

1951

Wasserstandsänderungen in der Ostsee in den letzten 100 Jahren¹⁾

Von Julius GAYE, Hamburg.

Mit 13 Abbildungen.

Vorbemerkungen:

1) Um den Einfluß der 18,6jährigen Periode der Neigung der Mondbahn zum Erdäquator auszuschalten, sind von allen ausgewerteten Wasserstandsbeobachtungen 19jährige Mittel gebildet, die in den zeichnerischen Darstellungen als übergreifende Mittel eingetragen sind.

2) Das Abflußjahr reicht vom 1. November bis zum 31. Oktober des folgenden Jahres.

3) Mittlerer Wasserstand — MW — ist der aus einer längeren Reihe von zeitlich gleichabständigen Wasserstandsbeobachtungen berechnete Mittelwert (siehe Gezeitentafel 1945, S. 13).

I.

A. Die „Mittleren Wasserstände“ der Abflußjahre in der Ostsee.

In Abb. 1 sind alle Pegel der Ostsee eingetragen, die in der vorliegenden Arbeit untersucht sind.

In Abb. 2 und 3 sind die Änderungen des „Mittleren Wasserstandes“ der Abflußjahre an den deutschen, finnischen und schwedischen Ostseepegeln dargestellt. Aus den Auftragungen ergibt sich folgendes:

1) An allen Pegeln ist der Verlauf des Wasserstandes gleichgänglich, d. h. Erhöhungen und Senkungen treten im allgemeinen zu gleicher Zeit an allen Pegeln auf. Diese Gleichgängigkeit des Wasserstandes an zahlreichen Pegeln der gesamten Ostsee ist als Beweis für die Richtigkeit der Auftragungen anzusehen.

2) An den Pegeln Swinemünde und Kolberg schwankt der Jahres-MW-Stand von 1811/29 bis 1860/78 nur um wenige Zentimeter. Er bleibt in dieser Zeitspanne annähernd horizontal.

Von 1860/78 ab steigt der Jahres-MW an den Pegeln Swinemünde, Kolberg und Pillau langsam an, Kolberg holt Swinemünde um 1890/1908 ein, während Pillau Swinemünde um einige Zentimeter überholt. Das bedeutet, daß der Jahres-MW-Stand in Kolberg und Pillau stärker angestiegen ist als in Swinemünde. Der Wasserstand an den Pegeln Arkona, Barhöft, Marienleuchte und Warnemünde steigt etwa so wie in Swinemünde.

¹⁾ In seinem Aufsatz „Gegenwärtige Küstenhebung im Ostseeraum“ (Mitt. der Geographischen Gesellschaft in Hamburg Band XLIX, 1950) hat FRITZ MODEL, Hamburg ein ähnliches Thema behandelt. Aus Raumgründen ist eine Auseinandersetzung mit dieser Arbeit in dem vorliegenden Aufsatz nicht möglich.



Abbildung 1.

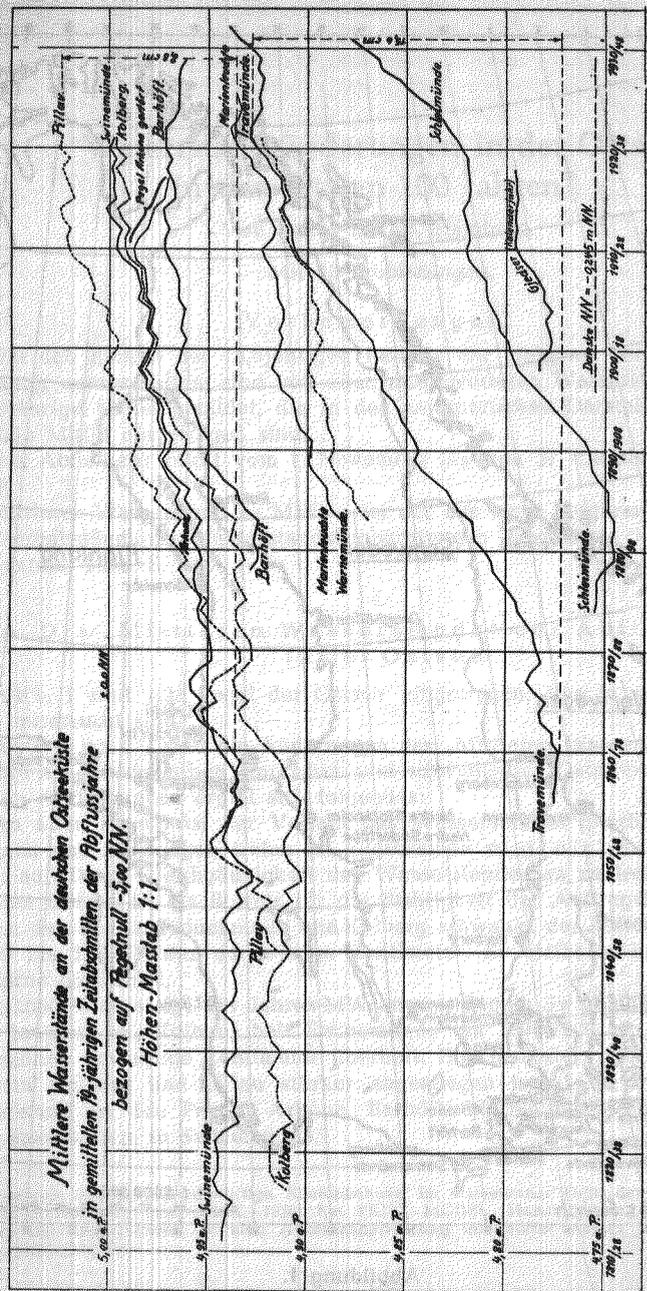


Abbildung 2.

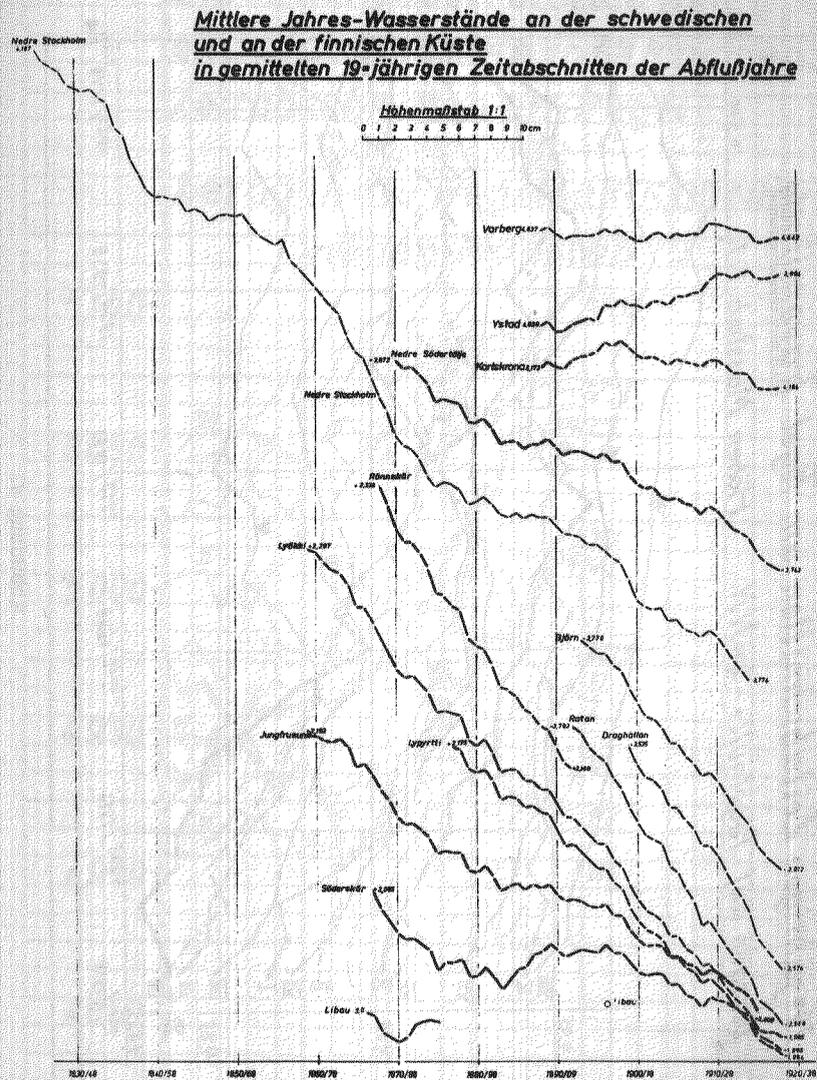


Abbildung 3.

*Die Mittelwasserstände der einzelnen Monate in
19-jährigen Zeitabschnitten am Pegel Travemünde,*

bezogen auf Pegelnull = -500 NN.

Höhen Maßstab 1:1.

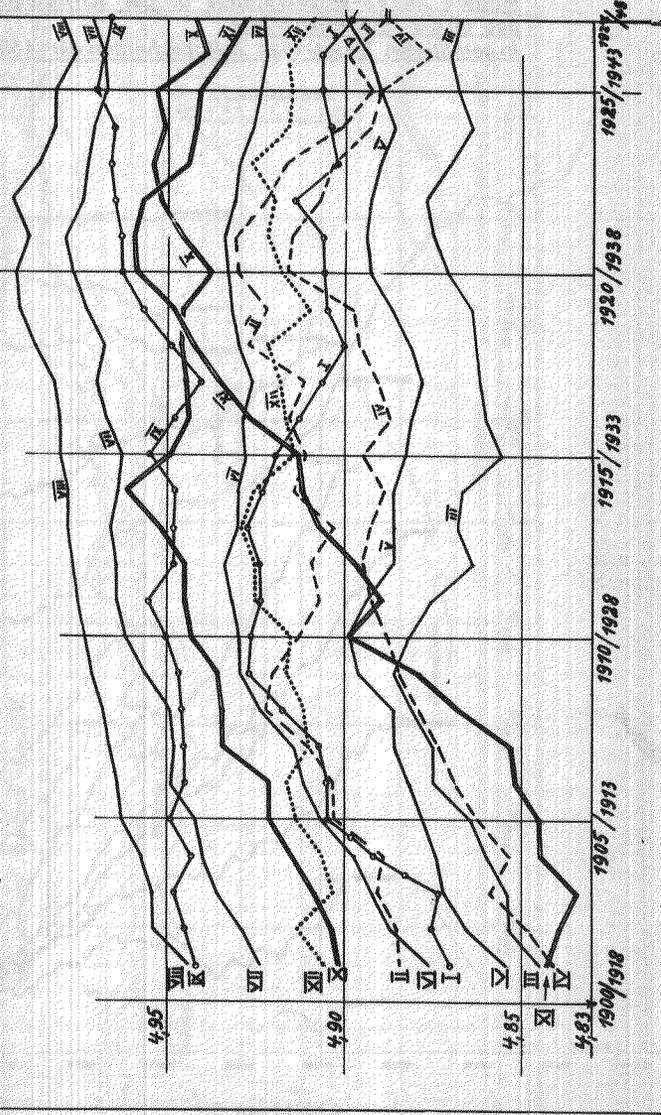


Abbildung 4.

*Die Mittelwasserstände der
einzelnen Monate in 19-jährigen
Zeitabschnitten am Pegel
Swinemünde
bezogen auf Pegelnull = 5,00 NN
Höhen Maßstab 1:1*

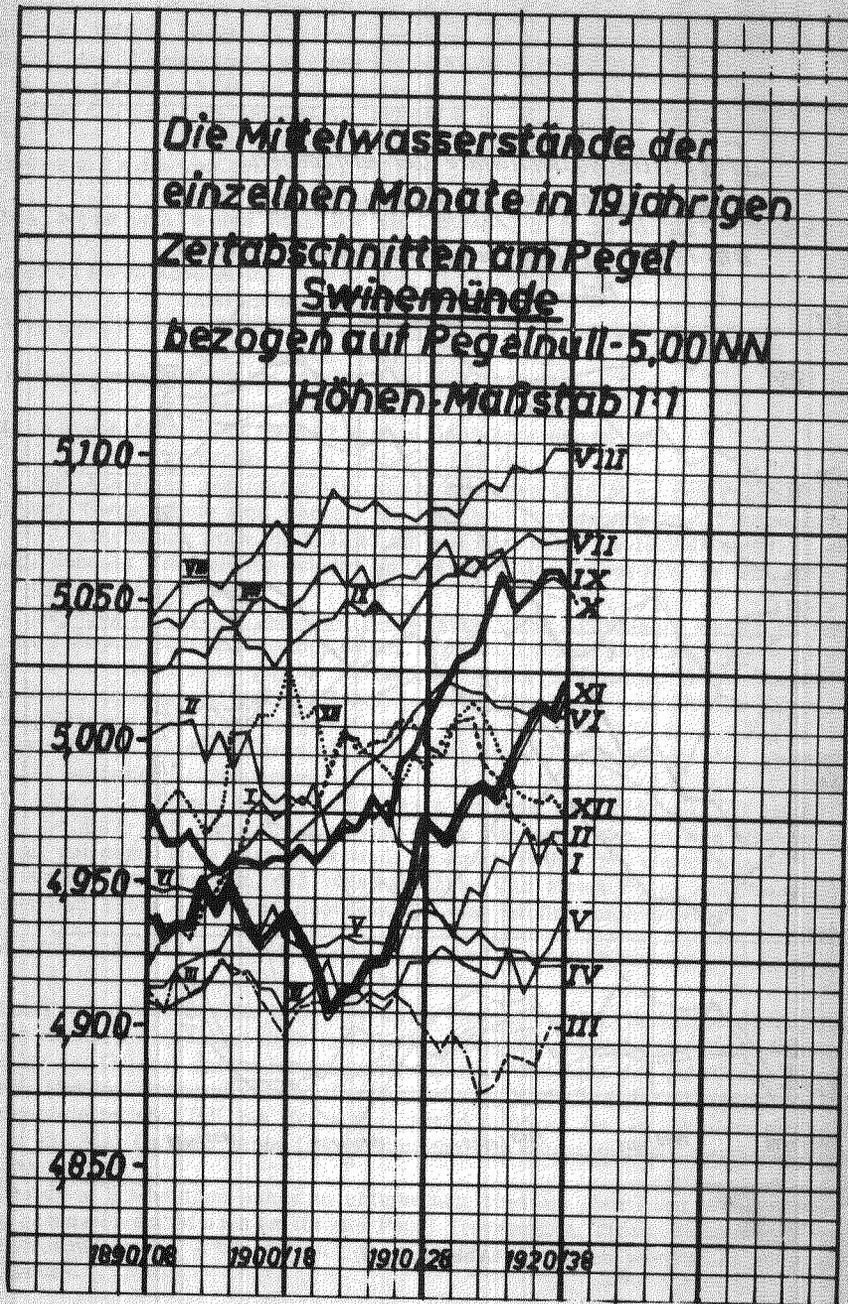


Abbildung 5.

Die Mittelwasserstände der einzelnen Monate in 19-jährigen Zeitabschnitten am Pegel Pillau, bezogen auf Pegelnull = 500 NN.

Höhen Masstab 1:1.

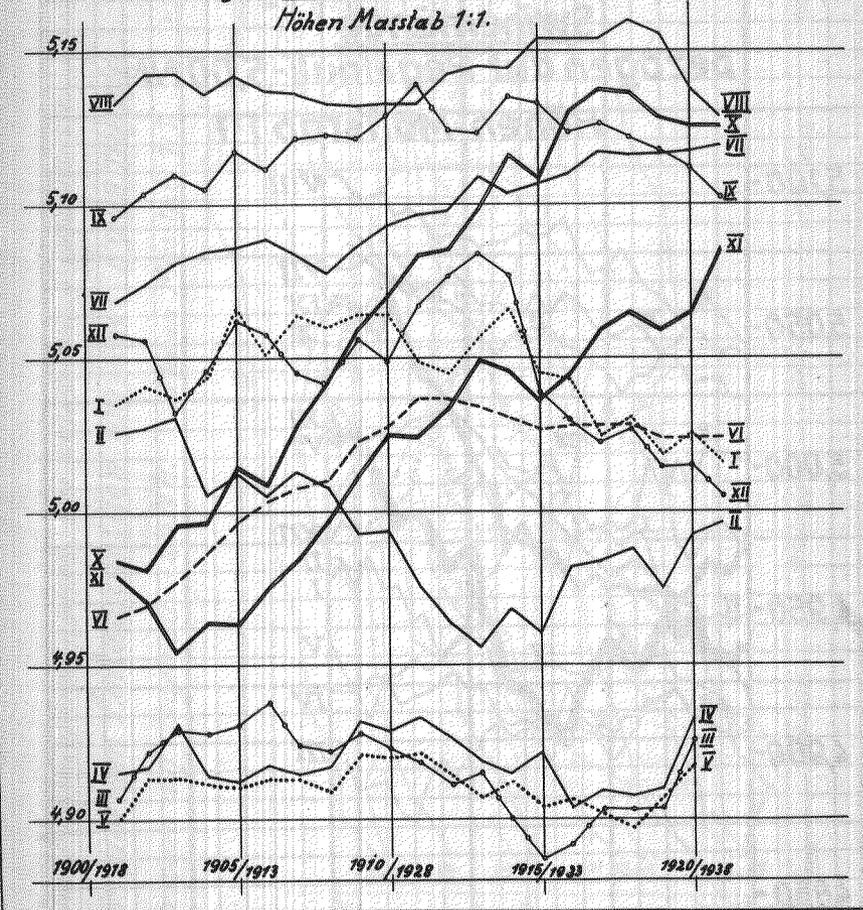


Abbildung 6.

Andererseits ist das Jahres-MW an den Pegeln Travemünde und Schleimünde seit etwa 1860/78 wesentlich stärker gestiegen als in Swinemünde, Barhöft, Marienleuchte und Warnemünde, ja sogar als in Kolberg und Pillau.

So hat sich der „Mittlere Jahreswasserstand“ gehoben in:

- Schleimünde von 1880/98 bis 1929/47 d.h. in 49 Jahren um 120 mm oder in einem Jahr um 2,45 mm,
- Travemünde von 1860/78 bis 1921/38 d.h. in 61 Jahren um 156 mm oder in einem Jahr um 2,56 mm,
- Marienleuchte von 1883/1901 bis 1922/40 d.h. in 39 Jahren um 56 mm oder in einem Jahr um 1,43 mm,
- Barhöft von 1880/98 bis 1914/32 d.h. in 34 Jahren um 48 mm oder in einem Jahr um 1,41 mm,
- Swinemünde von 1860/78 bis 1914/32 d.h. in 54 Jahren um 58 mm oder in einem Jahr um 1,07 mm,
- Kolberg von 1860/78 bis 1914/32 d.h. in 54 Jahren um 78 mm oder in einem Jahr um 1,44 mm,
- Pillau von 1860/78 bis 1914/32 d.h. in 54 Jahren um 88 mm oder in einem Jahr um 1,63 mm.

4) Das Ansteigen des Jahres-MW klingt seit etwa 1910/28 an den Pegeln Pillau, Kolberg, Swinemünde und Barhöft ab, hält bei Travemünde und Marienleuchte sowie Warnemünde noch bis 1922/40 an und hört dann bis 1929/47 ebenfalls auf, steigt dann in Travemünde wieder an, während das Jahres-MW in Schleimünde seit 1920/38 stark ansteigt.

5) Dagegen fällt der „Mittlere Wasserstand“ der Abflußjahre an den finnischen Pegeln Söderskär, Jungfrusund, Lypyrtti, Lyökki, Rönnskär einerseits und den schwedischen Pegeln Karlskrona, Nedre Södertälje, Nedre Stockholm und Ratan andererseits um so stärker, je weiter die Pegel nach Norden liegen.

Ein Vergleich der Abbildungen 2 und 3 zeigt, wieviel stärker das Fallen des Wasserstandes an den schwedischen und finnischen Pegeln ist als das Ansteigen an den deutschen Ostseepegeln.

Dieses Fallen des MW ist jedoch nur scheinbar. Es ist allgemein bekannt, daß Fennoskandien sich hebt. Das zeigt sich an den Pegeln, die ja fest mit dem Lande verbunden sind, an einem Fallen der Wasserstände.

6) Es hat den Anschein, daß zwischen Libau und einem Punkt zwischen Karlskrona und Ystad eine Zone liegt, um die eine großräumige Scholle kippt.

B. Die „Mittleren Wasserstände“ der einzelnen Monate in der Ostsee.

HAHN und RIETSCHEL haben in ihrem Bericht zur VI. Baltischen Hydrologischen Konferenz im Jahre 1938 in Lübeck: „Langjährige Wasserstandsbeobachtungen an der Ostsee“ darauf hingewiesen, daß das Ansteigen des „Mittleren Jahreswasserstandes“ in erster Linie offenbar auf das Verhalten der Wasserstände im Sommervierteljahr Juli bis September zurückzuführen ist. Im Wintervierteljahr März bis Mai ist nach ihren Untersuchungen ein entsprechendes Ansteigen nicht zu beobachten.

Um diese Erscheinung näher zu untersuchen, sind die „Mittleren Wasserstände“ der einzelnen Monate für die Pegel Travemünde, Pillau, Swinemünde und Jungfrusund in den Abbildungen 4 bis 7 aufgetragen worden. Es zeigt sich folgendes:

1. Das Steigen bzw. Fallen der Wasserstände geht im Laufe einer längeren Beobachtungszeit in den einzelnen Monaten nicht gleichmäßig vor sich.
2. Bei allen Pegeln ist seit etwa 1902/20 ein besonders starkes Ansteigen im Oktober und November zu beobachten.
3. Die höchsten „Mittleren Monatswasserstände“ treten im allgemeinen im August, zeitweise auch im Juli, am Pegel Jungfrusund auch kurze Zeit im September oder Dezember auf. Die niedrigsten „Mittleren Monatswasserstände“ sind an fast allen Pegeln im März oder Mai zu beobachten.
4. Der Höhenunterschied zwischen den höchsten und niedrigsten „Mittleren Monatswasserständen“ ist im Westen der Ostsee am geringsten, im Osten am höchsten.
5. Im Laufe der Zeit nimmt der Höhenunterschied zwischen den höchsten und niedrigsten „Mittleren Monatswasserständen“ zu.

C. Der Jahrgang der „Mittleren Monatswasserstände“.

Trägt man die „Mittleren Monatswasserstände“ in der Reihenfolge der Monate auf, so erhält man den „Jahrgang“ an den einzelnen Pegeln. An diesen Auftragungen erkennt man die unter B, Punkt 1 bis 5 ermittelten Feststellungen besonders deutlich.

Abb. 8 zeigt den Jahrgang des „Mittleren Wasserstandes“ am Pegel Swinemünde in den beiden Zeitspannen

- a) 1816/34 bis 1825/43,
- b) 1912/30 bis 1921/39.

Es tritt sehr klar hervor:

1. in der Zeitspanne 1816/34 bis 1825/43 die regelmäßige Wiederholung der Senken im März und Mai sowie der Spitzen im April, Juli und Dezember,
2. in der Zeitspanne 1912/30 bis 1921/39 die regelmäßige Wiederholung der Senke im März, der Spitze im August,
3. infolge des starken Ansteigens der Wasserstände im Oktober und November verschwindet im Laufe der Zeit die mit (a) bezeichnete Senke im Jahrgang. Der Jahrgang nimmt allmählich eine andere Form an, die im Zeitabschnitt 1912/30 bis 1921/39 viel ausgeglichener ist als im Zeitabschnitt 1816/34 bis 1825/43.
4. Der Höhenunterschied zwischen niedrigstem und höchstem Monatswasserstand, d. h. die Amplitude des Jahrganges nimmt stark zu. Während der niedrigste Wasserstand innerhalb der beiden Zeitspannen im allgemeinen zwischen 4,87 und 4,91, im Mittel auf 4,89 am Pegel liegt, steigt der höchste Wasserstand von etwa + 5,00 a. P. auf + 5,09 a. P., d. h. die Amplitude wächst allein infolge des Ansteigens der höchsten Wasserstände von 11 cm auf 20 cm. Damit hebt sich auch der „Mittlere Wasserstand des Abflußjahres“ von rd. 4,945 auf rd. 4,998 am Pegel, d. h. um 53 mm.

In Abb. 9 ist der Jahrgang des „Mittleren Wasserstandes“ an den Pegeln Pillau, Swinemünde und Travemünde in den Zeitspannen

- a) 1901/19 bis 1904/22,
- b) 1918/36 bis 1921/39

dargestellt.

An allen drei Pegeln verläuft der Wasserstand durchaus gleichgänglich, doch treten die Senken und Spitzen am Pegel Travemünde besonders stark hervor. Das Verschwinden der Senke (a) ist bei allen drei Pegeln zu beobachten. Die Zunahme

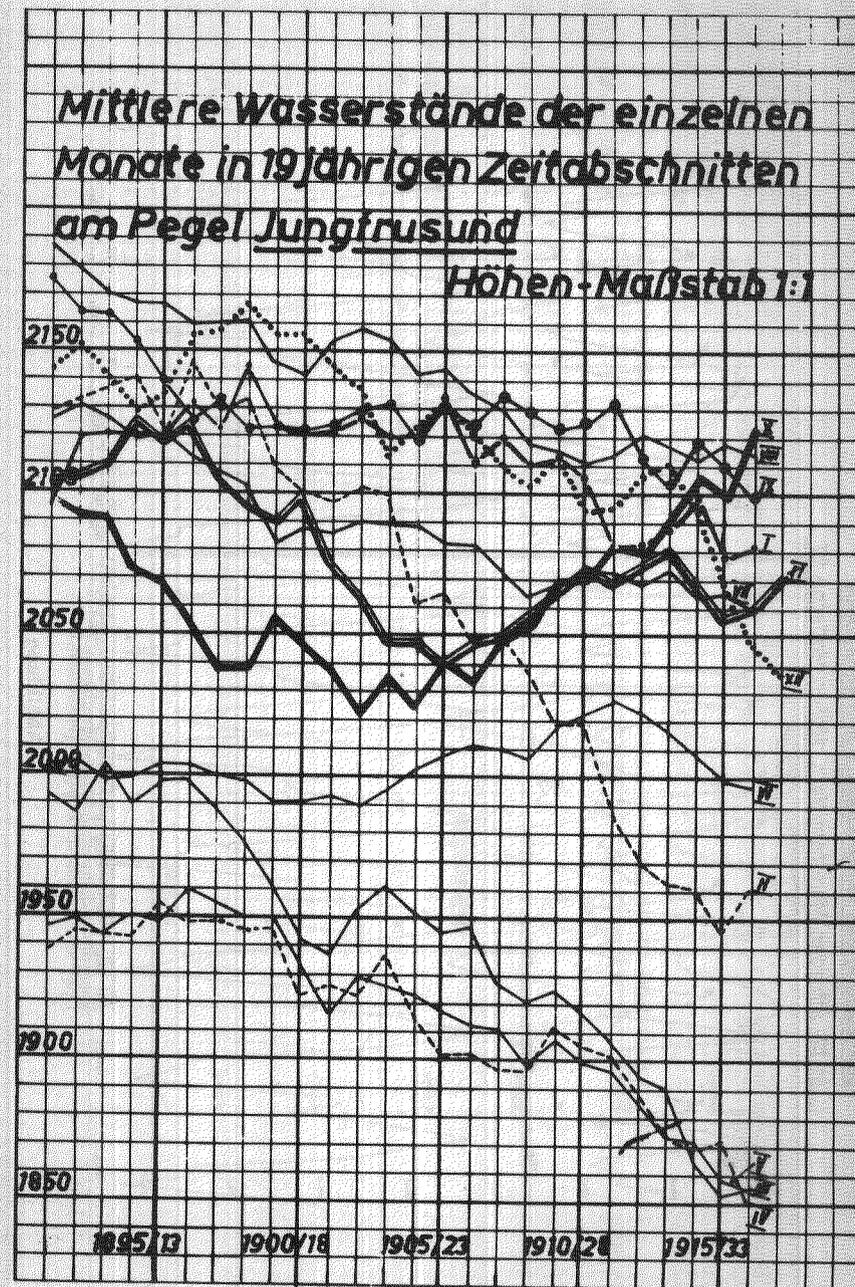


Abbildung 7.

**Jahresgang des Mittelwassers in Swinemünde
in 19-jährigen Monatsmitteln. Höhen-Maßstab 1:1**

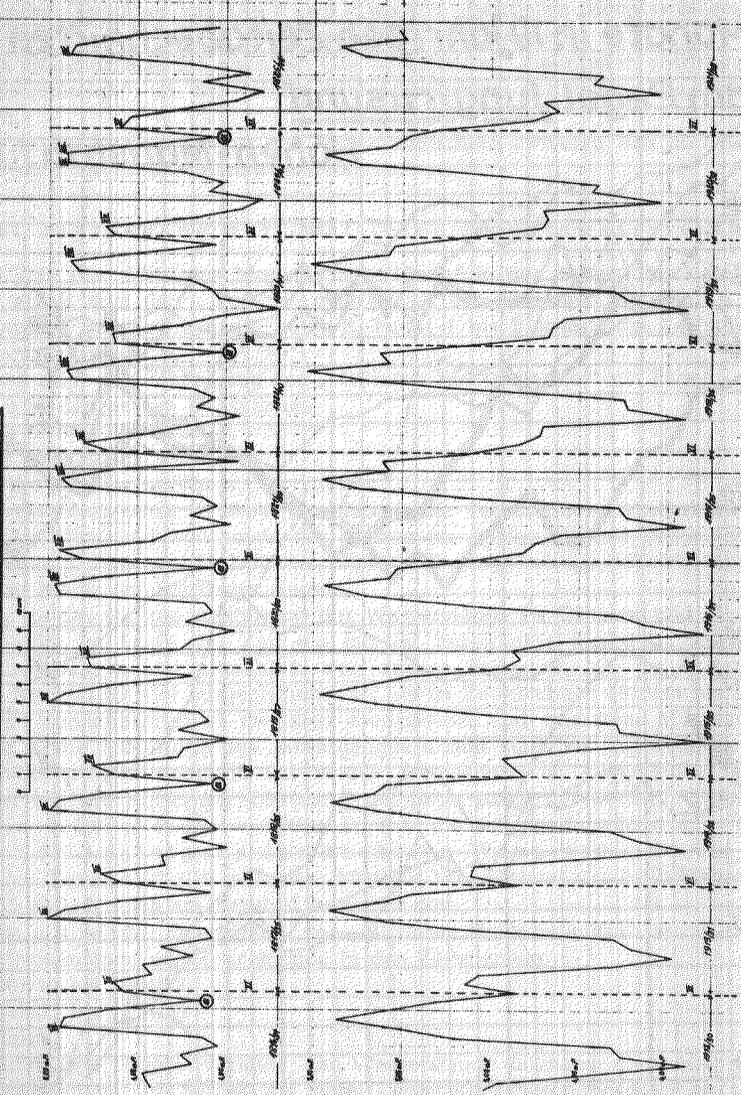
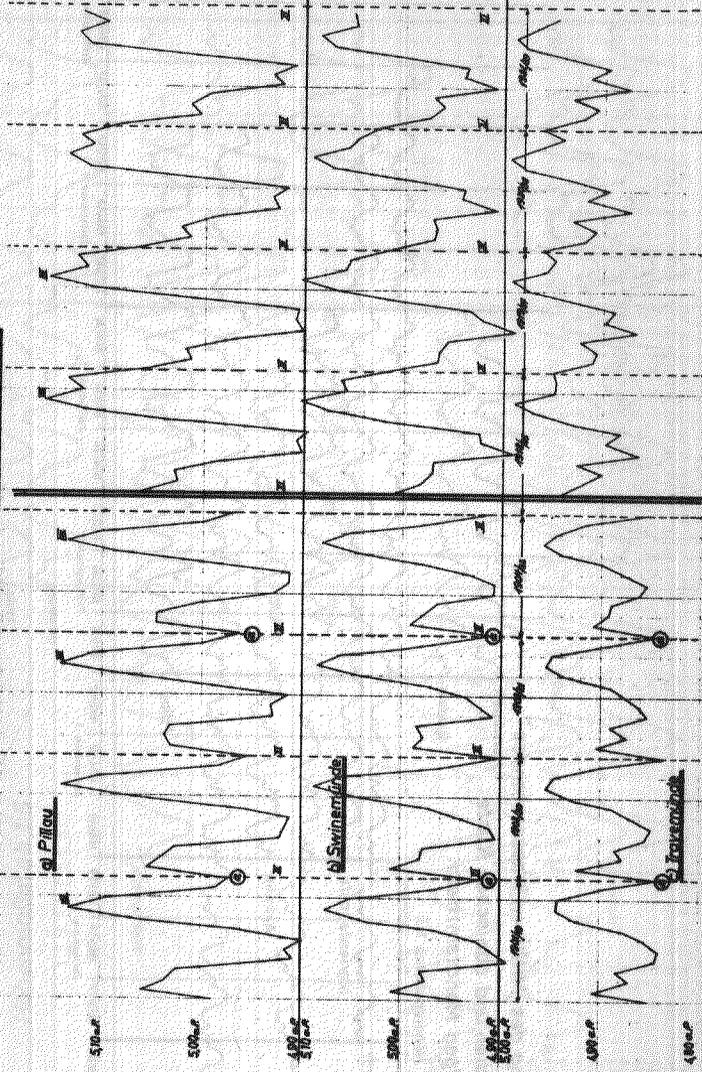


Abbildung 8.

**Jahresgang des Mittelwassers
in 19-jährigen Monatsmitteln: Höhen-Maßstab 1:2**



Gefälle an der deutschen Ostseeküste bei höchstem und niedrigstem Wasserstand.

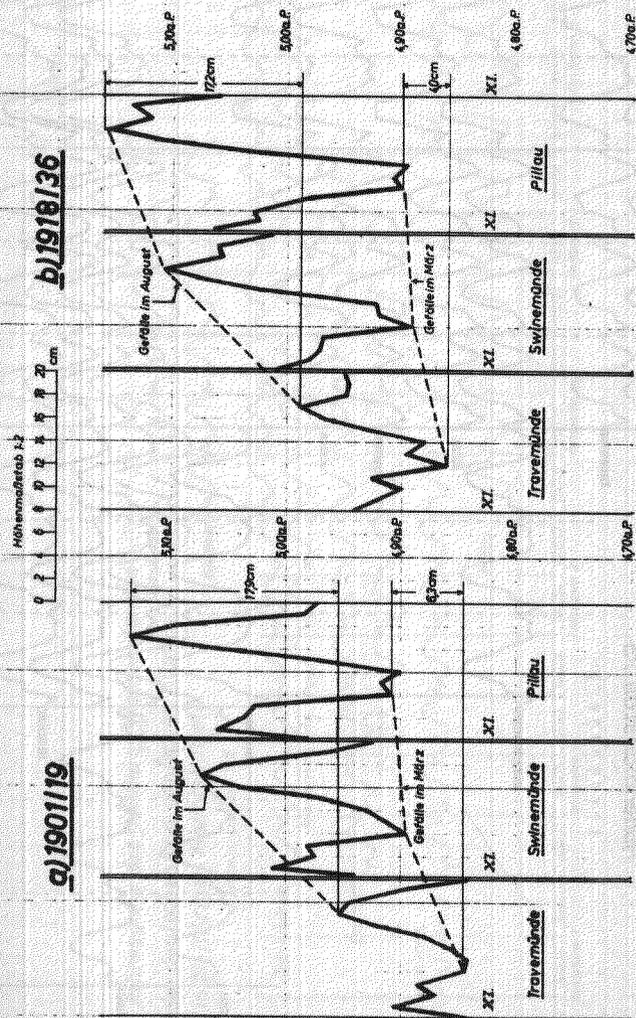


Abbildung 12.

der Amplitude vom Westen nach dem Osten ist deutlich zu erkennen. Auch die zeitliche Zu- und Abnahme der Amplitude fällt trotz der kurzen Zeitspanne ins Auge. Auffällig ist bei Travemünde die Hebung des gesamten Jahresganges.

Die Abbildungen 10 und 11 zeigen, daß der Jahresgang des „Mittleren Wasserstandes“ an allen beobachteten deutschen, dänischen, finnischen und schwedischen Pegeln, d.h. in der gesamten Ostsee nahezu gleichgänglich verläuft.

Im Westen (Travemünde, Marienleuchte, Barhöft) hebt sich der Jahresgang des „Mittleren Wasserstandes“ ganz allgemein, doch steigen die höchsten Wasserstände stärker an als die niedrigsten, wodurch eine Erhöhung der Amplitude entsteht. In Swinemünde und Pillau steigen nur die höchsten Wasserstände an. Im Osten fallen die niedrigsten Wasserstände stärker als die höchsten, womit wiederum ein Ansteigen der Amplitude verbunden ist.

- Im übrigen ist an allen Pegeln deutlich zu erkennen:
- die Zunahme der Amplitude des Jahresganges von Westen nach Osten,
 - die gleichzeitige Zunahme oder Abnahme der Amplitude in den einzelnen Zeitabschnitten.

Gerade darin, daß diese Beobachtungen an allen Pegeln festgestellt werden, dürfte die Beweiskraft für ihre Richtigkeit liegen.

D. Zusammenfassung.

Aus den Abschnitten A bis C ist folgendes zu erkennen:

- Das Steigen oder Fallen des „Mittleren Jahreswasserstandes“ ist sehr stark abhängig von dem Steigen oder Fallen des Wasserstandes in einzelnen Monaten, z. B. im Oktober und November.
- Die Amplitude des Jahresganges ist im Osten wesentlich höher als im Westen der Ostsee.
- Die Amplitude des Jahresganges hat im östlichen Teil der Ostsee innerhalb des Beobachtungszeitraumes von 1811 bis 1936 stark zugenommen; damit hat hier zugleich eine Hebung des „Mittleren Jahreswasserstandes“ stattgefunden.
- Das Gefälle der Ostsee vom Osten nach dem Westen ist in den einzelnen Monaten verschieden groß (vgl. Abb. 12).
- Der Jahresgang hat sich im Westen der Ostsee allgemein gehoben, im Osten bei gleichzeitiger Erhöhung der Amplitude allgemein gesenkt, während im Bereich Swinemünde-Pillau nur eine Erhöhung der Amplitude festzustellen ist.

Diese Tatsachen können nicht oder nicht allein durch Hebungen oder Senkungen der Erdkruste erklärt werden. Sie dürften auch auf wechselnde großräumige meteorologische und ozeanographische Einflüsse zurückzuführen sein. Es hat den Anschein, daß der Wasserstand der Ostsee ein sehr empfindliches Barometer für Änderungen meteorologischer und ozeanographischer Einflüsse ist. Der Wasserstand des in sich geschlossenen Beckens der Ostsee wird gerade auf solche Einflüsse leicht ansprechen.

II.

Bevor versucht wird, für die beschriebenen Veränderungen des Jahresganges der Wasserstände an den Ostseepegeln Gründe zu finden, sollen zunächst die Möglichkeiten dafür aufgezeigt werden (vgl. Abb. 13):

Fall 1: Eine Änderung der Form des Jahresganges (z. B. infolge des Ansteigens des Wasserstandes im Oktober) kann zu einer Hebung (oder Senkung) des „Mittleren Jahreswasserstandes“ führen. Die Ursache kann nur in meteorologischen oder ozeanographischen Einflüssen bestehen.

Fall 2: Eine Vergrößerung oder Verkleinerung der Amplitude des Jahresganges bedingt eine Hebung oder Senkung des „Mittleren Jahreswasserstandes“. Auch diese Erscheinung kann nur durch meteorologische oder ozeanographische Einflüsse gedeutet werden.

Fall 3: Wird an den Pegeln der Ostseeküsten eine allgemeine Hebung des Jahresganges bei gleichbleibender Form und Amplitude beobachtet, so kann diese zurückgeführt werden auf

- a) eine Küstensenkung, oder
- b) eine Hebung des Jahresganges in der Nordsee und damit auf einen Zulauf von Wasser aus der Nordsee in die Ostsee, oder
- c) stärkere Binnenwasserzuflüsse zur Ostsee als vorher, oder
- d) geringere Verdunstung als vorher, oder
- e) gleichzeitige Wirkung mehrerer oder aller der unter a—d genannten Faktoren.

Zu a) Das Maß der Küstensenkung S kann annähernd genau nur dann festgestellt werden, wenn beachtet wird, daß infolge der Senkung z.B. eines Teils des Ostsee-Untergrundes an sich eine Senkung des Wasserstandes verursacht wird, wie die schematische Skizze zeigt. Diese Senkung d kann unter Umständen verschleiert werden durch den Zufluß von Wasser aus der Nordsee infolge dieser Senkung des MW in der Ostsee.

Fall 4: Wird an den Pegeln der Ostseeküste eine allgemeine Senkung des Jahresganges bei gleichbleibender Form und Amplitude beobachtet, so kann diese zurückgeführt werden auf

- a) eine Küstenhebung, oder
- b) eine Senkung des Jahresganges in der Nordsee und damit auf einen Ablauf von Wasser aus dem Ostseebecken in die Nordsee, oder
- c) geringere Binnenwasserzuflüsse als bisher, oder
- d) stärkere Verdunstung als bisher, oder
- e) gleichzeitige Wirkung der unter a—d genannten Faktoren.

Zu a) Das Maß der Küstenhebung H kann annähernd genau festgestellt werden, wenn beachtet wird, daß infolge der Hebung z.B. eines Teils des Ostsee-Untergrundes an sich eine Hebung des Wasserstandes verursacht wird, wie die schematische Skizze zeigt. Unter Umständen wird diese Hebung verschleiert durch einen Ablauf des Ostseewassers in die Nordsee.

Fall 5 und 6: Wird an den Pegeln der Ostseeküste eine Hebung (Senkung) des Jahresganges bei gleichzeitiger Änderung der Form und (oder) der Amplitude beobachtet, so können die Werte

- a) der Küstensenkung (Hebung) oder Wasserzulauf (Wasserablauf) und
- b) der Wasserstandsänderung infolge von meteorologischen oder ozeanographischen Einflüssen

nach den schematischen Skizzen des Falles 5 und 6 ermittelt werden.

Dazu ist folgendes zu sagen: Eine Küstensenkung oder -hebung kann einwandfrei an den niedrigsten Monatswasserständen festgestellt werden. Diese treten nach bisher nicht veröffentlichten Untersuchungen von Dr. Dietrich am Pegel Esbjerg in den Frühjahrsmonaten stets dann ein, wenn bei geringem Windstau die Dichte des Wassers infolge der niedrigen Temperatur der Deckschicht ihren

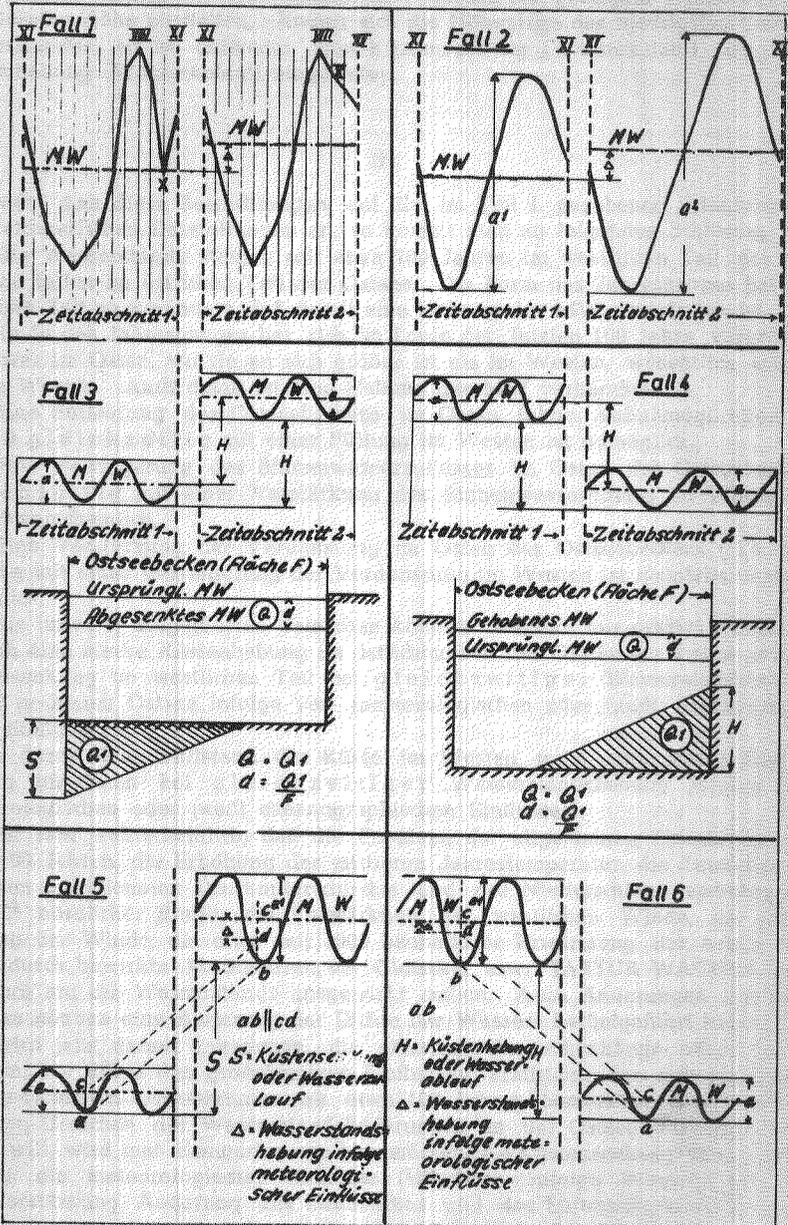


Abbildung 13.

größten Wert erreicht. Da Temperaturen von 0 bis 4° C, bei denen die Dichte des Wassers je nach dem Salzgehalt am größten ist, regelmäßig im Frühjahr eintreten, so müßte sich der Wasserstand im Frühjahr bei geringem Windstau stets auf dieselbe Höhe einstellen. Ändert sich die Höhenlage des niedrigsten Monatswasserstandes, so ist entweder eine Küstensenkung (Wasserzulauf) oder eine Küstenhebung (Wasserablauf) eingetreten.

III.

Wendet man diese Betrachtungen auf die im Teil I gegebenen Erläuterungen und zeichnerischen Darstellungen an, so kommt man zu folgenden Schlüssen:

1) Die Wasserstände steigen seit etwa 100 Jahren im westlichen Teil der Ostsee und fallen im östlichen Teil der Ostsee. Die Form des Jahresganges hat sich in dieser Zeit so verändert, daß damit eine Hebung des MW eingetreten ist. Die Amplitude des Jahresganges hat sich im Laufe der letzten 100 Jahre vergrößert, und zwar im Osten, wo sie an sich größer ist als im Westen, wesentlich stärker als im Westen. Auch damit ist eine Hebung des MW verbunden.

2) Eine Entleerung des Ostseebeckens im Osten (ohne Abflußmöglichkeit im Osten!) gleichzeitig mit einer Füllung im Westen ist unmöglich.

3) Eine Verringerung des Binnenwasserzufflusses im Osten des Ostseebeckens gleichzeitig mit einer Verstärkung des Binnenwasserflusses im Westen ist nicht wahrscheinlich.

4) Eine Verstärkung der Verdunstung im Osten des Ostseebeckens gleichzeitig mit einer Verringerung der Verdunstung im Westen ist ebenfalls unwahrscheinlich.

5) Die unter 1) aufgeführten Tatsachen können demnach nur erklärt werden durch eine starke Küstenhebung im östlichen Teil der Ostsee und eine geringe Küstensenkung im westlichen Teil bei gleichzeitiger Wasserstandshebung in der gesamten Ostsee infolge von meteorologischen oder (und) ozeanographischen Einflüssen,

oder durch einen Stillstand der Küste im Westen und eine starke Küstenhebung im Osten bei gleichzeitiger Wasserstandshebung infolge von meteorologischen oder (und) ozeanographischen Einflüssen.

Es ist sehr wahrscheinlich, daß die Zunahme der allgemeinen Zirkulation seit etwa 100 Jahren, die Erhöhung der mittleren Jahrestemperatur, die Zunahme des mittleren meridionalen Druckunterschiedes und der Niederschläge zwischen 30° und 70° nördlicher Breite, die Verstärkung der westlichen Winde, die Linksdrehung der Winde, die etwa seit 1900 beobachtete Erwärmung der Arktis und das dadurch bewirkte Abschmelzen der Gletscher usw. (ARTUR WAGNER 1940) sich auch auf die Wasserstände ausgewirkt haben. Auch Änderungen des Salzgehaltes können eine Änderung der Dichte des Wassers herbeigeführt haben.

Es wird jetzt darauf ankommen, die einzelnen Zusammenhänge näher zu erforschen, vor allem den großräumigen Einfluß zu ermitteln, der sich im Bereich des gesamten Ostseeraumes seit etwa 100 Jahren bemerkbar macht. Wenn man den Ursachen der Wasserstandsänderungen in der Ostsee auf den Grund gehen will, wird man demnach versuchen müssen, die Küstensenkung bzw. Küstenhebung, die meteorologischen Einflüsse (Windstau infolge Winddrehung und Windverstärkung, Änderung des Luftdruckes und des Luftdruckgradienten) und

die ozeanographischen Einflüsse (Zulauf oder Ablauf von Wasser aus der Nordsee, Änderung der Dichte des Meerwassers infolge Änderung von Temperatur und Salzgehalt) voneinander zu trennen.

Es wurde bereits festgestellt, daß die Erhöhung der Amplitude und die Formänderung des Jahresganges nicht auf Küstensenkung oder Küstenhebung zurückgeführt werden kann. Sie kann ebensowenig begründet werden durch Zulauf von Wasser aus der Nordsee, da sich dann der Jahresgang des „Mittleren Wasserstandes“ im Laufe der Zeit infolge Hebung der niedrigsten Monatswasserstände allgemein heben müßte.

Nach der oben angeführten bisher nicht veröffentlichten Arbeit von GUNTER DIETRICH (1950) wird der Jahresgang des „Mittleren Wasserstandes“ hervorgerufen durch folgende Effekte:

- 1) durch den hydrostatischen Effekt,
d. h. die Wirkung der Luftdruckänderungen auf den Meeresspiegel,
- 2) durch den dynamischen Effekt,
d. h. die Wirkung des Luftdruckgradienten und damit der Schubkraft des Windes in Zusammenhang mit der ablenkenden Kraft der Erdrotation,
- 3) durch den Staueffekt,
d. h. den Windstau auf flachem Wasser und an den Küsten,
- 4) durch den Dichteeffekt infolge Änderung der Temperatur der Deckschicht.

Ausschlaggebend sind Windstau und Dichte.

Die Linksdrehung der vorherrschenden Winde und die Verstärkung der in den Spätsommer- und Herbstmonaten ohnehin besonders starken Südwestwinde dürften den Wasserstand im östlichen Teil der Ostsee stärker anstauen als bisher, wodurch sowohl die Erhöhung der Amplitude als auch die Änderung der Form des Jahresganges durch das Ansteigen der Wasserstände im Oktober und November erklärt werden könnte. Auch die Änderung des Gefälles in der Ostsee in den verschiedenen Monaten (Abb. 12) wird zum Teil im Windstau seine Begründung finden. Inwieweit eine Änderung der Dichte des Meerwassers infolge Temperaturzunahme der Deckschicht die Erhöhung der Amplitude und der Form des Jahresganges beeinflußt hat, bedarf noch einer eingehenden Untersuchung.

Ob die allgemeine Hebung des Jahresganges und damit auch der niedrigsten Monatswasserstände im westlichen Teil der Ostsee (Travemünde, Marienleuchte, Barhöft) auf einen Wasserzulauf aus der Nordsee oder auf Küstensenkung zurückzuführen ist, bedarf ebenfalls noch der Prüfung. An sich ist eine Zufuhr von Wasser aus der Nordsee durchaus denkbar, da sich der Jahresgang an den Pegeln der Deutschen Bucht allgemein (ebenfalls seit etwa 100 Jahren) gehoben hat.

Demnach werden planmäßig folgende Untersuchungen anzustellen sein:

1. Haben sich im Bereich der gesamten Ostsee die Windverhältnisse nach Richtung und Stärke in den letzten 100 Jahren so geändert, daß damit ganz oder zum Teil die Änderung der Form und die Erhöhung der Amplitude des Jahresganges des „Mittleren Wasserstandes“ erklärt werden kann?
2. Wie hat sich in den verschiedenen Becken der Ostsee die Dichte des Meerwassers infolge Änderung der Temperatur und des Salzgehalts des Meerwassers im Verlauf der letzten 100 (oder 50) Jahre entwickelt und wie haben sich diese Änderungen auf den Jahresgang an den verschiedenen Ostsepegeln ausgewirkt?

3. Hat sich der Wasseraustausch (d. h. der Wasserzulauf bzw. Wasserablauf) zwischen Nord- und Ostsee in den letzten 100 Jahren geändert? Hierüber dürften laufende Stromgeschwindigkeitsmessungen in den Belten und Sunden Aufklärung bringen.

4. Befindet sich die Küste im westlichen Teil der Ostsee, insbesondere in der Lübecker Bucht im Zustand einer langsamen Senkung oder des Stillstandes? Hierüber dürfte nur ein einwandfrei durchgeführtes Küstennivellement in regelmäßiger Wiederholung Auskunft geben.

Schriften

- EGEDAL, J.: On the Determination of the Normal Height of the Danish Coasts. Nautisk-Meteorol. Aarbog 1933, Anh. S. 1—8. Kopenhagen 1934.
- GRANQUIST, G.: Zur Kenntnis der Temperatur und des Salzgehaltes des Baltischen Meeres an den Küsten Finnlands. Helsinki 1938.
- HAHN, A. u. RIETSCHEL, E.: Langjährige Wasserstandsbeobachtungen an der Ostsee. VI. Balt. Hydrolog. Konferenz 1938, Hauptbericht 13, Berlin.
- MEISSNER, O.: Säkulare Schwankungen des Ostseemittelwassers. Ann. Hydr. 52, 6, 1924, S. 121—124.
- MEISSNER, O.: Der jährliche Gang des Wasserstandes an der deutschen Ostsee- und Nordseeküste. Zentralbl. d. Bauverw. 1926, S. 444.
- MEISSNER, O.: Fortlaufende Lustrenmittel der Wasserstände verschiedener Ost- und Nordseestationen. Ann. Hydr. 1926, S. 372.
- MEISSNER, O.: Eine säkulare Wasserstandsänderung an der deutschen Küste. Petermanns Geogr. Mitt. 1926, S. 23.
- MEISSNER, O.: Eine säkulare Wasserstandsänderung an der deutschen Küste. Petermanns Geogr. Ostsee an verschiedenen Pegelstationen des Geodätischen Instituts Potsdam. Ann. Hydr. 1940, S. 394—395.
- MODEL, Fr.: Gegenwärtige Küstenhebung im Ostseeraum. Mitt. Geogr. Ges. in Hamburg, 1950, S. 64—115.
- RIETSCHEL, E.: Neuere Untersuchungen zur Frage der Küstensenkung. Deutsche Wasserwirtschaft 28 (1933) 5, S. 81—86.
- WAGNER, A.: Klimaänderungen und Klimaschwankungen. Braunschweig, 1940.
- Association d'océanographie physique, Union Géodésique et Géophysique Internationale: Publication scientifique No. 5. Monthly and annual mean heights of sea-level. Up to and including the year 1938. Secrétariat de l'Association: The University, Liverpool 3.