

Welche Erkenntnisse zur Frage der vermuteten neuzeitlichen Nordseeküstensenkung hat die Wiederholung des Deutschen Nordseeküsten-Nivellements gebracht?*)

Von Walther Gronwald

Inhalt

1. Einleitung	66
2. Erstes Nordseeküsten-Nivellement, NKN I	66
3. Zweites Nordseeküsten-Nivellement, NKN II	70
4. Ergebnisse der Nordseeküsten-Nivellements	74
5. Vergleich der Ergebnisse mit denen früherer Messungen	78
6. Weitere Betrachtungen zu den Ergebnissen	79
7. Ausblick	81
8. Schriftenverzeichnis	81

1. Einleitung

Die Frage der neuzeitlichen Erdkrustenbewegung an der deutschen Nordseeküste hat vor mehr als vier Jahrzehnten, zur Zeit SCHÜTTES und KRÜGERS, die Gemüter heftiger als heute bewegt (9) bis (11); sie taucht aber immer wieder auf, besonders wenn das Meer unsere Küsten ungewöhnlich stark angreift, und hat Geologen, Archäologen und Gewässerkundler sowie andere berufene Wissenschaftler und Praktiker bis in die neueste Zeit zu weiterer intensiver Erforschung des Problems veranlaßt. Diese Untersuchungen haben in der Zeit von 1935 bis 1959 zu Ergebnissen geführt, die zu einer wesentlichen Revision der früheren Auffassung zwingen. Es sei auf die Nummern (3) bis (7) des Schriftenverzeichnisses verwiesen.

Auch die Geodäten als die Fachleute, die seit alters her durch möglichst exakte Messungen die Erdgestalt, die Vielgestaltigkeit ihrer Oberfläche und die Bewegungen der Erdkruste zahlenmäßig zu erforschen suchen, sind hierzu herangezogen worden bzw. haben aus eigener Initiative mitgewirkt. Verfasser erinnert an den Aufsatz des Geologen Professor Dr. WILHELM WOLFF (1929), (11), in dem dieser zum Schluß sagt:

„Die geplanten Feinmessungszüge müssen uns also in ihrer Erstaussführung und späteren Wiederholung eine großzügige Erkundung der lebenden Tektonik von Nordwestdeutschland bringen, die nur der Anfang zu einer systematischen Erforschung ganz Deutschlands in dieser Richtung sein sollte.“

Zunächst darf die Erstaussführung des deutschen Nordseeküsten-Nivellements in Erinnerung gebracht werden.

2. Erstes Nordseeküsten-Nivellement

Abbildung 1, auf der auch die geologischen Verhältnisse angedeutet sind, gibt das Grundnetz des ersten Nordseeküsten-Nivellements wieder, das in den Jahren 1928 bis 1931 vom damaligen Reichsamt für Landesaufnahme gemessen worden ist. Das Nivellements-

*) Vortrag, gehalten auf der 3. Arbeitstagung des Küstenausschusses Nord- und Ostsee am 15. Oktober 1959 in Bremen.

**Erstes Nordseeküstennivellement
Grundnetz 1928-1931**

Reichsamt für Landesaufnahme

Erläuterungen

- UF
- ▲ UF-Gruppe (3 UF)
- Landes-Nivellements-punkt (5 UF)
- a Alluvium
- d Diluvium
- b Tertiär
- s Buntsandstein
- k Keuper

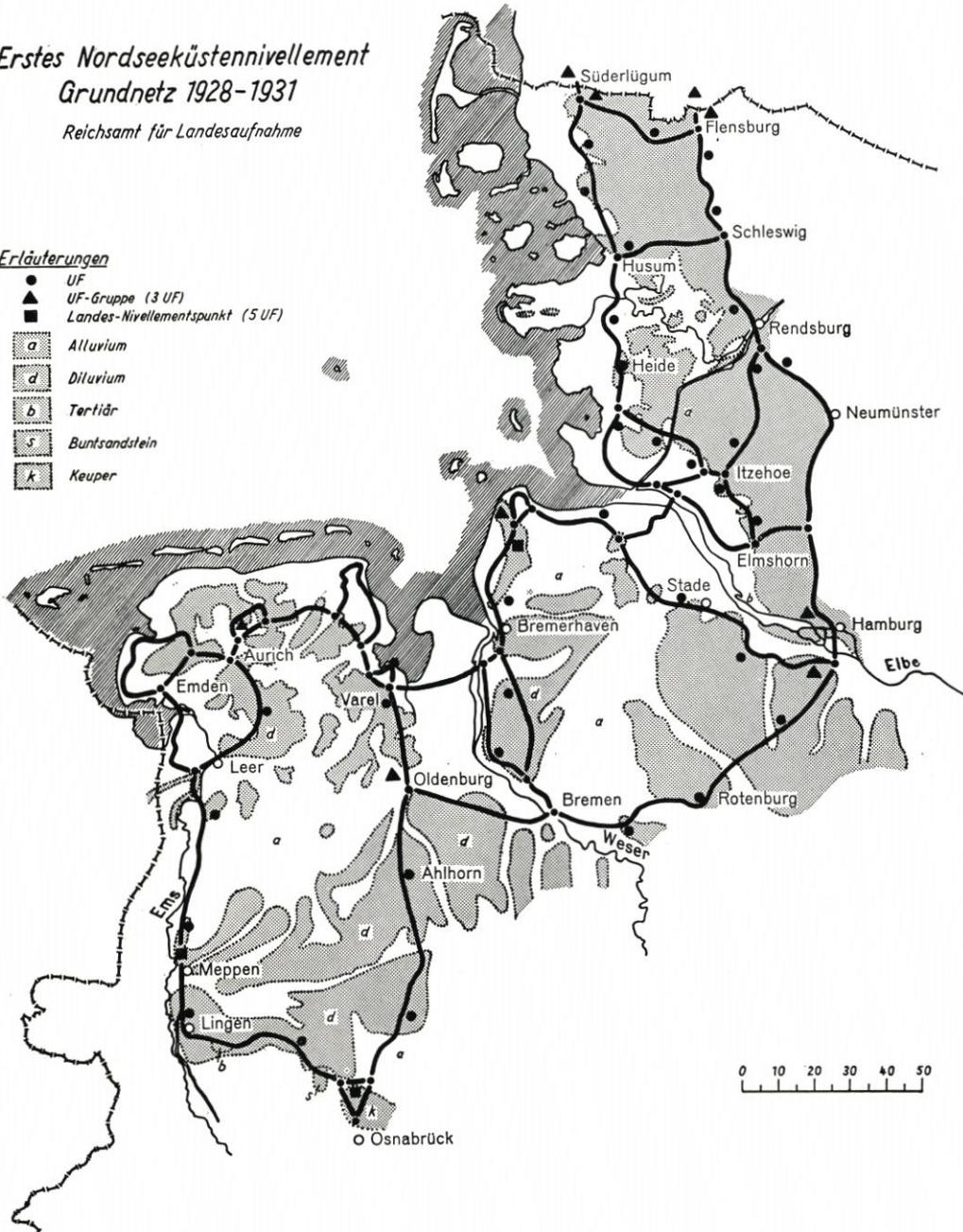


Abb. 1. Erstes Nordseeküsten-Nivellement, Grundnetz (mit geologischer Übersicht, Maßstab in km)

netz nimmt seinen Ausgang in dem Nest der fünf Unterirdischen Festlegungen (UF) bei Wallenhorst nördlich Osnabrück. Die Lage dieser Festlegungen ist von den Geologen an einer besonders zuverlässigen Stelle außerhalb der vermuteten Senkungsfelder in trockenem, diluvialen Sandboden ausgesucht worden. Die fünf Festlegungen verteilen sich über eine Fläche von 70 × 230 m.

Die Nachmessung der fünf Punkte bei Wallenhorst und ihr Vergleich mit vielen, als sicher geltenden Nivellementsunkten in der näheren und weiteren Umgebung, auch südöstlich und südwestlich des Festpunktnestes, zum Teil über 10 km hinaus, haben ihre Standsicherheit ergeben. Die fünf Punkte unter sich zeigten im Jahre 1955 nur Höhenabweichungen von 0,1 bis 0,3 mm gegenüber der Messung aus dem Jahre 1928.

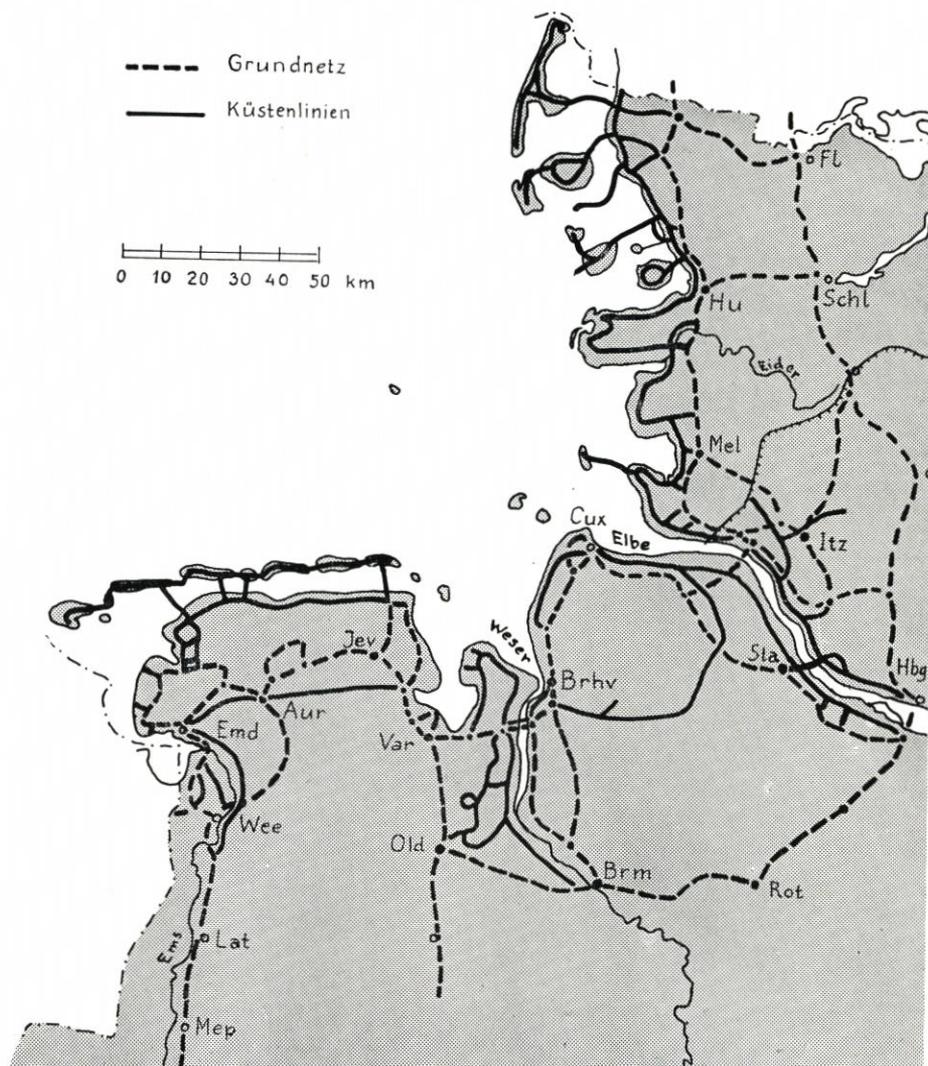


Abb. 2. Erstes Nordseeküsten-Nivellement, Küstenlinien

Das Grundnetz hat eine Linienlänge von 1900 km und enthält an 47 von Geodäten und Geologen gemeinsam erkundeten Stellen weitere Unterirdische Festlegungen zu einem bis fünf Punkten, die das Gerippe des ganzen Nivellementsnetzes bilden. Alle diese Unterirdischen Festlegungen haben bis auf zwei, von denen eine nicht wieder aufgefunden wurde und die andere durch Abbau einer daneben liegenden Kiesgrube eine Sackung von etwa 22 mm zeigt, ihren Zweck bisher erfüllt, wie wir noch sehen werden.

Legt man nun den mittleren Fehler aus der Ausgleichung dieses Nordseeküsten-Nivellements I (NKN I) zugrunde, so kann man von Wallenhorst aus für die Höhenwerte der Nivellementsunkte an der Elbe mit einer mittleren Unsicherheit von etwa ± 4 mm, an der dänischen Grenze mit einer solchen von etwa ± 6 mm rechnen, was wohlgemerkt aber nicht ausschließt, daß nach der Fehlerwahrscheinlichkeit dort auch Maximalfehler von 12 mm bzw. 18 mm im Bereich des Möglichen liegen. Das ist gerade im Hinblick auf die beim Feinnivellement bisher nicht ganz vermeidbaren systematischen Fehler zu betonen.

Abbildung 2 zeigt den Verlauf der an das Grundnetz des NKN I angeschlossenen Küstenlinien, die von der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements in den Jahren 1928 bis 1932 mit Ergänzungen bis 1937 gemessen worden sind.

Auf technische Einzelheiten und Schwierigkeiten bei allen diesen Messungen, wie die Stromübergänge über Weser und Elbe sowie den Anschluß der Inseln, soll hier nicht näher eingegangen werden.

Das gesamte erste Nordseeküsten-Nivellement wurde auch für die Verbesserung bzw. Berichtigung des Gebrauchsnetzes in dem nordwestdeutschen Gebiet, also auch, was hier wohl besonders interessiert, für die Festlegung der Höhen von etwa 140 Küstenpegeln zu NN — 5,00 m, ausgewertet. Um von Oberflächenbewegungen unabhängig zu sein, waren an der Mehrzahl der Pegelstellen Rohrfestpunkte — Rohrpunkte — gesetzt worden.

Veröffentlicht ist das Nordseeküsten-Nivellement des Reichsamts für Landesaufnahme in dem Buch „Die Feineinwägungen zur Beobachtung säkularer Bodenbewegungen im Gebiet der deutschen Nordseeküste — Nordseeküsten-Nivellement 1928—1931“ im Jahre 1932, und zwar für wissenschaftliche Zwecke. Um Verwechslungen mit dem Gebrauchsnetz zu vermeiden, haben alle Höhenzahlen dieses NKN I die Kennziffer 1000 erhalten.

Die Küstennivellements 1928 bis 1937 der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements sind ebenfalls für wissenschaftliche Zwecke zusammengestellt worden. Auch diese Höhen sind von den Gebrauchshöhen durch die Kennziffer 1000 unterschieden; sie wurden nicht veröffentlicht.

Beide Zusammenstellungen geben die Möglichkeit, bei mehr als 5000 Nivellementsunkten, darunter die schon erwähnten 47 Unterirdischen Festlegungen und ferner rund 250 Rohrpunkte Hamburger und Oldenburger Bauart, festzustellen, welche Höhenänderungen in der Zeit zwischen dem ersten Nordseeküsten-Nivellement und seiner Wiederholung eingetreten sind. Hierbei muß es nicht so sehr auf die Masse der Punkte, sondern vielmehr auf die Standsicherheit der Vergleichspunkte ankommen, wenn man auf tektonische Bewegungen schließen will.

Zur Standsicherheit von Nivellementsunkten erscheinen hier einige Bemerkungen angebracht: Sackungen von Nivellementsunkten, wie überhaupt von weniger tief gegründeten Bauwerken, auf geschütteten Dämmen und infolge Auslaugungen und chemischen Vorgängen in tieferen Schichten, auch infolge Verlust der abschwemmbareren Teilchen in den Marschböden, sind bekannt.

Über die Zusammenhänge zwischen Grundwasser und Feinnivellement hat BERNDT (1) bereits im Jahre 1932 berichtet. Auf der Versuchsstrecke des Reichsamtes für Landesaufnahme bei Freienwalde an der Oder waren damals schon Untersuchungen über Festpunkte verschiedener Einrichtung, auf verschiedenartigem Untergrund und in wechselnden Bodenformen angestellt worden. Die Abhängigkeit der Höhenfestpunkte — auch Bolzen an festen Bauwerken (sogar Kirchen) — in einem zum Schrumpfen und Quellen neigenden Boden vom Grundwasserstand zu verschiedenen Jahreszeiten wurde von BERNDT in Ausmaßen von 3 mm, 5 mm, ja sogar 15 mm zwischen Frühjahr und Herbst nachgewiesen.

Zu den unzuverlässigen Böden gehören: Ton, Lehm, Mergel, torfiger und nasser Sand, Schwemmsand.

Am sichersten lassen sich Höhenfestpunkte auf unverwittertem Gebirge und, was unsere Verhältnisse anbelangt, in trockenem, diluvialen Sand von genügender Mächtigkeit gründen.

Die Unterirdischen Festlegungen (UF) stehen fast ausschließlich in solchem Boden, wie Abbildung 1 zeigt; bei den Rohrfestpunkten, die Längen bis zu 40 m erreichen, hat man angestrebt, sie durch die weniger tragfähigen Schichten bis 1 m tief in den diluvialen Untergrund einzutreiben.

3. Zweites Nordseeküsten-Nivellement

Die Wiederholung des Nordseeküsten-Nivellements war nach etwa 25 Jahren, d.h. also um 1955, in Aussicht genommen.

Der erste Anstoß zur Wiederholungsmessung im Jahre 1949 wurde durch die Wasserwirtschaftsverwaltung Schleswig-Holstein gegeben, welche die Nachprüfung aller Höhenfestlegungen an der Nordseeküste zur Schaffung einwandfreier Anschlußmöglichkeiten für wasserbauliche Arbeiten für notwendig hielt. Mit ihrer Unterstützung begann das Hauptvermessungsamt, jetzt Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, alsbald das Feinnivellement im Norden der Westküste.

Eine allgemeine Besprechung aller an der Wiederholungsmessung interessierten Stellen wurde von der Forschungsanstalt für Gewässerkunde, der jetzigen Bundesanstalt, am 26. August 1949 in Hamburg anberaunt. Die Notwendigkeit einer Wiederholung der geodätischen Messungen wurde von allen Beteiligten anerkannt, ein Plan für die Linienführung vorgelegt und Fragen des zeitlichen Ablaufs, der Beteiligung durch Dienststellen der Länder und des Bundes und die Finanzierung erörtert. Eine damals gebildete Kommission kam bei ihren weiteren Beratungen unter Ablehnung eines früheren, aus den Verhältnissen nach dem Kriege entstandenen Vorschlages, nach dem hauptsächlich längs der Wasserläufe gemessen werden sollte, zu der Auffassung, daß man bei der Wiederholungsmessung möglichst an denselben Nivelle-

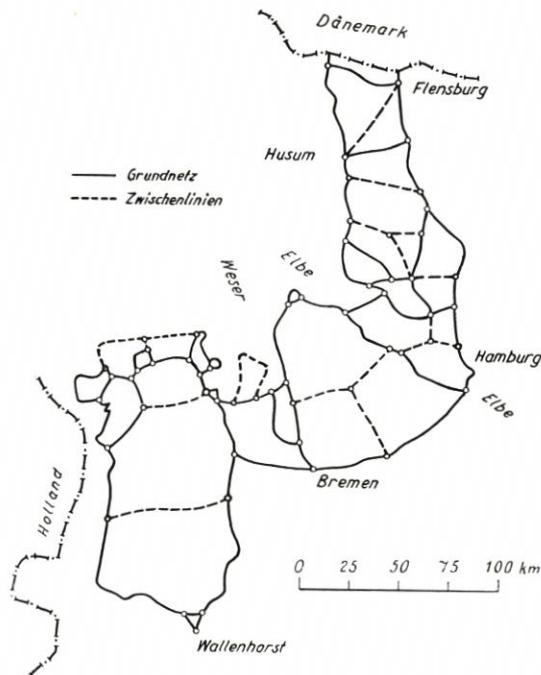


Abb. 3. Zweites Nordseeküsten-Nivellement 1949—1955, Grundnetz und Zwischenlinien

mentswegen und an der Reihenfolge der ersten Messung festhalten sollte, um einwandfreie Vergleichsmöglichkeiten zu schaffen. Natürlich sollten alle Erfahrungen nutzbar gemacht werden, die sich bei dem früheren Unternehmen hinsichtlich Anschluß- und Überschlagsmessungen, Stromübergängen und Berücksichtigung der Refraktionseinflüsse ergeben hatten. Auch sollte versucht werden, das Nivellementsnetz zu verdichten und nach Süden und vor allem nach Südosten bis zu der bereits im Jahre 1932 in dem aus Porphyrt bestehenden Urgebirge bei Flechtingen,

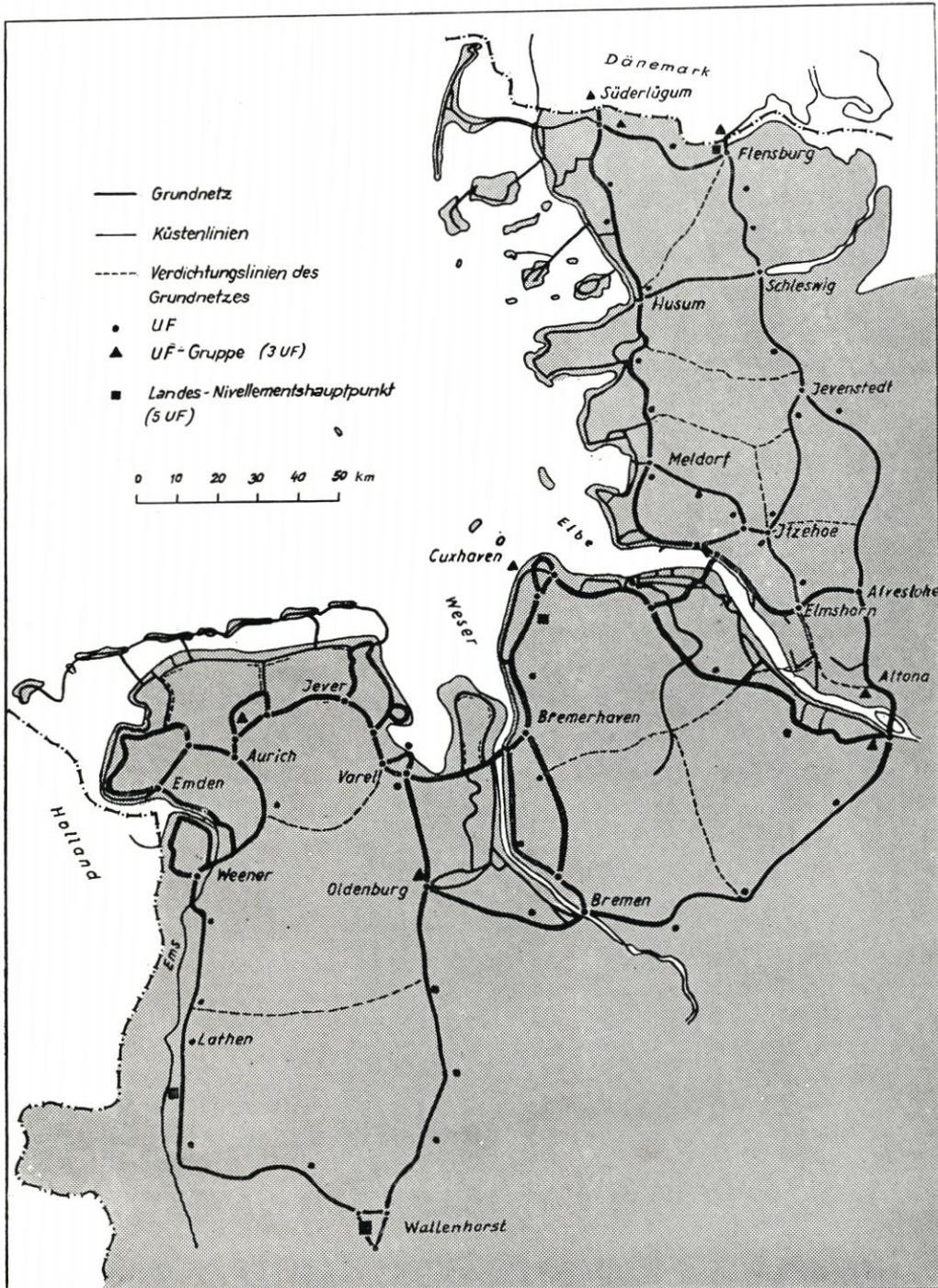


Abb. 4. Zweites Nordseeküsten-Nivellement 1949—59, Grundnetz und Küstenlinien

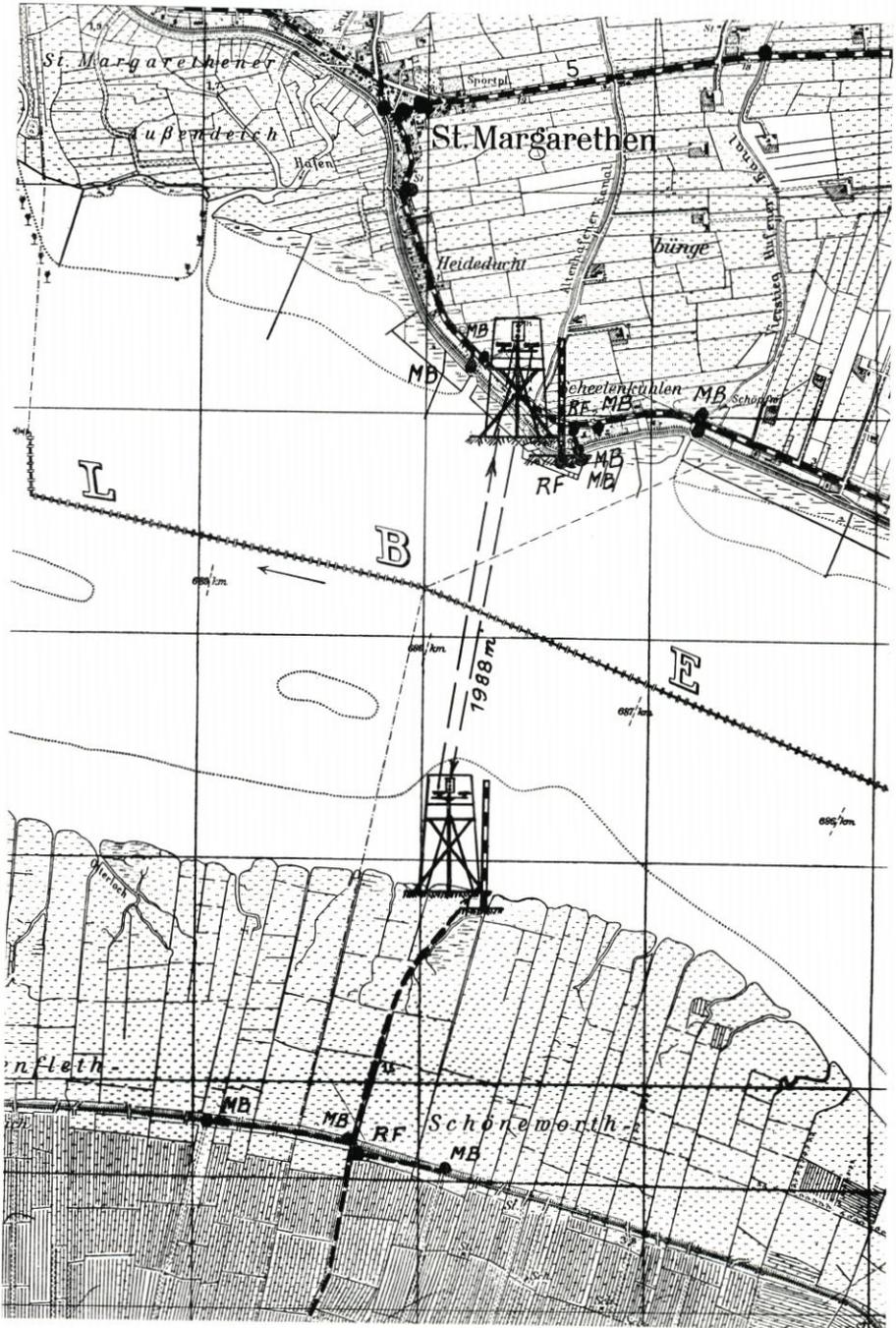


Abb. 5. Nivellitischer Stromübergang (Elbe), Maßstab etwa 1:33 300

etwa 20 km nordöstlich Helmstedt, eingebrachten Gruppe der Unterirdischen Festlegungen auszuweiten, was bei dem ersten Nivellement aus Mangel an Mitteln leider unterblieben war. So sollten gleichzeitig noch bessere Grundlagen für eine weitere Wiederholung geschaffen werden.

Da sich der zeitliche Ablauf der Messungen nicht dem der ersten Ausführung angleichen ließ — Schleswig-Holstein hatte schon mit der Feldarbeit begonnen, während in Niedersachsen die ersten Arbeiten erst 1952 möglich waren —, sollten wenigstens die Messungen von Norden und von Süden ungefähr gleichzeitig die Elbe erreichen und dadurch zeitliche Unterbrechungen bei den Anschlüssen über die Elbe vermieden werden.

Abbildung 3 zeigt das Grundnetz des zweiten Nordseeküsten-Nivellements (NKN II) mit den Verdichtungslinien, die zunächst für den Vergleich NKN I und NKN II der Homogenität wegen keine Verwendung finden.

Die Messungen des Grundnetzes wurden in den Jahren 1949 bis 1955, und zwar südlich der Elbe von Nivellementstrupps des Niedersächsischen Landesvermessungsamtes, nördlich

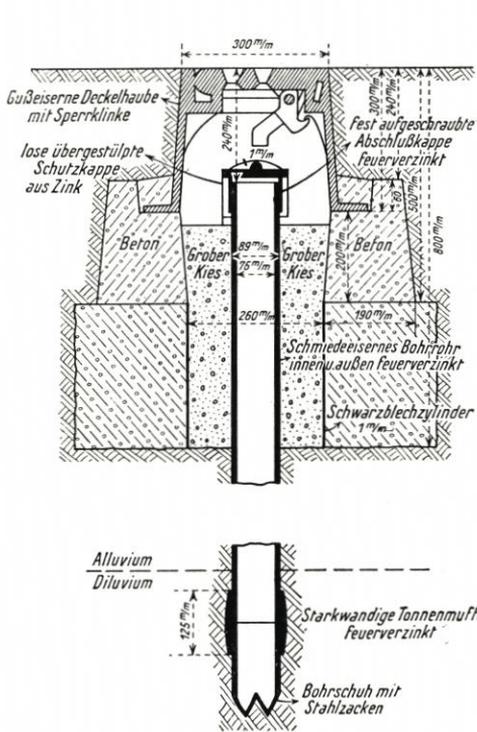


Abb. 6. Rohrfestpunkt
Hamburger Bauart

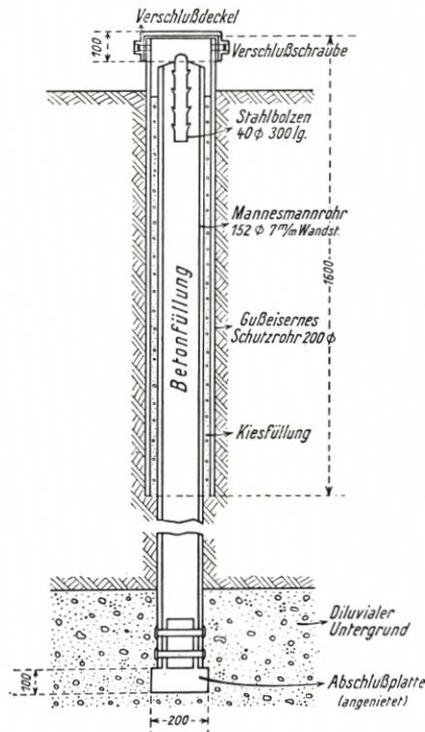


Abb. 7. Rohrfestpunkt
Oldenburger Bauart

der Elbe von solchen des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein ausgeführt; die Küstenlinien sind von 1948 bis 1959 vermessen worden, und zwar nördlich der Elbe in der Hauptsache vom Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, im niedersächsischen Raume von der Bundesanstalt für Gewässerkunde.

Besondere Schwierigkeiten boten, wie bei der ersten Messung, die Stromübergänge über die Weser bei Dedesdorf (Zielweite 940 m, Zielhöhe 5,5 m über HW) im Frühjahr 1954, über die Elbe im Herbst 1954 bei Scheelenkuhlen (1988 m, 6 m über HW) und zusätzlich bei Twielenfleth (1351 m, 8 m, über HW). Über die Elbe fand ferner an den beiden genannten Stellen eine Höhenübertragung im Frühjahr und Sommer 1955 auf hydrostatischem Wege statt. Die Ergebnisse der hydrostatischen Messungen stimmen gut mit denen der Nivellementsübergänge überein.

Diese Messungen sind Gemeinschaftsarbeiten des Niedersächsischen Landesvermessungsamtes, des Landesvermessungsamtes Schleswig-Holstein, des Vermessungsamtes Hamburg, der Bundesanstalt für Gewässerkunde, des Deutschen Hydrographischen Instituts und des Instituts für Angewandte Geodäsie, das die hydrostatische Meßeinrichtung auf Anregung sowie unter Beteiligung sowohl wirtschaftlicher als auch personeller Art der Bundesanstalt für Gewässerkunde und der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Hamburg hauptsächlich entwickelt hatte und einsetzte.

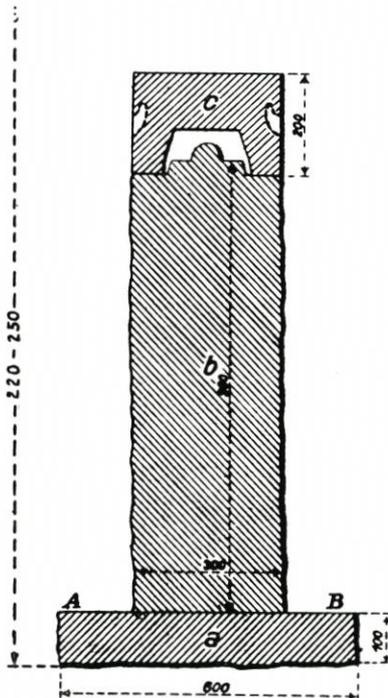
Über die Stromübergänge berichtet eine gemeinsame Veröffentlichung, die im Jahre 1957 beim Niedersächsischen Vermessungsamt erschienen ist.

Die Anschlüsse der Ostfriesischen Inseln sind in dem Höhenverzeichnis der Bundesanstalt für Gewässerkunde — Die Ostfriesischen Inseln, Koblenz 1958 — beschrieben.

Abbildung 4 gibt den Verlauf der Küsten- und Inselmessungen wieder, der in einzelnen Teilen vom Verlauf des NKN I abweicht, einmal, weil das Niedersächsische Landesvermessungsamt einige Linien im Anschluß und zur Verdichtung des Grundnetzes übernommen hatte, ferner die Inselanschlüsse der Verlagerung der Sande angepaßt werden mußten und weiterhin in Schleswig-Holstein die Küstenlinien zum größten Teil vom Landesvermessungsamt übernommen und ihre Anschlüsse an das Grundnetz etwas günstiger gestaltet werden konnten. Die Messungen zu den Inseln Sylt (1953), Föhr-Amrum (1954) und Pellworm-Hooge (1955) wurden vom Landesamt für Wasserwirtschaft Schleswig-Holstein ausgeführt. Die Inseln Trischen und Süderoog wurden beim NKN II nicht angeschlossen.

Die Abbildung einer Stromübergangsmessung (Abb. 5), die Wiedergabe der Rohrfestpunkte Hamburger und Oldenburger Bauart (Abb. 6 und 7) und die Darstellung einer Unterirdischen Festlegung (Abb. 8) sollen zur Erörterung der Ergebnisse der Messungen überleiten.

Abb. 8. Unterirdische Festlegung (UF) des Reichsamts für Landesaufnahme



Es wurde schon erwähnt, daß die Unterirdischen Festlegungen das Gerippe der gesamten Nivellementsnetze bilden. Ihre Einbringung hat sich in den letzten Jahren weiterhin verbessert. Die Unterirdische Festlegung reicht bis 2,60 m unter die Erdoberfläche, und der Boden um den Punkt wird mit modernen Bodenverdichtungsmaschinen festgerüttelt.

4. Ergebnisse der Nordseeküsten-Nivellements

Zunächst sollen die Ergebnisse der Wiederholungsmessungen der Unterirdischen Festlegungen dargestellt und erörtert werden.

Abbildung 9 zeigt die 47 Unterirdischen Festlegungen des Grundnetzes. Die Zahlen geben die Höhenwertänderungen NKN II — NKN I, d. h. also im Durchschnitt nach etwa 21 Jahren, in mm an.

Es fallen auf im Raum zwischen Ems und Weser:

- UF Lingen mit einer Höhenwertänderung von + 7 mm,
- UF Lathen mit einer Höhenwertänderung von + 9 mm und
- UF Ohmstede, nördlich Oldenburg mit einer Höhenwertänderung von - 9 mm (UF = unterirdische Festlegung).

Zwischen Weser und Elbe erst einmal UF Farge mit - 22 mm. Dies ist die schon erwähnte und unsichere UF am Rande einer Kiesgrube. Ferner fällt die UF Harburg mit - 13 mm auf.

Nördlich der Elbe sehen wir ein langsames Zunehmen von - 5 bzw. - 10 mm bis - 13 und - 16 mm Abweichungen an der dänischen Grenze.

Wie sieht es nun mit der Realität dieser Beträge aus?

Nimmt man beim NKN II die Verdichtungslinien hinzu (siehe Abb. 3), so daß dann anstatt siebzehn Schleifen 31 Schleifen auszugleichen sind - u. a. ist der zweite Stromübergang über die Elbe bei Twielenfleth hinzugekommen -, so zeigen sich die in Abbildung 10 wiedergegebenen Abweichungen gegen die in Abbildung 9 dargestellten Höhenwertänderungen, d. h. der Einfluß der Gestaltänderung des Netzes macht sich vom linken Elbufer bis zur dänischen Grenze mit zusätzlich - 3 bis - 8 mm nahezu gleichbleibend bemerkbar, also mit Werten, die durchaus im Rahmen der Fehlerfortpflanzung liegen.

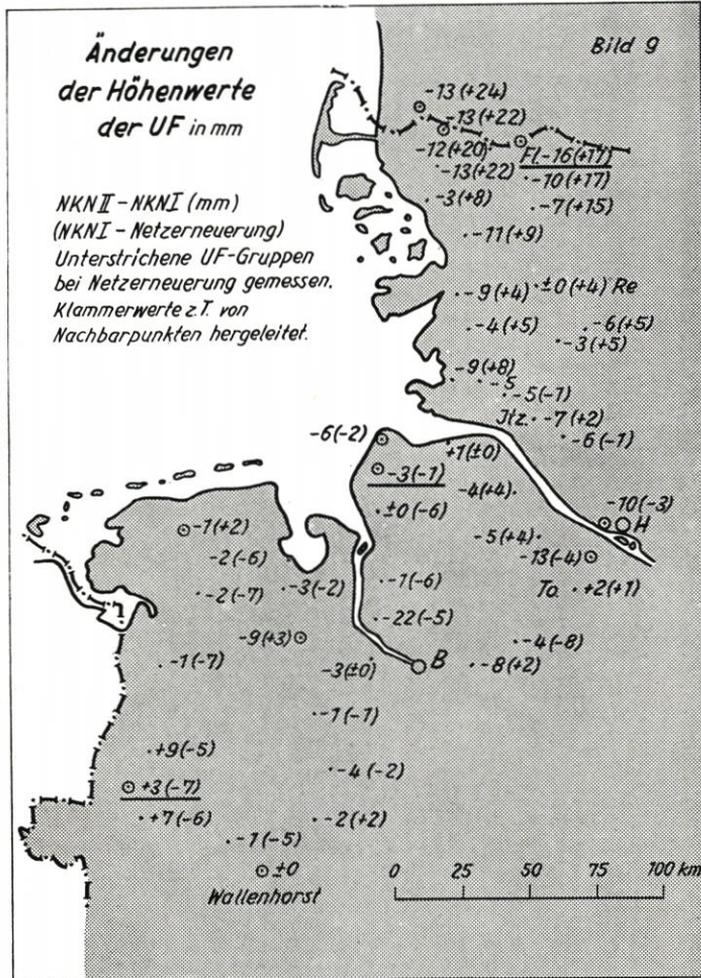
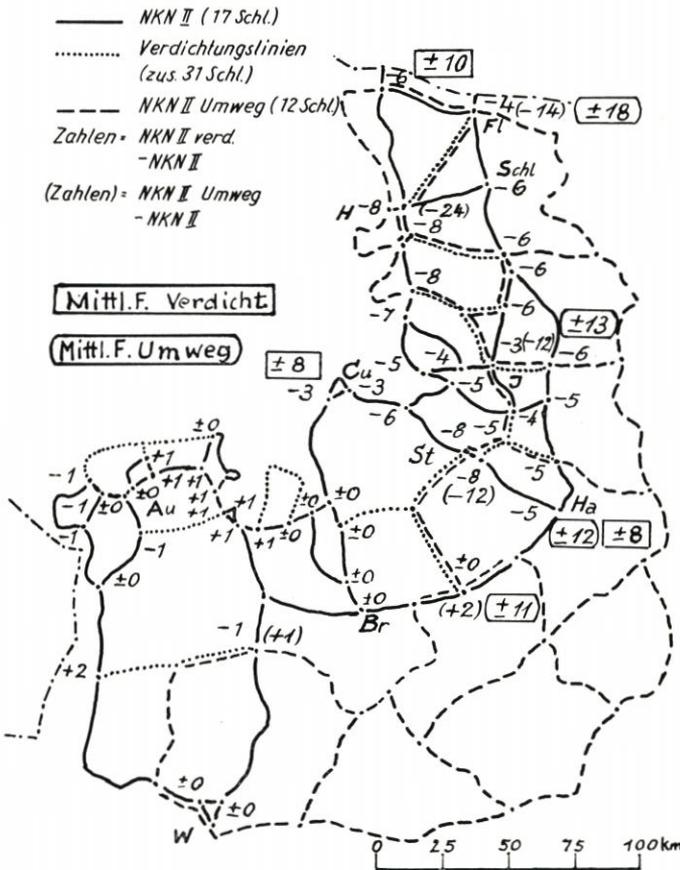


Abb. 9. Höhenwertdifferenzen NKN II - NKN I der UF

Rechnet man ferner von Wallenhorst bis zur dänischen Grenze noch auf einem anderen Wege, nämlich einem Umwege östlich des NKN, so erhält man die in Abbildung 10 in Klammern hinzugefügten Abweichungen von den im einfachen NKN II, d. h. ohne Verdichtung erhaltenen Werten, nämlich: + 1, + 2, - 12, - 12, - 24 und - 14 mm. Dieser Umweg ist möglich, da die Neumessung des ganzen nordwestdeutschen Haupthöhennetzes so weit fortgeschritten ist. Er hat nur wenige Nivellementsunkte mit dem NKN-Netz ge-

meinsam, unter anderem Ahlhorn, Rotenburg, Stade, Itzehoe, Husum und Flensburg. Die Unsicherheit dieser Differenzen der zwei Messungen NKN II und NKN II Umweg kann man, da der Umweg eine größere Unsicherheit hat, bei Stade mit etwa ± 12 mm, bei Itzehoe mit ± 13 mm, bei Flensburg und Husum mit ± 18 mm schätzen, so daß sich auch die dort auftretenden schon verhältnismäßig großen Differenzen durchaus noch im Rahmen der sich aus



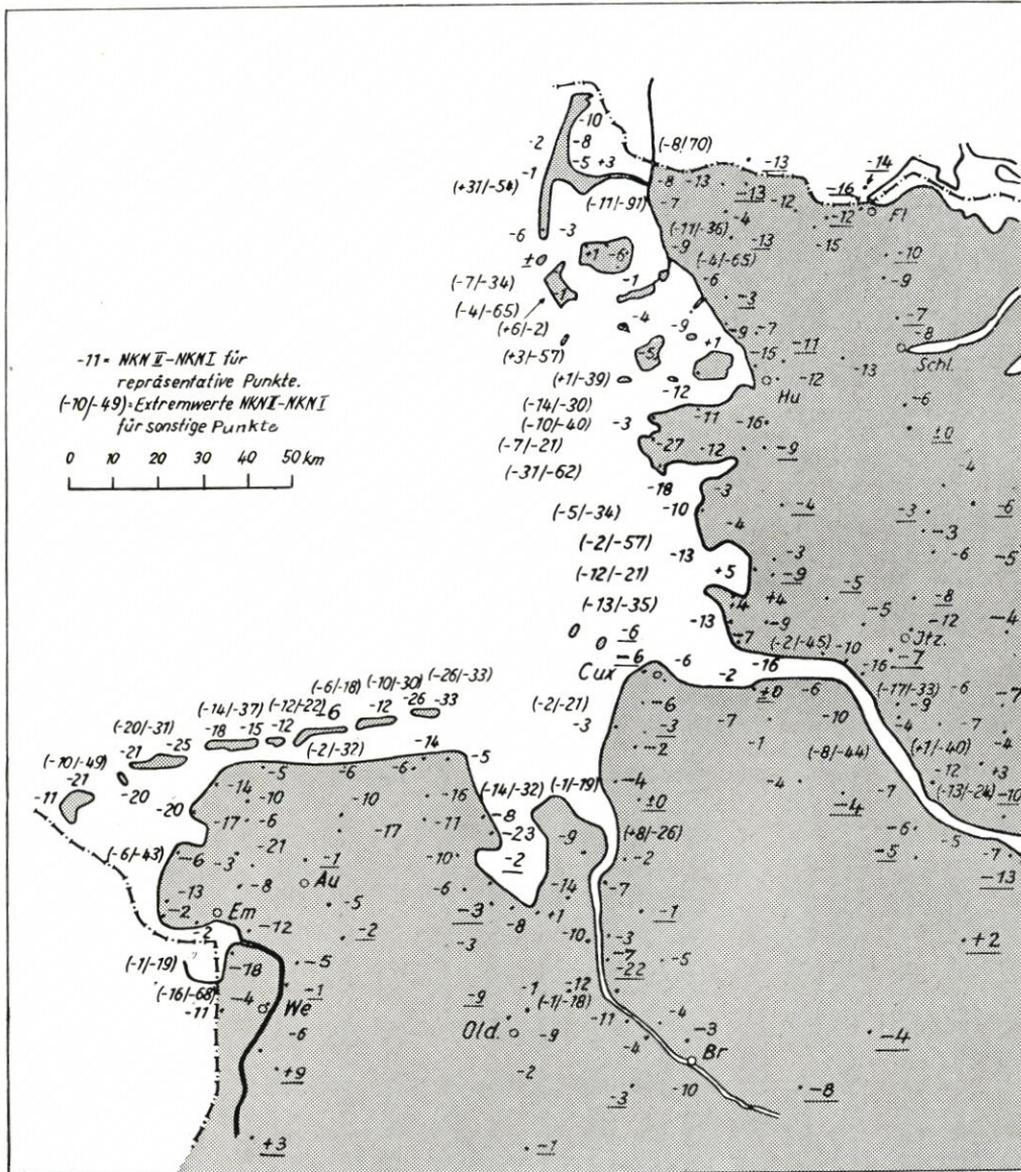


Abb. 11. Höhenwertdifferenzen NKN II—NKN I (mm). Punkte an der Küste meist Rohrfestpunkte. UF sind unterstrichen

wohl hinreichend, daß die negativen Werte weit überwiegen, daß sich aber, soweit es sich um Punkte in festem Untergrund (Diluvium) handelt, im gesamten Gebiet immer wieder Punkte finden, deren negative Beträge im Rahmen der Messungsungenauigkeiten liegen. Die Unsicherheiten aus den Messungen und sonstigen Einflüssen für die Höhenwertdifferenzen der beiden Messungen sind an der Elbe mit etwa ± 11 mm, an der dänischen Grenze mit etwa ± 13 mm anzusetzen. Selbst wenn man die tieferen Werte des NKN II mit den Zwischenlinien anhalten wollte, die gegenüber denen des NKN I bei den Nivellementsunkten an der Elbe

bis etwa — 12 mm, an der dänischen Grenze bis — 20 mm anwachsen, würde eine Herleitung von tektonischen Senkungsbeträgen daraus für das Jahrhundert sehr gewagt sein.

Für alle von NKN I und NKN II erfaßten Nivellementsunkte sind die Höhenwerte beider Messungen und die Differenzen zwischen beiden in der in Kürze erscheinenden amtlichen Veröffentlichung (12) tabellenmäßig angegeben, so daß Betrachtungen dazu jedem Leser möglich sind.

Wie sieht nun das Bild aus, wenn wir unsere Ergebnisse NKN II — NKN I noch mit früheren Messungen vergleichen?

5. Vergleich der Ergebnisse mit denen früherer Messungen

Abbildung 12 gibt den Verlauf des Nivellements in den Jahren 1894 (Lingen — Weener — Aurich — Oldenburg — Bremen) und 1897 (Oldenburg — Heespe) wieder, das auf diesen Linien geschlossen durchgeführt wurde und vergleichswürdig erscheint, und ferner die Linien der Netzerneuerung 1910 bis 1926, die sich zwar über mehr als anderthalb Jahrzehnte erstreckt, aber als Grundlage des neuen Gebrauchsnetzes ein einheitliches Ganzes bildet. Diese Netzerneuerung ist schon besser verfestigt und enthält sogar bereits eine Reihe von Unterirdischen Festlegungen, nämlich die Nester Hemsen, etwa 25 km nördlich Lingen, Nordholz südlich Cuxhaven und Klusries bei Flensburg, so daß hier schon eine sichere Vergleichsmöglichkeit gegeben ist. Diese Vergleiche hat BERNDT (1932) in seinem Aufsatz (2) gezogen. Auf der Abbildung 12 sind neben den Höhenwertdifferenzen NKN II (verdichtet) — NKN I die Höhenwertdifferenzen NKN I — Netzerneuerung 1910 bis 1926 in Klammern wiedergegeben.

Betrachten wir nun die drei Nester der Unterirdischen Festlegungen, so finden wir, daß in Hemsen und Flensburg die Differenzen entgegengesetzt sind, sich in Flensburg fast vollständig aufheben und in Nordholz nur eine vollkommen unbedeutende Summierung eintritt.

Nehmen wir weiter die Knotenpunkte des Nivellementsnetzes mit ihren Differenzwerten hinzu, so leuchtet wohl ein, daß einmal die Vermutung BERNDTS, daß nach Norden eine leichte zunehmende Hebung zu erkennen sei, sehr gewagt ist, und daß weiter ein Schluß aus den Differenzen NKN II — NKN I auf eine nach Norden zunehmende Senkung ebenso wenig berechtigt ist. Selbst wenn man beim NKN II die Werte des verdichteten Netzes in Schleswig-Holstein einführt, heben sich die Differenzen in diesen beiden Zeitabschnitten fast vollständig auf.

Die Abweichungen betragen für einige Punkte:

	NKN II verd. — NKN I	NKN I — Netzerneuerung
Itzehoe	— 9	+ 4
Schleswig	— 12	+ 13
Husum	— 20	+ 15
Flensburg	— 22	+ 17
Süderlügum	— 20	+ 23

Vielleicht ist die Abweichung bei Itzehoe in gewissem Umfang örtlich bedingt.

Auch ein Vergleich der Messungen 1894 und 1897 mit dem NKN I ergibt für die örtlich sicheren Punkte nur Abweichungen von wenigen Millimetern.

Wenn wir diese Erkenntnisse hinzunehmen, können wir als Ergebnisse der Nordseeküsten-nivellements folgende anführen:

Der Vergleich des NKN II (1949 bis 1959) mit dem NKN I (1928 bis 1937) zeigt zwar für die offensichtlich von Eigenbewegungen freien oder wenig berührten Nivellementsunkte, insbesondere für die Unterirdischen Festlegungen, nach Norden zunehmende negative Beträge bis -16 mm (-22 mm), doch liegen diese Differenzbeträge innerhalb oder nur wenig außerhalb der aus den beiden Messungen herührenden Unsicherheiten; diese Differenzen sind denen zwischen den Messungen 1910 bis 1926 und NKN I (1928 bis 1931) entgegengesetzt und von gleicher Größenordnung.

Da wohl kaum anzunehmen ist, daß sich das Gebiet nördlich der Elbe in der Zeit von 1910/26 bis 1928/31, d. h. in etwa zehn Jahren gehoben und von 1928/31 bis 1948/54, also in den folgenden etwa zwanzig Jahren wieder nahezu um den gleichen Betrag gesenkt

hat und etwa 1928/31 ein Kulminationspunkt liegt, ähnlich wie SCHÜTTE (9) u. (10) solche seinerzeit für große Zeitabschnitte herleiten zu können glaubte, können wir weiträumige Erdkrustenbewegungen aus den Feinmessungen im nordwestdeutschen Raum nicht nachweisen. Dabei sind eustatische Bewegungen bewußt nicht berührt worden (7).

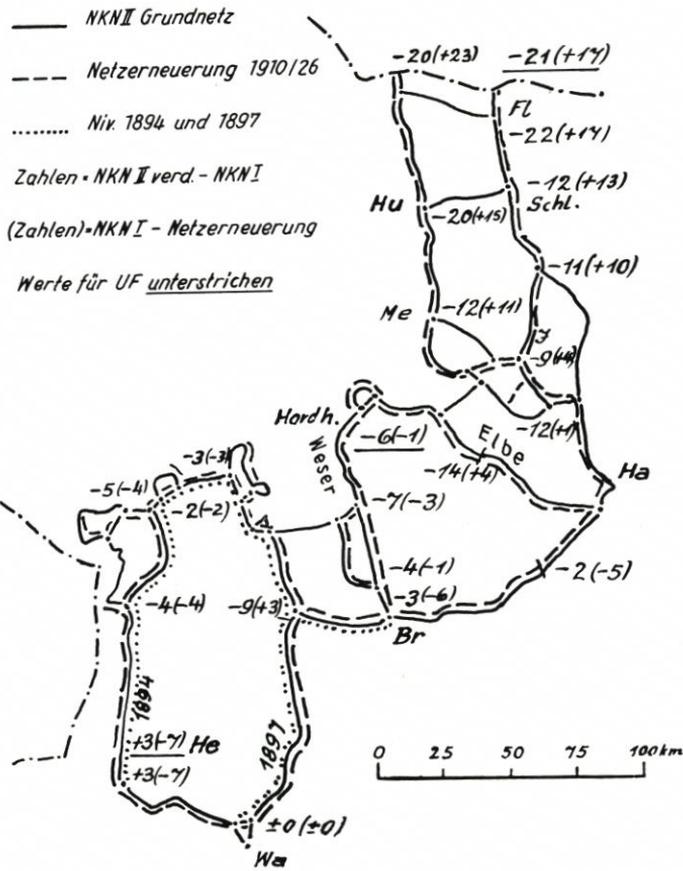


Abb. 12. Frühere Feinnivellements im Gebiet des NKN (Nordseeküsten-Nivellement)

6. Weitere Betrachtungen zu den Ergebnissen

Auf einen Punkt in WOLFFS (11) Aufsatz sei noch hingewiesen. Auf Seite 252 sagt WOLFF:

„Es besteht ein hoher Grad von Wahrscheinlichkeit dafür, daß einzelne Gebiete, namentlich der Dollart, die Jade und die nordfriesische Bucht tektonische Senkungsfelder sind, die besondere Bewegungen ausführen, während die dazwischen liegenden Küstenstrecken entweder gänzlich unbewegt, oder doch sehr wenig veränderlich sind.“

Betrachtet man daraufhin die Abbildung 11, so könnte man für den Dollart wohl eine gewisse Senkungstendenz ahnen, für den Jadebusen ist es jedoch nicht möglich zu sagen, ob

die Negativwerte durch Oberflächenbewegungen bedingt sind oder tektonisch verursacht sein können; sie sind dann aber sicher gering. In der nordfriesischen Bucht läßt sich nach den angestellten Betrachtungen nichts erkennen, und damit befinden wir uns mit den Ansichten von Dittmer (4) bis (6) in Übereinstimmung.

Versuchen wir noch einen weiteren Weg, um Beziehungen zwischen der Tektonik und unseren Nivellementsergebnissen zu erkennen! Wenn wir die Linien und Punkte der NKN I und NKN II in eine erdölgeologische Karte Westdeutschlands eintragen und Zusammenhänge zwischen dem geologischen Aufbau und den in zwei Jahrzehnten festgestellten Höhenwertveränderungen von Nivellementspunkten suchen, können wir höchstens für die Unterirdische Festlegung Lathen die Hebung von + 9 mm (Abb. 9) durch den darunter befindlichen Salzhorst erklären, doch wird diese Erkenntnis oder Vermutung schon wieder dadurch abgeschwächt, daß diese Gegend zwischen 1894 und 1928 eine Änderung von - 8 mm aufweist.

Über die Ostfriesischen Inseln, deren Rohrfestpunkte durchschnittlich 7 bis 30 mm niedrigere Werte gegenüber den Unterirdischen Festlegungen auf dem Festland aufweisen, vermag Verfasser nichts auszusagen. Die Abweichung der UF Tostedt um + 2 mm gegenüber Punkten in der Nachbarschaft, die Beträge von - 4 bis - 13 mm aufweisen, könnte ebenfalls auf Salzstöcken beruhen, ebenso die positiven Abweichungen von + 1 mm bei Cadenberge, 20 km östlich Cuxhaven, gegenüber - 7 und - 6 mm in der Nachbarschaft (Abb. 11). Das gleiche könnte für die Punkte südlich Meldorf zutreffen, die Abweichungen + 4 und + 5 mm gegenüber - 7, - 5 und - 9 mm in der Nachbarschaft aufweisen. Und schließlich kann das gleiche für die UF Rendsburger Forst gelten, die den Wert 0 mm gegenüber den Punkten nördlich und südlich davon aufweist, die Werte von - 3, - 6 und - 8 mm zeigen. Berücksichtigt man ferner, daß die Beträge NKN II - NKN I im Norden von Schleswig-Holstein von - 12, - 8, - 14, - 18 mm durch die Beträge NKN I - Netzerneuerung von + 18, + 14, + 23, + 17 mm aufgehoben werden, so zeigt der nördliche Teil der schleswig-holsteinischen Küste einschließlich der Inseln nur Differenzen von ± 10 mm, so daß also auch bei dieser Betrachtung tektonische Bewegungen nicht erkennbar sind.

Auch die Zunahme der Schwereanomalien zur Erklärung der verhältnismäßig allerdings geringen Höhenwertänderungen läßt keine Zusammenhänge zwischen Höhendifferenzen und Schwereabweichungen erkennen, wie solche für tektonisch in Bewegung befindliche Gegenden Ungarns (8) nachgewiesen worden sind.

Vergegenwärtigen wir uns nochmals das Vorhergehende, so kann man wohl sagen, daß die Ergebnisse der wiederholten Nivellements insofern beruhigend sind, als, selbst wenn man Anhänger der Küstensenkungstheorie ist, diese Senkung zur Zeit für den winzig kleinen Zeitabschnitt der Erdgeschichte von 20 bis 25 Jahren feinmeßtechnisch nicht nachweisbar ist.

Neben diesem Hauptergebnis darf nochmals betont werden, daß die Wiederholung des Nordseeküsten-Nivellements einen wesentlichen praktischen Nutzen dadurch gebracht hat, daß sie zur Verdichtung des Höhennetzes I. Ordnung und zur Erneuerung und Erweiterung des Nivellements an den Wasserstraßen gedient hat. Diese Wiederholung des gesamten Netzes im Zusammenhang in verhältnismäßig kurzer Zeit machte ferner eine wesentlich leichter zu übersehende Berichtigung der Höhenwerte von veränderten Nivellementspunkten möglich als eine sonst stückweise nötig gewordene Erneuerung von einzelnen Netzteilen und bildet schließlich den Anfang einer vollständigen Neuvermessung der Höhennetze I. und folgender Ordnungen im gesamten nordwestdeutschen Raume.

7. Ausblick

Es wird Aufgabe der Geodäten sein, nach Verlauf von vielleicht vier bis fünf Jahrzehnten, das wäre also um die Jahrtausendwende, die Nivellements zu wiederholen, und zwar in dem jetzt verdichteten Netz, und wie es WOLFF (11) schon fordert, auf breiterer Basis, d. h. mit Erweiterung nach Süden und Südosten und unter Verwendung der inzwischen neu eingebrachten Unterirdischen Festlegungen.

Es soll darauf hingewiesen werden, daß nach dem Vorbild einer im Jahre 1891 vom Zentralbüro der Internationalen Erdmessung, Berlin, vorgelegten ersten Arbeit ein europäisches Nivellementsnetz zur Erfassung und zum Vergleich der mittleren Wasserstände der angrenzenden Meere aus den Nivellements der einzelnen Länder zusammengestellt und zunächst mit den zur Zeit vorliegenden Messungen ausgeglichen worden ist, daß dieses in gewissen Zeitabständen neu bearbeitet werden soll und auch der Feststellung von Höhenänderungen dienen kann.

Mit den Nachbarländern sind Nivellementsverbindungen geschaffen worden, so mit Dänemark zwei, mit Holland fünf von Niedersachsen aus, ferner auch mit Belgien, so daß sich die Küstenforschung nach Norden und Westen ausdehnen kann. In den deutschen Ländern sind nach den neuesten Erfahrungen eine große Anzahl von Unterirdischen Festlegungen und UF-Nestern angelegt worden, so in Niedersachsen fünf Landesnivellements-Hauptpunkte (LNH) mit je fünf Unterirdischen Festlegungen: Schneeren, Hemsen, Wallenhorst, Nordholz und Landwehrhagen nördlich Kassel, ferner acht Dreiergruppen, von denen nur die südlich Osnabrück (Hüggel) und Saalsdorf, nordwestlich der UF-Gruppe Flechtingen und als Ersatz für diese genannt werden sollen.

An einzelnen Unterirdischen Festlegungen bestehen in Niedersachsen ferner 37; und in den anderen Ländern sieht es folgendermaßen aus:

Schleswig-Holstein	2 LNH		38 UF
Hamburg		2 Dreiergruppen	
Nordrhein-Westfalen	1 LNH	3 Dreiergruppen	17 UF
Hessen	1 LNH	4 Dreiergruppen	27 UF
Rheinland-Pfalz	1 LNH	10 Dreiergruppen	5 UF

Somit ist alles getan, um etwaige Erdkrustenbewegungen in späteren Zeiten noch sicherer feststellen zu können, als es nach dem NKN I und NKN II möglich war.

Das von namhaften Geographen und Geologen aus ihren Wahrnehmungen geschlossene „Atmen der Erde“ im Großen, die „Lebende Tektonik“ von WOLFF lassen sich im nordwestdeutschen Raum zur Zeit — nach Auffassung des Verfassers — geodätisch nicht nachweisen, so sehr sie nach theoretischen Erwägungen als vorhanden gelten könnten.

8. Schriftenverzeichnis

1. BERNDT, F.: Über die neue Versuchsstrecke für Nivellements festpunkte des Reichsamtes für Landesaufnahme. Zusammenhänge zwischen Grundwasser und Feinwägung. Z. f. Vermessungswesen H. 15, Stuttgart 1932.
2. BERNDT, F.: Deuten die Ergebnisse der bisherigen Feineinwägungen an der deutschen Nordseeküste auf gegenwärtige Erdkrustenbewegungen? Mitt. d. Reichsamts f. Landesaufn. 1932/33.
3. DIENEMANN, W. u. SCHARF, W.: Zur Frage der neuzeitlichen „Küstensenkung“ an der deutschen Nordseeküste. Jahrb. preuß. geol. L.-A., 52, 1931.
4. DITTMER, E.: Die Küstensenkung an der schleswig-holsteinischen Westküste. Forsch. u. Fortschr. Jg. 24, Nr. 17/18, 1948.

5. DITTMER, E.: Die nacheiszeitliche Entwicklung der schleswig-holsteinischen Westküste. *Meyniana*, Bd. 1/1952.
6. DITTMER, E.: Der Mensch als geologischer Faktor an der Nordseeküste. *Eiszeitalter u. Gegenwart* Bd. 4/5, 1954.
7. RIETSCHEL, E.: Einige Bemerkungen zum Auslegen der Nordseewasserstände und zur Abschätzung der dafür in Betracht kommenden Ursachen. *Schr. d. Prov. Stelle f. Marschen- und Wattenforschung*, Hildesheim 1940.
8. SCHEFFER, V.: Der isostatische Charakter der Niveauveränderungen in Ungarn und die Möglichkeit einer Korrektur der Höhen der Nivellementsunkte nach der Zeit. *Mitteil. d. Ungar. Akademie d. Wiss. Abt. Technik*. Bd XIII Nr 1—4, S. 13—25. Budapest 1954 (ungarisch).
9. SCHÜTTE, H.: Neuzeitliche Senkungserscheinungen an unserer Nordseeküste. *Jahrb. d. Oldenburgischen Vereins f. Altertumskunde und Landesgeschichte*. Bd. XVI, 1908.
10. SCHÜTTE, H.: Krustenbewegungen an der deutschen Nordseeküste. *Aus der Heimat*, 40. Jg., Heft 11. Stuttgart 1927.
11. WOLFF, W.: Über die Bedeutung von Feinmessungen für die Erforschung der gegenwärtigen Erdkrustenbewegungen Nordwestdeutschlands, insbesondere des Küstengebietes. *Z. Ges. Erdkunde*, Berlin 1929.
12. Niedersächs. Landesverwaltungsamt — Landesvermessung — Hannover, Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, Kiel und Bundesanstalt für Gewässerkunde Koblenz: Die Wiederholung des deutschen Nordseeküsten-Nivellements in den Jahren 1949—1955 (1959) und der Vergleich mit der ersten Messung in den Jahren 1928—1931 (1937), Hannover 1960.