve liegt, und negativ im umgekehrten Falle.

Berichtigung der Nivellementsordinaten.

Von Ruhrort abwärts bis Orsoy müssen die so ermittelten Höhenunterschiede berichtigt werden, weil die im Jahre 1897 gültig gewesenen, erstmaligen Höhenfeststellungen der Rheinfestpunkte (Nivellement der Rheinstrombauverwaltung aus den Jahren 1884/85) fehlerhaft sind. Nach dem in den Jahren 1903 bis 1907 von dem Bureau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten ausgeführten Feinnivellement des Rheins (Berlin 1908) ergibt sich, dass das erstmalige Nivellement der Festpunkte von Ruhrort bis Orsoy durchweg zu hoch liegt. Die Abweichungen der alten Höhenangaben von den wirklichen Normalnullhöhen sind in Blatt 2 zur Darstellung gebracht worden. Der Fehler nimmt von $\sim + 17$ cm bei Ruhrort bis $\sim + 2$ cm bei km 293 ab und verschwindet bei km 296 vollständig. Die Berücksichtigung dieser Höhenfehler liefert die in Spalte 4 der Tabelle Ia durch fettgedruckte Zahlen angegebenen, verbesserten Abweichungen des Nivellementswasserspiegels von der Normalkurve. Nunmehr fällt auch der Wasserspiegel vom November 1897 bei km 293 in die Normalkurve.

Abweichungen des Wasserspiegels von der Normalkurve.

Vergleichende Voruntersuchungen führten zu dem Ergebnis, dass die Höhe des Wasserspiegels in der Uebergangsstrecke km 228 bis 230 als unverändert gelten kann. Die Lage der Normalkurve für die Spiegelnivellements von 1907 und 1908 wird nach den im folgenden angegebenen Wasserstandsunterschieden bei km 228 bestimmt.

Wasserstand bei km 228 im Jahre:	Wasserspiegel über N. N. (vergl. Tab. Ia und Ib) m	Unterschied 1897—1907	Unterschied 1897—1908
1897	29,13	32 cm	65 cm
1907	28,81		
1908	28,48		

Die Normalkurve für den Wasserspiegel vom November 1907 liegt 32 cm und die für den bekannten kleinsten Wasserstand vom November 1908 liegt 65 cm tiefer als die Normalkurve des Nivellements vom November 1897. Die Normalhöhen dieser Stromzustände ergeben sich demnach, wenn man von den Normalhöhen des vom November 1897 vorliegenden Nivellements 32 bzw. 65 cm abzieht. Aus diesen Werten und den zugehörigen Wasserspiegelhöhen (Spalten 5 und 6 der Tabellen Ia und Ib) sind die in Spalte 7 daselbst angegebenen Abweichungen der Gefällslinien von der Normallage des Stromes berechnet worden. Nunmehr liefert die Subtraktion der Unterschiede im Jahre 1907*) bzw. 1908 (Spalte 7 der Tabellen Ia und Ib) von den Abweichungen im November 1897 (Spalte 4 der Tabellen) die in Spalte 8 (Tabelle Ia und Ib) angegebenen Veränderungen des Niedrigwasserspiegels von 1907 (1908) gegen den Stromzustand von 1897.

Veränderungen der Wasserstandshöhen.

Senkung des N. W. zu Düsseldorf und Orsoy.

Die in den Spalten 4 und 7 der Tabellen Ia und Ib berechneten Abweichungen der Nivellementslinien von der Normalkurve und die Absolutveränderungen der Wasserstände nach Spalte 8 der genannten Tabellen sind auf Blatt 3 graphisch dargestellt worden. Aus den diesbezüglichen — auf der Zeichnung erläuterten — Linienzügen erweist sich, dass in dem Zeitraume von 1897 bis 1907/08 der Niedrigwasserstand an den Pegeln zu Düsseldorf und Orsoy um 8 cm ab-

*) Von km 282 abwärts musste aus den oben beregten Gründen ebenfalls eine Verbesserung der Nivellementsordinaten vorgenommen werden.

Senkung des N. W. zu Ruhrort.

solut gegen den Stromzustand vom November 1897 gesunken ist, so dass trotz dieser Absenkung die Gesamtfallhöhe zwischen den beiden Pegeln unverändert geblieben ist. Am Pegel zu Ruhrort lag im November 1907 der Wasserspiegel rund 9 cm tiefer als nach dem Stromzustande vom November 1897 zu erwarten gewesen wäre; eine genaue Feststellung wird allerdings hier durch die fehlenden Nivellementsordinaten von km 278 bis km 280 verhindert*). Der bisher als kleinster bekannte Wasserstand des freien Stromes vom November 1908 liegt am Pegel zu Ruhrort 15 cm unter der den Stromzustand vom November 1897 darstellenden Linie. Der niedrigste Wasserstand ist demnach am Pegel zu Ruhrort um 15 cm gesunken. Zieht man hiervon die **allgemeine** Senkung des Rheins mit 8 cm ab, so ergibt sich für das Jahr 1908 eine **lokale** Senkung der Niedrigwasserstände bei Ruhrort von $15 - 8 = 7$ cm.

Allgemeines über die Wasserstandsveränderungen.

Im allgemeinen ist von dem Verhalten des Niedrigwasserspiegels zu sagen, dass in der Strecke km 228 bis km 250 keine Absolutänderung der Wasserstandshöhen eingetreten ist. Der wellenförmige Verlauf der Senkungslinie in dieser Strecke dürfte z. T. auf den Einfluss vorübergehender Geschiebeablagerungen zurückzuführen sein, die bekanntlich periodische Hebungen und Senkungen des Niedrigwasserspiegels hervorrufen. Bestärkt wird diese Vermutung durch das weiterhin zu besprechende Verhalten der gleichwertigen Pegelstände. Man wird deshalb auch annehmen können, dass die erst erwähnte Senkung des Niedrigwassers am Pegel zu Düsseldorf um 8 cm nur eine rein zufällige und vorübergehende Erscheinung ist. Bei km 250 tritt in der Stromsohle das Massiv des Kohlensandsteingebirges zu Tage. Die unveränderliche Querschnittsform des Stromes an dieser Stelle ist aus der beharrlichen Lage des Wasserspiegels zu erkennen.

Absolutsenkung des Rheins.

Von km 250 abwärts bis Orsoy ist der Niedrigwasserstand allorts um wenigstens 8 cm gesunken, so dass dieses Mass, wie schon erst geschehen, als die Absolutsenkung des Stromes zu bezeichnen ist. Die lokalen Senkungen erreichen ein Höchstmass von 30 cm u. zwar im Stromkilometer 276/77 bei Essenberg und bei km 284 in der Stromkrümme am Beeckerwerth. Von km 228 bis km 267 sind die Stromzustände bei den kleinsten Wasserstände vom November 1908 und bei dem etwa 45 cm höheren Niedrigwasserstände vom November 1907 identisch. Während nun aber für das Jahr 1907 in der Strecke km 267 bis 285 nur unwesentliche Veränderungen gegen den Zustand des Stromes vom November 1897 festzustellen sind, prägt sich hier ein ausgesprochenes Sinken des kleinsten Wasserstandes vom November 1908 aus. Von km 285 bis 293 sind die Stromzustände von 1908 und 1907 wiederum identisch, weisen also Beharrung der Wasserstandshöhen nach. Aus allem geht hervor, dass in dem zwölfjährigen Zeitraum 1897 bis 1908 eine Abschwächung des Gefällsbruches auf dem Uebergange bei Alsum (km 286/87) wahrzunehmen ist. Die hier eingetretene Senkung des Niedrigwasserstandes um 8 cm hat sich durchaus gleichmässig nach unten und in ungeschwächtem Masse auch auf die ganze, im allgemeinen normal ausgebildete obere Stromstrecke**) Uerdingen-Ruhrort übertragen. Da nun in diesem Zeitabschnitte in der Stromstrecke Alsum-Orsoy weder Baggerungen noch Strombauarbeiten solchen Umfanges ausgeführt worden sind, auf welche sich eine Vertiefung der Stromsohle zurückführen liesse, so hat die Annahme, dass der Rhein vermöge seiner Energie ein langsames, aber unaufhaltsames Ausschleifen des hier hoch liegenden Bettes betreibt, das ein Sinken der kleinen Wasserstände zur Folge hat, alle Wahrscheinlichkeit für sich, was auch schon in der Veröffentlichung vom Oktober 1909 vermutend zum Ausdruck gebracht worden ist.

Die Wasserstandsveränderungen nach den gleichwertigen Pegelständen.

Da die im Voraufgegangenen untersuchten Spiegelnivellements trotz ihres detaillierten Aufschlusses über das Verhalten des Stromes im Grunde doch nur die Bilder augenblicklicher Zustände sind, so mögen diese im Nachstehenden noch mit dem mittleren Zustande des Stromes und ferner auch mit dem zeitlichen Verlauf der nachgewiesenen Wasserstandsschwankungen nach gleichwertigen Niedrigwasserständen an den Rheinpegeln verglichen werden.

*) Die weiterhin erläuterte Untersuchung der gleichwertigen Pegelstände ergibt für das Jahr 1907 sogar eine geringe Hebung der Pegelstände zu Ruhrort, gegenüber der mittleren Höhenlage des Wasserspiegels.

**) Vergleiche hierüber auch die Ausführungen in Kapitel II der „Untersuchungen über die Zulässigkeit des Bergbaues unter dem Rheinströme pp.“ Oktober 1909.

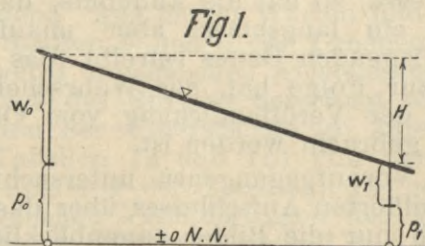
Beschreibung der
Beobachtungsreihen.

In der Tabelle II ist eine Zusammenstellung aller in dem Zeitraume vom November 1884 bis zum März 1909 eingetretenen kleinen Beharrungsstände an den Pegeln zu Andernach (A), Düsseldorf (D), Ruhrort (R), Orsoy (O), und Wesel (W) gegeben. Bei der Auswahl der gleichwertigen Pegelstände sind nur solche Beharrungsstände in Betracht gezogen worden, bei welchen ein Einfluss der Nebenflüsse (unterhalb der Mosel) auf den Rhein nicht zu spüren ist. Ferner wurde zwischen je zwei höheren Anschwellungen des Rheins nur ein Beharrungszustand herausgezogen, so dass jede der in Tabelle II aufgeführten Reihen einen besonderen, durch das vorausgegangene Hochwasser geschaffenen Zustand des Stromes darstellt. Wo zwischen zwei Flutwellen auch zwei gleichwertige Niedrigwasserstände eingetreten sind, sind diese zu Mittelwerten zusammengefasst worden. Bei der kurzen Dauer der Beharrungszustände musste oftmals das Wandern des Niedrigwassereintritts beachtet werden; die angegebenen Kleinststände fallen demnach nicht immer zeitlich zusammen. In der Zeichnung Blatt 4 Figur 1 ist zur Erläuterung des Wertes der einzelnen Beobachtungsreihen ihre allgemeine Dauer durch verschiedene Signaturen kenntlich gemacht worden. Die Beziehungen zwischen den gleichwertigen Pegelständen sind ohne Rücksicht auf das absolute Gefälle lediglich an Hand der Unterschiede zwischen den Pegelablesungen, den Pegeldifferenzen, untersucht worden. Dieser relative Vergleich ist mit Rücksicht auf einen unmittelbaren Anschluss an eine s. Zt. von der Königlichen Wasser-Bauinspektion zu Düsseldorf angestellte Untersuchung gewählt worden. Die Pegeldifferenzen der einzelnen Beobachtungsreihen und die Mittelwerte derselben sind in der Tabelle II berechnet. Da nun nicht anzunehmen war, dass die für den mittleren Pegelstand von + 90 cm zu Orsoy berechneten Pegeldifferenzen konstant sind, so musste auch noch die Abhängigkeit derselben von der Wasserstandshöhe untersucht werden. Eine — hier nicht wiedergegebene — Untersuchung des in der „Denkschrift über die Ausführbarkeit einer weiteren Vertiefung des Rheins von Coblenz bis zur niederländischen Grenze 1898“ enthaltenen Spiegelnivellements vom 14. Januar 1897 bei einer Wasserstandshöhe von +190 cm a. P. zu Orsoy ergab, dass dieses mit dem mittleren Stromzustande ungefähr übereinstimmt. Die Pegeldifferenzen nach dem Nivellement vom 14. Januar 1897 können demnach mit den in Tabelle II errechneten mittleren Unterschieden verbunden werden, wie dies in Fig. 2 Blatt 4 geschehen ist. In dieser Darstellung sind die Pegeldifferenzen als Ordinaten zu den Pegelständen Orsoy als Abszissen aufgetragen worden. Aus dem Bilde geht hervor, dass die Gleichwertsbeziehungen zwischen sämtlichen Pegeln — ausgenommen die Differenzen Orsoy-Andernach — mit der Wasserstandshöhe veränderlich sind. Die die errechneten Punkte der Gleichwertsbeziehungen verbindenden Geraden (Fig. 2, Blatt 4) sind des weiteren als die wahren mittleren Pegeldifferenzen angenommen worden.

Vergleich zwischen den
Spiegelnivellements und
dem mittleren Strom-
gefälle.

Für diesen Vergleich kommen, der Ausdehnung der untersuchten Nivellementsstrecken entsprechend, nur die Pegel zu Düsseldorf, Ruhrort und Orsoy in Betracht.

Das Totalgefälle H zwischen zwei Pegeln berechnet sich nach der nebenstehenden Skizze Fig. 1 wie folgt:



p_0, p_1 = Pegelhöhe über N. N.,
 w_0, w_1 = Pegelablesungen,
 $p_0 - p_1 = h$ = Unterschied zwischen
den Pegelnullpunkten,
 $w_0 - w_1$ = Pegeldifferenz.

$$w_0 + p_0 = H + w_1 + p_1,$$

$$\underline{H = h + (w_0 - w_1).}$$

Für die Pegelstrecke Düsseldorf-Ruhrort ist

$$h = 26,45 - 20,15 = 630 \text{ cm,}$$

für die Strecke Ruhrort-Orsoy

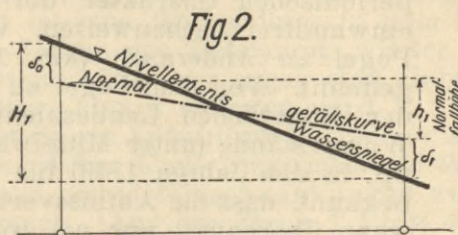
$$h = 20,15 - 17,76 = 239 \text{ cm}$$

und für die Strecke Düsseldorf-Orsoy

$$h = 630 + 239 = 869 \text{ cm.}$$

Die mittlere (gleichwertige) Fallhöhe des Stromes zwischen zwei Pegeln ist der Summe aus den Unterschieden zwischen den Pegelnullpunkten und den gleichwertigen Pegeldifferenzen gleich.

Die Fallhöhen H_1 des Stromes nach den Spiegelnivellements berechnen sich aus dem Normalgefälle h_1 und den Abweichungen δ von diesem wie folgt:



Sind δ_0 und δ_1 die Abweichungen an zwei Pegeln, so ist die Fallhöhe

$$H_1 = h + \delta_0 + \delta_1.$$

Die Normalfallhöhe h_1 beträgt nach Tabelle Ia:

für Düsseldorf-Ruhrort = $(26,700 - 0,036) - (20,670 + 0,045) \approx 5,95 \text{ m}$,

für Ruhrort-Orsoy = $(20,670 + 0,045) - (18,820 - 0,075) \approx 1,97 \text{ m}$,

für Düsseldorf-Orsoy = $5,95 + 1,97 \dots \dots \dots = 7,92 \text{ m}$.

Aus diesen Ableitungen des Totalgefälles stellt sich unter Zuhilfenahme der gleichwertigen Pegeldifferenzen (Fig. 2, Blatt 4) und der Senkungslinien (Blatt 3) die nachstehende Tabelle zusammen, die den allgemeinen Stromzustand während der Aufnahme der drei Spiegelnivellements charakterisiert.

Stromstrecke	Fallhöhe H_1 nach den Spiegelnivellements				Gleichwertige Fallhöhe H.			Abweichungen vom gleichwertigen Zustände $\Delta = H_1 - H$ ± cm	Bemerkungen
	h_1 cm	δ_0 cm	δ_1 cm	H_1 cm	h cm	δ cm	H cm		
a) Nivellement vom Nov. 1897 (+ 38 cm a. P. Ruhrort = + ∞ 107 cm a. P. Orsoy).									
D-R	595	+76	+20	691	630	+53	683	+8	
R-O	197	-20	-5	172	239	-57	182	-10	
D-O	792	+76	-5	863	869	-4	865	-2	
b) Nivellement vom Nov. 1907 (- 2 cm a. P. Ruhrort = + ∞ 67 cm a. P. Orsoy).									
D-R	595	+68	+16	679	630	+54	684	-5	
R-O	197	+3	-16	184	239	-59	180	+4	
D-O	792	+68	+3	863	869	-5	864	-1	
c) Nivellement vom Nov. 1908 (- 47/48 cm a. P. Ruhrort = + ∞ 34 cm a. P. Orsoy).									
D-R	595	+68	+35	698	630	+54	684	+14	
R-O	197	+2	-35	164	239	-61	178	-14	
D-O	792	+68	+2	862	869	-7	862	± 0	

Aus den Unterschieden $\Delta = H_1 - H$ in den letzten Spalten der voraufgegangenen Zusammenstellung geht hervor, dass das Gesamtgefälle zwischen den Pegeln Düsseldorf und Orsoy bei den drei Spiegelnivellements nur um 1 bis 2 cm kleiner gewesen ist, als die mittlere Fallhöhe des Stromes. Die Gefällsaufnahmen geben also im allgemeinen die mittleren Niedrigwasserverhältnisse des Rheins zutreffend wieder. Die Abweichungen der Pegelstände zu Ruhrort von der mittleren Höhenlage erscheinen unmittelbar als Hebungen oder Senkungen des Wasserspiegels. Es erweist sich, dass die Pegelhöhe zu Ruhrort in Bezug auf die Pegelstände zu Orsoy im Jahre 1897 um 10 cm zu tief lag, im Jahre 1907 sich aber bis auf 4 cm über die gleichwertige Mittelhöhe, also um 14 cm gehoben hat. Bei dem

bekanntesten kleinsten Wasserstände vom November 1908 ist der Niedrigwasserstand am Pegel zu Ruhrort dann wieder um 18 cm, d. i. 14 cm unter den gleichwertigen Stand gefallen, und nähert sich damit dem Stromzustand von 1897. Die Fallhöhe des Stromes zwischen den Pegeln Düsseldorf und Orsoy hat trotz der bei der Untersuchung der Spiegelnivellements nachgewiesenen allgemeinen Senkung des Stromes um 8 cm aus den daselbst beregten Gründen keine Änderung erfahren.

Zeitlicher Verlauf der
Wasserstandsveränderungen.

Um den schon aus den bisherigen Feststellungen erkennbaren periodischen Charakter der Wasserstandsveränderungen möglichst einwandfrei nachzuweisen, wurde die Untersuchung noch auf die Pegel zu Andernach (km 111,76) und Wesel (km 311,96) ausgedehnt. Von dem Pegel zu Andernach ist aus der Veröffentlichung der Königlichen Landesanstalt für Gewässerkunde „Gleichwertige Wasserstände (unter Mittelwasser) an den Hauptpegeln des Rheines pp. in den Jahren 1886 bis 1905 — Berlin, den 19. August 1907“, bekannt, dass die Abflussverhältnisse sich hier mindestens seit 1890, wenn überhaupt, nur um wenige Zentimeter verändert haben. Aus diesem Grunde wird auch von der Landesanstalt für Gewässerkunde der Pegel zu Andernach den Untersuchungen über die Gleichwertigkeit der Wasserstände vorangestellt. Ferner wird in der genannten Veröffentlichung mitgeteilt, dass am Pegel zu Orsoy gegenüber dem Andernacher Pegel geringe Veränderungen bis zu etwa 10 cm eingetreten sind, welches Mass auch durch die vorliegende Untersuchung ungefähr nachgewiesen wird. Es schien darum angebracht, den in der Untersuchung unterworfenen Stromstrecke belegenen Pegel zu Orsoy zum Ausgangspunkt der Betrachtung zu wählen. In der Tabelle II sind die nach dem Pegel zu Orsoy genommenen Pegeldifferenzen der daselbst aufgeführten Niedrigwasserbeharrungen angegeben. Setzt man ferner die durch Figur 2 Blatt 4 dargestellten mittleren Beziehungen zwischen den Pegeldifferenzen gleich Null, fasst sie also als Mittelwert aller Beobachtungen auf, so erhält man die in den letzten vier Spalten der Tabelle II berechneten Abweichungen der Einzelbeobachtungen. Ist der Einzelwert einer Pegeldifferenz grösser, als ihn die entsprechende Mittelwertlinie in Figur 2 Blatt 4 angibt, so ist die Abweichung positiv, und umgekehrt. Im ersten Falle liegt eine Zunahme der Fallhöhe vor, die in einer Hebung der oberen Pegelhöhe, oder in einer Senkung des Wasserstandes am Unterpegel besteht. Im zweiten Falle muss entweder eine Senkung am Oberpegel, oder eine Hebung am Unterpegel eingetreten sein. Die berechneten Abweichungen der Pegeldifferenzen von den Mittelwerten sind in Figur 1 Blatt 4 dargestellt, aus welcher der periodische Charakter der Gefällsschwankungen bzw. Wasserstandsveränderungen deutlich erkennbar ist. Man bemerkt, dass der Wasserstand in der Pegelstrecke Ruhrort-Orsoy in dem Zeitraume von 1884 bis 1907 nur sehr geringfügigen Änderungen unterworfen gewesen ist; die Gefällsschwankungen bewegen sich im wellenförmigen Zickzack um die Mittelwertlinie herum; die grössten Abweichungen betragen — von zwei Ausnahmen abgesehen, die wohl auf einen bei der Auswahl der Beharrungsstände nicht vorausgesehenen Einfluss der Nebenflüsse zurückzuführen sein dürften — nur rund + 8 und — 6 cm. In dem gedachten Zeitabschnitte waren also die Wasserstandsverhältnisse an den Pegeln Ruhrort und Orsoy beharrlich und entsprachen dem langjährigen Mittel der Gleichwärtsbeziehungen. Die Beharrlichkeit der Wasserstände ist übrigens in Anbetracht der durch die Spiegelnivellements nachgewiesenen allgemeinen Senkung des Rheins um 8 cm nur relativ; die Senkung des Stromes hat sich ohne Änderungen des Gefälles vollzogen, so dass sie in den Pegelvergleichen nicht in Erscheinung tritt. Nach dem Frühjahrshöchwasser von 1907 ist bei den Niedrigwasserständen der Jahre 1907 bis 1909 ein Rückgang des Gefälles bis zu 14 cm eingetreten, der identisch ist mit der durch die Spiegelnivellements nachgewiesenen lokalen Senkung der Niedrigwasserstände um 15 cm am Pegel zu Ruhrort. Ob aber diese Senkung der Wasserstände als dauernde Erscheinung zu betrachten ist, ist in Ansehung der für die Pegeldifferenzen Orsoy-Düsseldorf und Orsoy-Wesel ermittelten Linien (Figur 1 Blatt 4) höchst unwahrscheinlich. Hier stellt sich heraus, dass besonders in dem Zeitraum 1900 bis 1904 die Wasserstände zu Düsseldorf und Wesel um rund 20 cm gegen das langjährige Mittel zu tief lagen. Aber schon im Jahre 1905 trat eine Rückbildung der Gefällsverhältnisse in dem Sinne ein, dass die Wasserstände am Pegel zu Düsseldorf in die Lage des langjährigen Mittels zurückkehrten und noch gegenwärtig darin be-

harren, während die Pegelhöhen zu Wesel bei demselben Allgemeinverhalten sogar eine vorübergehende Hebung bis zu 14 cm erfuhren. Bemerkenswert ist noch, dass während der Dauer der beregten Wasserstandsveränderungen zu Düsseldorf und Wesel der Strom bei Ruhrort sich in normaler (mittlerer) Höhe hielt. Angesichts dieser vorzüglichen Beispiele für die Veränderlichkeit der Wasserstandsschwankungen, die in abwechselnden Hebungen und Senkungen der Pegelhöhen erkennbar werden, ist mit Sicherheit anzunehmen, dass auch die lokale Senkung des Rheins bei Ruhrort nichts weiter als ein zufälliger Stand des fortwährenden Auf- und Niedergehens des Wasserspiegels ist. Mit grosser Wahrscheinlichkeit ist eine Rückbildung in dem Sinne zu erwarten, dass nach einigen Jahren des Tiefstandes wieder eine Rückkehr der normalen Wasserstandshöhe oder sogar eine Hebung derselben über das langjährige Mittel hinaus eintreten wird.

Sehr bemerkenswerte Aufschlüsse darüber, wie das grundsätzliche Wesen auch des scheinbar Unveränderlichen im Wechsel liegt, liefert der zeitliche Verlauf der Gefällsschwankungen zwischen den Pegeln Orsoy und Andernach. Aus der Figur 1 Blatt 4 geht hervor, dass bis zum Jahre 1903 das Gefälle fast ausschliesslich unter dem langjährigen Mittel verblieb. Die auch hier im wellenförmigen Verlauf auftretenden Schwankungen erreichten ein Grösstmass von -29 cm. Von 1903 ab ist aber eine erhebliche Zunahme des Gefälles eingetreten, die einen Grösstwert von $\sim +50$ cm bei den kleinen Wasserständen des Winters 1908/1909 erreicht. Das absolute Mass der Gefällsschwankung zwischen Andernach und Orsoy beträgt demnach $29 + 50 = 79$ cm. Diese Erscheinung ist gerade in diesem Falle sehr unvermutet, weil die Untersuchungen der Landesanstalt für Gewässerkunde ergeben haben, dass die Beziehungen zwischen den Pegeln Andernach und Orsoy nicht entfernt so grosse Änderungen aufweisen. Recht in die Augen fallend wird der veränderte Stromzustand, wenn man die Pegelstände vom November 1884 mit denen vom November 1908 vergleicht. Im November 1884 (zur Zeit des ersten Rheinnivellements) zeigte während der Beharrung des Niedrigwassers der Pegel zu Andernach $+117$ cm und der Orsoyer Pegel $+85$ cm; bei dem kleinsten Rheinstande im November 1908 wurden bei Andernach $+105$ cm, bei Orsoy dagegen nur $+27$ cm beobachtet. Einem Abfallen des Wasserstandes von nur 12 cm bei Andernach entsprach ein solches von 58 cm bei Orsoy. Die Ursache dieses Phänomens dürfte nur durch eine besonders grosse zeitliche Veränderlichkeit der absoluten Höhenlage des Wasserspiegels bei Andernach zu erklären sein. Denn nimmer kann der Fall eingetreten sein, dass gerade in den Jahren 1906 bis 1909, in welchen das Gefälle Andernach-Orsoy seine grössten Werte erreicht, ein gleichmässiges Sinken der Wasserstände in der Stromstrecke Düsseldorf-Wesel um 50 cm stattgefunden hat, zumal im allgemeinen die Gefälls- und Wasserstandsverhältnisse dieser Stromstrecke in den Jahren 1906/1909 fast genau dem langjährigen Mittel entsprachen. Vielmehr drängt sich der Schluss auf, dass die Wasserstände bei Andernach gegenwärtig eine um etwa $\frac{1}{2}$ m höhere Lage gegenüber dem langjährigen Mittel einnehmen. Weiterhin ist die Ursache dieser Steigerung der Wasserstandshöhen auch nur aus natürlichen Eigenschaften des Stromes heraus zu erklären, da der Ausbau des Rheins bei und kurz unterhalb Andernach im Jahre 1894 beendet wurde, und Strombauarbeiten, auf die sich eine Hebung des Wasserspiegels zurückführen liesse, nachmals nicht ausgeführt worden sind. Dass die Hebung der Niedrigwasserstände bei Andernach dauernder Natur sein könnte, ist ebensowenig wie für einen andern Ort des Stromes anzunehmen, aber man ersieht aus den voraufgegangenen den nackten Tatsachen entsprechenden Darlegungen, dass es nicht angängig war, die Untersuchung über die Veränderung der Niedrigwasserhöhen des Niederrheins auf die Angaben des Andernacher Pegels aufzubauen. Zu bemerken ist noch, dass nach Ausweis der Fig. 1 Blatt 3 der Rhein im Jahre 1897 der langjährigen Mittellage des Wasserspiegels sehr nahe kam; es war darum zulässig, den mittleren Beziehungen zwischen den Pegeldifferenzen (Fig. 2, Blatt 3) das Spiegelnivellement vom 14. Januar 1897 zu unterstellen. Schliesslich sei noch darauf hingewiesen, dass die Veränderung der Wasserstandshöhen am Pegel zu Andernach eingehender und gründlicher durch die Normalgefällskurve erforscht werden könnte. Nur aus Mangel an verfügbarer Zeit musste hier von der Lösung dieser interessanten, aber langwierigen Aufgabe abgesehen werden.

Die Untersuchungen über die Veränderung der Niedrigwasserstände am Pegel zu Ruhrort hat folgendes, kurz zusammengefasstes Ergebnis geliefert:

1. Der Niedrigwasserspiegel des Rheins bei Ruhrort ist im Vergleich zu dem Stromzustande vom November 1897 um 15 cm gesunken. In diesem Mass ist die Gesamtsenkung des Rheins von Uerdingen bis Orsoy von 8 cm mit einbegriffen. Die lokale Senkung bei Ruhrort beträgt demnach nur $15 - 8 = 7$ cm.
2. Über das Mass von 8 cm hinaus lässt sich weder für den Pegel zu Ruhrort noch für einen anderen Ort der untersuchten Rheinstrecke eine dauernde Senkung des Wasserstandes nachweisen. Die Schwankungen des Gefälles in den einzelnen Pegelstrecken sind zeitliche Erscheinungen, die im allgemeinen durch unetstetige Geschiebeablagerungen verursacht werden; sie kommen und gehen mit den Vertiefungen oder Versandungen des Strombettes in der Umgebung der Pegelstelle, das eine Mal Senkungen und das andere Mal Hebungen des Niedrigwasserspiegels hervorrufend. Es bietet also auch in dieser Hinsicht der Längenschnitt des Wasserspiegels ein naturgetreues Abbild der jeweiligen Höhenlage der Stromsohle. Von den zeitlichen Veränderungen der Gleichwärtsbeziehungen zwischen den untersuchten Pegeln des Niederrheins gilt uneingeschränkt dasjenige, was die Landesanstalt für Gewässerkunde auf Seite 4 der früher genannten Veröffentlichung über die diesbezüglichen Verhältnisse in der unregelmässigen Stromstrecke oberhalb Mannheim sagt: „Die Verschiebungen der Bezugslinien stellen sich grossenteils als Schwankungen um eine mittlere Lage dar“.
3. Neben den geschilderten Veränderungen der Wasserspiegelhöhen, die mit der Eigenart des Stromes untrennbar verbunden sind, sind Senkungen der Wasserstandshöhen, die auf künstliche Einschränkungen des Bettes oder Vertiefungen des Strombettes durch Baggerungen usw. zurückgeführt werden könnten, nicht zu erkennen. Die lokalen Senkungen vor Duisburg-Ruhrort bis Alsum hinunter (Fig. 1, Blatt 3) sind zu gleichmässig und stellen fraglos die Wirkung mächtigerer Ursachen dar, als dass sie auf die Stromeinschränkungen durch die Duisburg-Ruhrorter Hafendämme und durch die Be-deichung des Neuenkamp zurückgeführt werden könnten. Ausserdem ist zu beachten, dass in dem untersuchten Zeitabschnitt kein Hochwasser von solcher Höhe eingetreten ist, welches die stauende Wirkung der genannten Einschränkungen voll entfaltet hätte.
4. Die Untersuchung hat ergeben, dass die Beantwortung der Frage nach Wasserstandsveränderungen des Niederrheins nicht auf die Abflussverhältnisse am Pegel zu Andernach aufgebaut werden darf, was z. B. für die letztvergangenen Jahre zu der offenbaren Unmöglichkeit geführt haben würde, dass in der Strecke Düsseldorf-Wesel Senkungen des Wasserstandes um 30–50 cm eingetreten wären. —

Eine besondere Beachtung wird den Wasserstandsverhältnissen zu der Zeit zu widmen sein, wenn der Bergbau unter dem Strom-bette umgeht. Die Darlegungen zeigen, wie schwankend und ver-änderlich die Pegelstände ganz allgemein genommen sind und dass eine verhältnismässig geringfügige Sohlenveränderung des Stromes, wie sie der demnächst umgehende Bergbau hervorrufen wird, keines-wegs gleichzeitig eine Verschiebung der Pegelstände zur Folge haben muss, und umgekehrt etwaige Veränderungen der Pegelstände also nicht ohne weiteres auf denselben zurückgeführt werden dürfen. Mögen die niedergelegten Ergebnisse über den gegenwärtigen Strom-zustand als Anregung zu einer unbefangenen Betrachtung des Natur-waltens im Strome dienen.

Tabelle Ia. Veränderungen des Nivellements-Niedrigwasserspiegels vom November 1907 (−0,02 m a. P. Ruhrort) gegen den Stromzustand vom 16. November 1897 (+0,38 m a. P. Ruhrort) in der Stromstrecke km 228 bis km 293.

km	Nivellement bei +0,38 m a. P. Ruhrort vom 16. Novbr. 1897			Nivellement vom November 1907 bei −0,02 m a. P. Ruhrort			Veränderung des Wasserspiegels + cm	km	Nivellement vom 16. November 1897			Nivellement vom November 1907			Veränderung des Wasserspiegels + cm	Bemerkungen
	Nivellementsordinaten	Normalhöhenlage d. Wasserspiegels	Abweichungen von der Normalhöhe	Nivellementsordinaten	Normalhöhenlage d. Wasserspiegels	Abweichungen von der Normalhöhe			Nivellementsordinaten	Normalhöhenlage d. Wasserspiegels	Abweichungen von der Normalhöhe	Nivellementsordinate	Normalhöhenlage d. Wasserspiegels	Abweichungen von der Normalhöhe		
	m + N. N.	m + N. N.	± cm	m + N. N.	m + N. N.	± cm			m + N. N.	m + N. N.	± cm	m + N. N.	m + N. N.	± cm		
1	2	3	4	5	6	7	8	1	2	3	4	5	6	7	8	
228	29,13	29,13	± 0	28,81	28,81	± 0	0	261	23,53	23,52	+ 1	23,08	23,20	− 12	− 13	Die in fettgedruckten Ziffern eingetragenen Verbesserungen der Abweichungen (Sp. 4, 7 u. 8) ergeben sich wie folgt: z. B.: Bei km 278 liegt nach Bl. 2 das Nivellement um ≈ 17 cm zu hoch; die wirkliche Abweichung des Wasserspiegels von der Normalkurve ist demnach: $-8 - 17 = -25$ cm.
229	28,97	28,97	± 0	—	,65	?	?	262	,41	,37	+ 4	22,96	,05	− 9	− 13	
230	,84	,79	+ 5	28,59	,47	+ 12	+ 7	263	,34	,21	+ 13	,89	22,89	+ 0	− 13	
231	,67	,61	+ 6	,47	,29	+ 18	+ 12	264	,05	,05	± 0	,73	,77	− 4	− 4	
232	,58	,43	+ 15	,33	,11	+ 22	+ 7	265	22,88	22,88	± 0	,51	,56	− 5	− 5	
233	,38	,26	+ 12	,19	27,94	+ 25	+ 13	266	,63	,72	− 9	,23	,40	− 17	− 8	
234	,25	,08	+ 17	28,00	,76	+ 24	+ 7	267	,52	,57	− 5	,04	,25	− 21	− 16	
235	,16	27,89	+ 27	27,88	,57	+ 32	+ 5	268	,42	,40	+ 2	,01	,08	− 7	− 9	
236	,08	,73	+ 35	,80	,41	+ 39	+ 4	269	,30	,25	+ 5	21,90	21,93	− 3	− 8	
237	27,99	,55	+ 44	,65	,23	+ 42	− 2	270	,20	,09	+ 11	,73	,77	− 4	− 15	
238	,87	,39	+ 48	,44	,07	+ 37	− 11	271	21,98	21,93	+ 5	,59	,61	− 2	− 7	
239	,65	,22	+ 43	,28	26,90	+ 48	− 5	272	,74	,77	− 3	,44	,45	− 1	+ 2	
240	,59	,04	+ 55	,20	,72	+ 38	− 7	273	,54	,61	− 7	,16	,29	− 13	− 6	
241	,54	26,87	+ 67	,12	,55	+ 57	− 10	274	37	,45	− 8	,03	,13	− 10	− 2	
242	,45	,70	+ 75	,03	,38	+ 65	− 10	275	,19	,30	− 11	20,84	20,98	− 14	− 3	
243	,31	,52	+ 79	,01	,20	+ 81	+ 2	276	,01	,13	− 12	,62	,81	− 19	− 7	
244	,17	,34	+ 83	26,92	,02	+ 90	+ 7	277	20,89	20,98	− 9	,44	,66	− 22	− 13	
245	26,96	,17	+ 79	,75	25,85	+ 90	+ 11	278	,75	,83	− 8	—	,51	?	?	
246	,70	,00	+ 70	,51	,68	+ 83	+ 13	279	,67	,67	± 0	—	,35	?	?	
247	,60	25,84	+ 76	,34	,52	+ 82	+ 6	280	,59	,51	+ 8	—	,19	?	?	
248	,41	,66	+ 75	,14	,34	+ 80	+ 5	281	,44	,35	+ 9	20,09	,03	+ 6	− 3	
249	,12	,49	+ 63	25,86	,17	+ 69	+ 6	282	,35	,20	+ 15	,01	19,88	+ 13	− 2	
250	25,93	,33	+ 60	,61	,01	+ 60	± 0	283	,24	,05	+ 19	19,88	,73	+ 15	− 4	
251	,73	,15	+ 58	,37	24,83	+ 54	− 4	284	,17	19,89	+ 21	,83	,57	+ 19	− 2	
252	,54	,00	+ 54	,12	,68	+ 44	− 10	285	,03	,74	+ 22	,71	,42	+ 22	± 0	
253	,34	24,83	+ 51	24,90	,51	+ 39	− 12	286	19,87	,58	+ 21	,47	,26	+ 13	− 8	
254	,13	,66	+ 47	,64	,34	+ 30	− 17	287	,67	,44	+ 23	,25	,12	+ 2	− 10	
255	24,91	,49	+ 42	,44	,17	+ 27	− 15	288	,46	,28	+ 10	,04	18,96	+ 0	− 10	
256	,76	,33	+ 43	,21	,01	+ 20	− 23	289	,25	,12	+ 6	18,88	,80	+ 1	− 5	
257	,41	,16	+ 25	,01	23,84	+ 17	− 8	290	,12	18,97	+ 10	,72	,65	+ 2	− 8	
258	,22	,01	+ 21	23,81	,69	+ 12	− 9	291	18,93	,82	+ 7	,51	,50	+ 3	− 10	
259	23,93	23,85	+ 8	,49	,53	− 4	− 12	292	,74	,67	+ 4	,35	,35	+ 0	− 7	
260	,71	,68	+ 3	,25	,36	− 11	− 14	293	,53	,51	+ 0	,14	,19	+ 7	− 7	

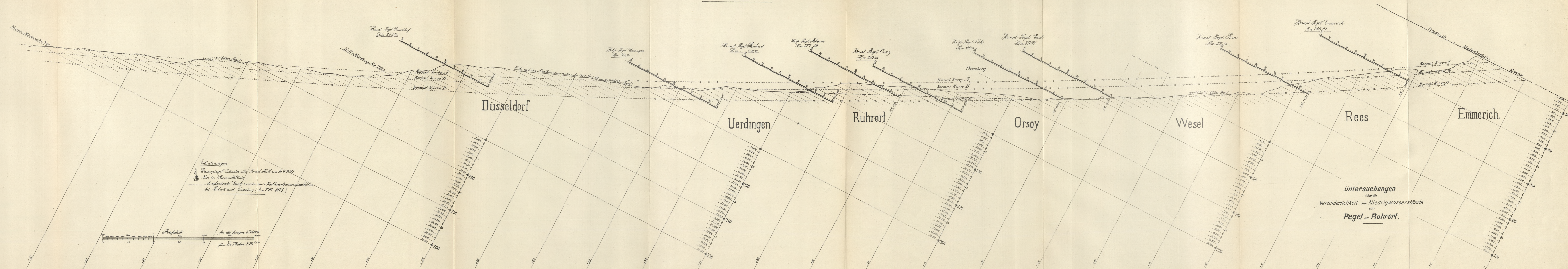
Tabelle Ib. Veränderungen des Nivellements-Niedrigwasserspiegels vom November 1908 (−0,47/0,48 m a. P. Ruhrort) gegen den Stromzustand vom 16. November 1897 (+0,38 m a. P. Ruhrort) in der Stromstrecke km 228 bis km 293.

km	Abweichungen d. Niv. v. 16.11.1897 von der Normalkurve	Nivellement vom November 1908			Veränderungen des Wasserspiegels	km	Abweichungen d. Niv. v. 16.11.1897 von der Normalkurve	Nivellement vom November 1908			Veränderungen des Wasserspiegels	Bemerkungen
		Nivellements-ordinaten	Normalhöhenlage des Wasserspiegels	Abweichungen von der Normallage				Nivellements-ordinaten	Normalhöhenlage des Wasserspiegels	Abweichungen von der Normallage		
		± cm	m + N. N.	m + N. N.				± cm	± cm	m + N. N.		
1	4	5	6	7	8	1	4	5	6	7	8	
228	± 0	28,48	28,48	± 0	0	261	+ 1	22,79	22,87	− 8	− 9	Die Abweichungen in Spalte 4 sind aus der Tabelle Ia entnommen. Ueber die in fettgedruckt. Ziffern eingetragenen Zahlen vergl. Bemerkung zu Tabelle Ia.
229	± 0	,32	,32	± 0	0	262	+ 4	,65	,72	− 7	− 11	
230	+ 5	,18	,14	+ 4	− 1	263	+ 13	,55	,56	− 1	− 14	
231	+ 6	,07	27,96	+ 11	+ 5	264	± 0	,25	,40	− 15	− 15	
232	+ 15	27,96	,78	+ 18	+ 3	265	± 0	,13	,23	− 10	− 10	
233	+ 12	,80	,61	+ 21	+ 9	266	− 9	21,89	,07	− 18	− 9	
234	+ 17	,65	,43	+ 22	+ 5	267	− 5	,68	21,92	− 24	− 19	
235	+ 27	,55	,24	+ 31	+ 4	268	+ 2	,57	,75	− 18	− 20	
236	+ 35	,45	,08	+ 37	+ 2	269	+ 5	,51	,60	− 9	− 14	
237	+ 44	,31	26,90	+ 41	− 3	270	+ 11	,37	,44	− 7	− 18	
238	+ 48	,08	,74	+ 34	− 14	271	+ 5	,18	,28	− 10	− 15	
239	+ 43	26,93	,57	+ 36	− 7	272	− 3	20,93	,12	− 19	− 16	
240	+ 55	,84	,39	+ 45	− 10	273	− 7	,71	20,96	− 25	− 18	
241	+ 67	,76	,22	+ 54	− 13	274	− 8	,57	,80	− 23	− 15	
242	+ 75	,70	,05	+ 65	− 10	275	− 11	,32	,65	− 33	− 22	
243	+ 79	,67	25,87	+ 80	+ 1	276	− 12	,06	,48	− 42	− 30	
244	+ 83	,55	,69	+ 86	+ 3	277	− 9	19,95	,33	− 38	− 29	
245	+ 79	,42	,52	+ 90	+ 11	278	− 25	,81	,18	− 37	− 12	
246	+ 70	,21	,35	+ 86	+ 16	279	− 18	,68	,02	− 34	− 16	
247	+ 76	,02	,19	+ 83	+ 7	280	− 9	,58	19,86	− 28	− 19	
248	+ 75	25,79	,01	+ 78	+ 3	281	− 5	,47	,70	− 23	− 18	
249	+ 63	,53	24,84	+ 69	+ 6	282	+ 2	,38	,55	− 17	− 19	
250	+ 60	,27	,68	+ 55	− 5	283	+ 8	,26	,40	− 14	− 22	
251	+ 58	,05	,50	+ 55	− 3	284	+ 21	,15	,24	− 9	− 30	
252	+ 54	24,79	,35	+ 44	− 10	285	+ 22	,07	,09	− 2	− 24	
253	+ 51	,55	,18	+ 37	− 14	286	+ 21	18,92	18,93	− 1	− 22	
254	+ 47	,30	,01	+ 29	− 18	287	+ 12	,77	,79	− 2	− 14	
255	+ 42	,07	23,84	+ 23	− 19	288	+ 10	,66	,63	+ 3	− 7	
256	+ 43	23,83	,68	+ 15	− 28 ?	289	+ 6	,48	,47	+ 1	− 5	
257	+ 25	,60	,51	+ 9	− 16	290	+ 10	,35	,32	+ 3	− 7	
258	+ 21	,42	,36	+ 6	− 15	291	+ 7	,17	,17	± 0	− 7	
259	+ 8	,14	,20	− 6	− 14	292	+ 4	17,98	,02	− 4	− 8	
260	+ 3	22,99	,03	− 4	− 7	293	± 0	,75	17,86	− 11	− 11	

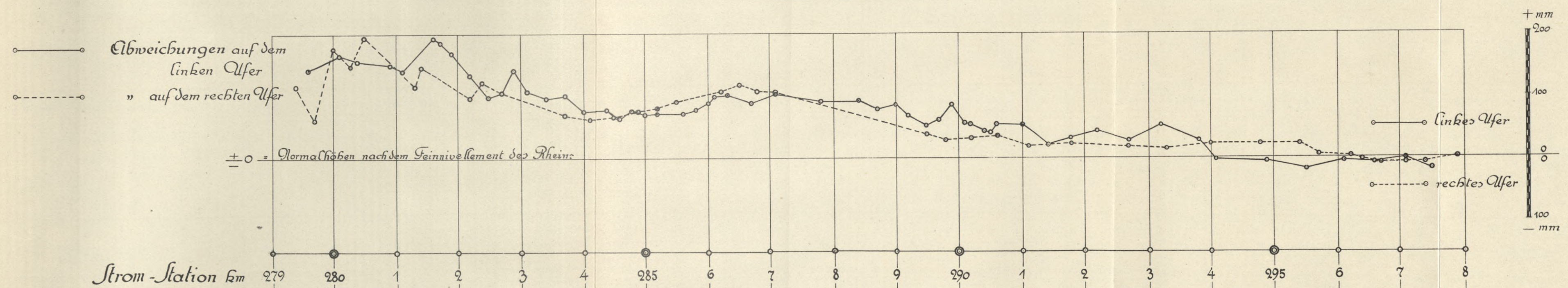
+ = Hebung des W. Sp.
− = Senkung des W. Sp.

Normalgefällskurve des Rheins

vonder Wuppermündung bis zur niederländischen Grenze (Km 199,5 bis 363,5)

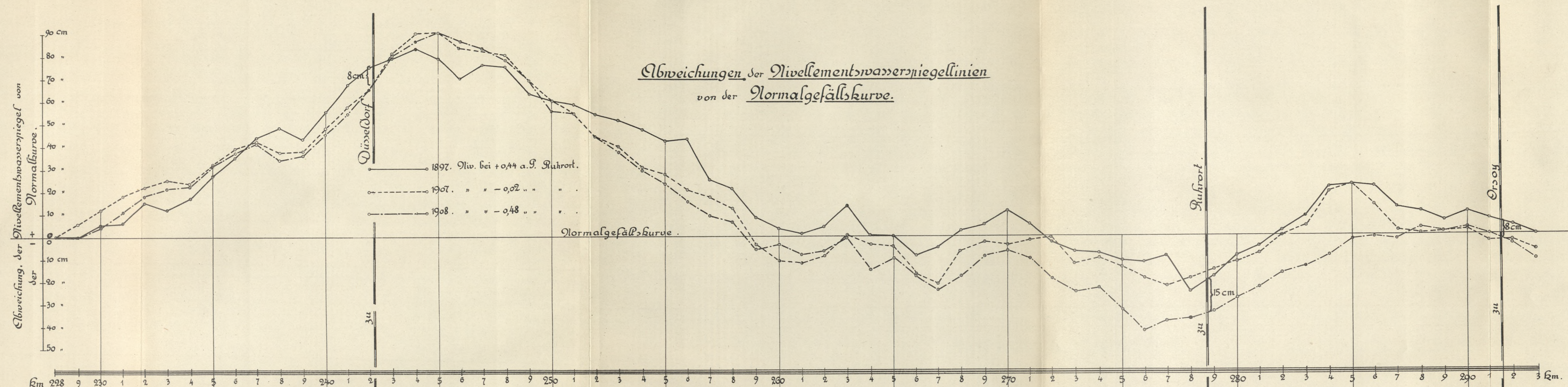


Abweichungen der Rheinfestpunkthöhen nach dem Nivellement von 1884/85 von den durch das Feinnivellement des Rheins bestimmten Normalhöhen.



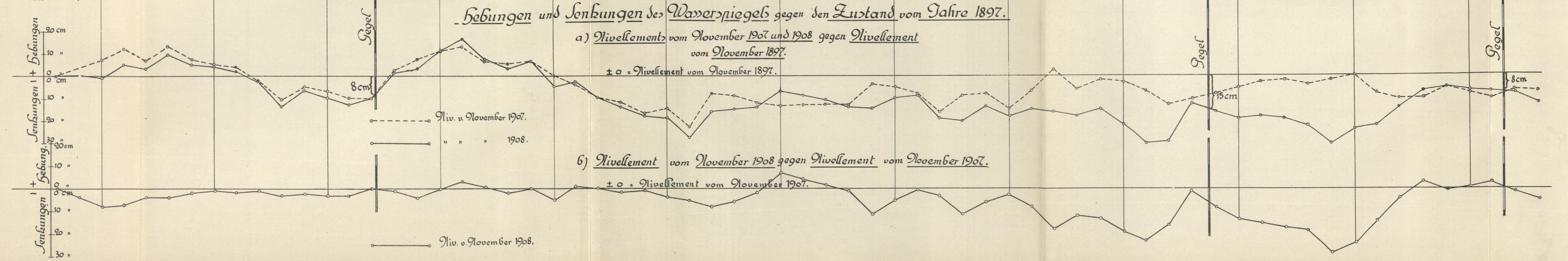
Nivellementzug auf dem linken Ufer	Der Markstein liegt	Strom-Station km	
		zu hoch = +	zu tief = - (in mm)
		279	280
		1	2
		3	4
		5	6
		7	8
		9	10
		11	12
		13	14
		15	16
		17	18
		19	20
		21	22
		23	24
		25	26
		27	28
		29	30
		31	32
		33	34
		35	36
		37	38
		39	40
		41	42
		43	44
		45	46
		47	48
		49	50
		51	52
		53	54
		55	56
		57	58
		59	60
		61	62
		63	64
		65	66
		67	68
		69	70
		71	72
		73	74
		75	76
		77	78
		79	80
		81	82
		83	84
		85	86
		87	88
		89	90
		91	92
		93	94
		95	96
		97	98
		99	100
		101	102
		103	104
		105	106
		107	108
		109	110
		111	112
		113	114
		115	116
		117	118
		119	120
		121	122
		123	124
		125	126
		127	128
		129	130
		131	132
		133	134
		135	136
		137	138
		139	140
		141	142
		143	144
		145	146
		147	148
		149	150
		151	152
		153	154
		155	156
		157	158
		159	160
		161	162
		163	164
		165	166
		167	168
		169	170
		171	172
		173	174
		175	176
		177	178
		179	180
		181	182
		183	184
		185	186
		187	188
		189	190
		191	192
		193	194
		195	196
		197	198
		199	200

Untersuchungen
über die
Veränderlichkeit der Niedrigwasserstände
am
Pegel zu Ruhrort.

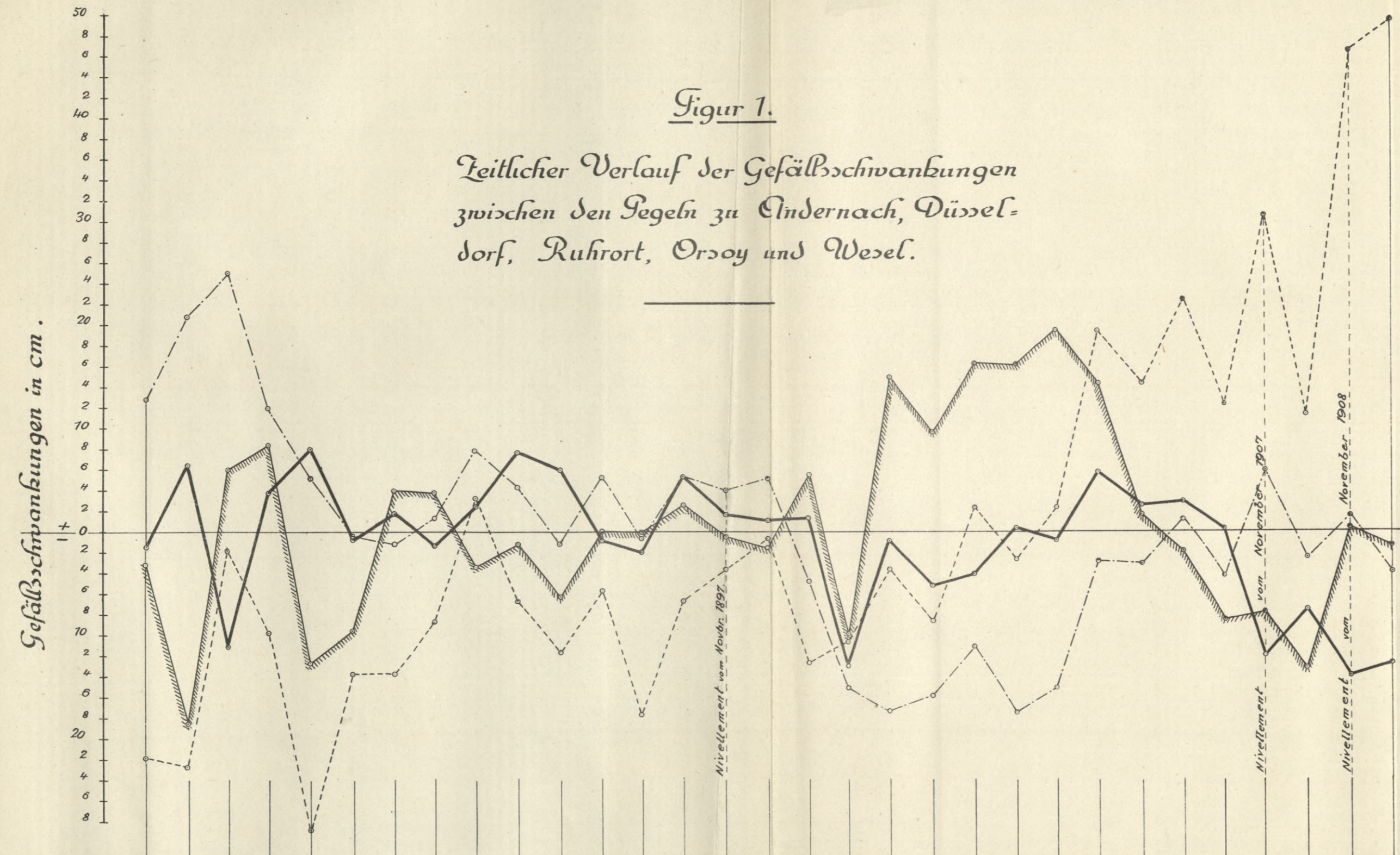


Untersuchungen
über die
Veränderlichkeit der Niedrigwasserstände am Pegel zu Ruhrort.

Maßstab für die
Längen: 1cm = 1km.
Höhen: 1cm = 10cm.



Untersuchungen über die Veränderlichkeit der Niedrigwasserstände am Pegel zu Ruhrort.



Figur 1.

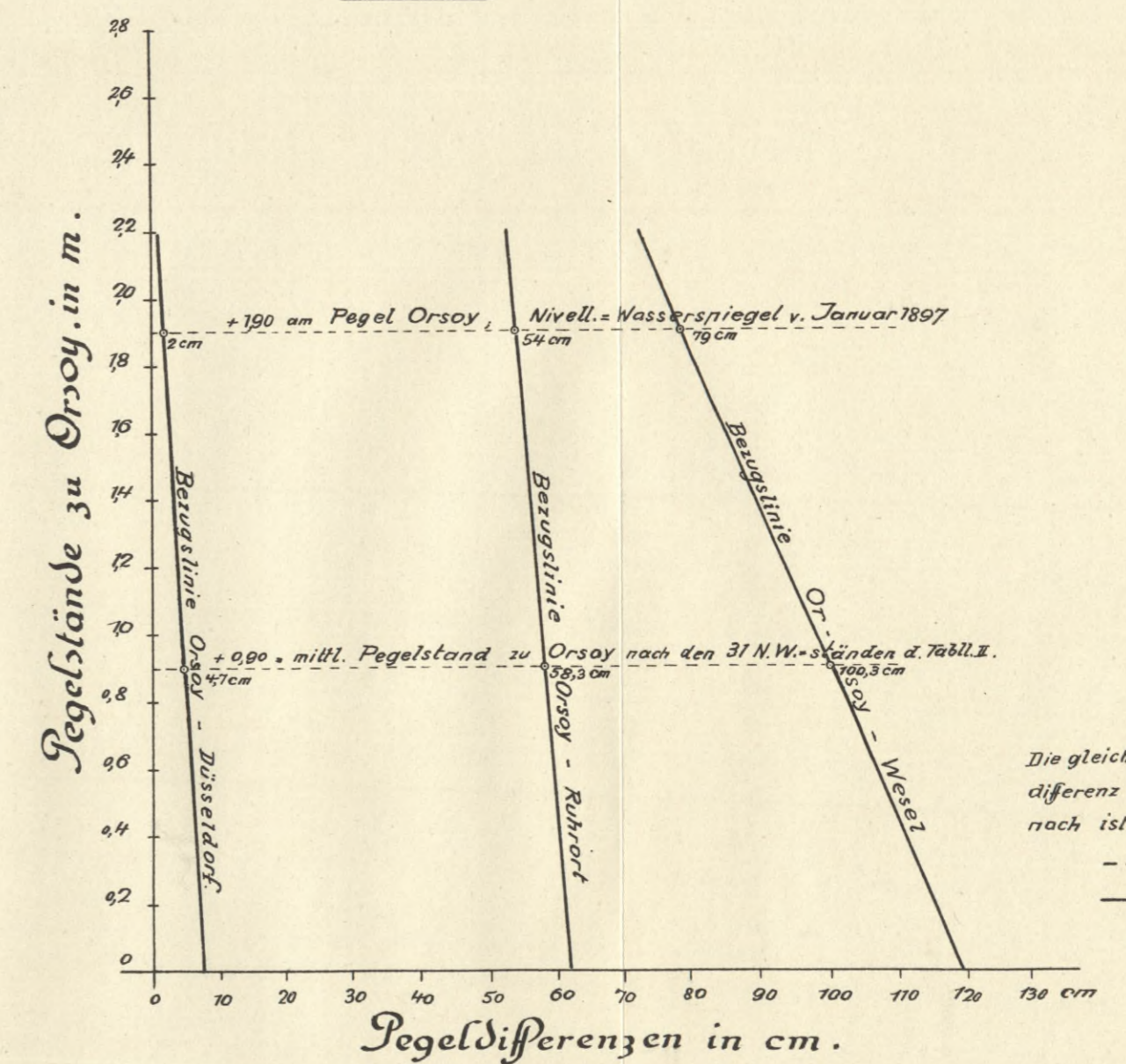
Zeitlicher Verlauf der Gefällschwankungen zwischen den Pegeln zu Andernach, Düsseldorf, Ruhrort, Orsoy und Wesel.

Nr. d. Beobacht. (Tabelle)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	
Wasserst. a. Peg. zu Orsoy in cm	85	86	115	108	144	93	124	109	89	105	122	72	104	113	84	78	117	54	96	84	78	139	121	83	89	30	93	50	62	27	42	
Datum der Beobachtung	Novem. ber. 1884	Janu. ar. 1885	Okto. ber. 1886	Okto. ber. 1887	Febr. März 1888	Janu. ar. 1889	März 1890	Novbr. 1891	Septem. ber. 1893	April 1894	Dezem. ber. 1894	Okto. ber. - Novbr. 1895	Febr. März 1896	Januar Febr. 1897	Januar 1897/98	Novbr. 1899	Okto. April 1899	Dezem. 1899	Septem. Oktob. 1900	Januar Febr. 1901	Novbr. Dezbr. 1902	Febr. ar. 1903	Okto. 1903	Aug. 1904	Januar 1905	Novbr. 1906	Febr. ar. 1907	Okto. 1907	Januar 1908	Novem. ber. 1908	März 1909	
Bewertung der Beharrungszustände	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□	□

Erläuterung:
 — Orsoy - Ruhrort
 ▨ " - Wesel
 - - - " - Andernach
 . . . " - Düsseldorf
 □ Beharrung von mittl. Dauer (2-3 Tage).
 ◡ Kurze Beharrung (wandernder Scheitel).
 — Beharrung von längerer Dauer (> 4 Tage).

Figur 2.

Darstellung der gleichwertigen Pegeldifferenzen.



Die gleichwertige Pegeldifferenz Orsoy - Andernach ist konstant = 53,8 cm.

WYDZIAŁY POLITECHNICZNE KRAKÓW

BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. Inw.

33576

Kdn., Czapskich 4 — 678. 1. XII. 52. 10.000

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000305832