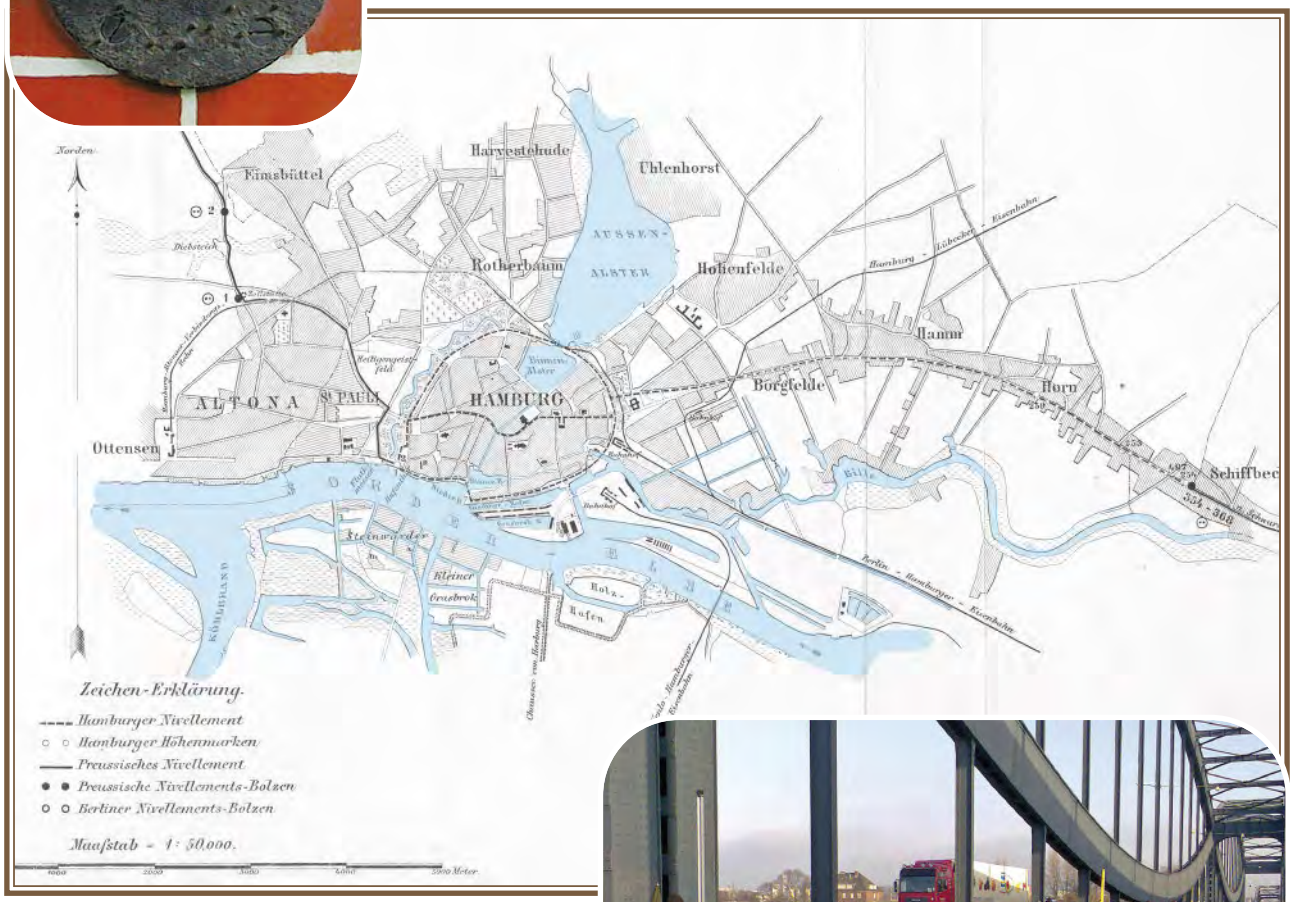
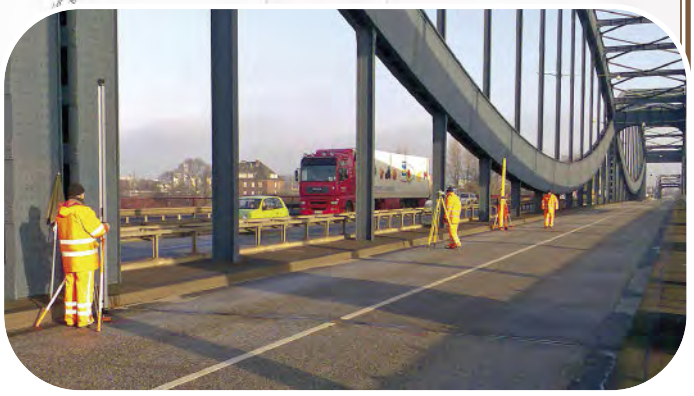
Freie und Hansestadt Hamburg - Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung

GV aktuell

Sonderheft 2011

Geschichte der amtlichen Hamburger Nivellementsarbeiten





INHALT

	Seite
Zum Einstieg - Nivellement und Niveaufläche	3
Grundlagen der Höhenbestimmung	4
Gebräuchliche Vermarkungsarten in Hamburg	5
Das Tidegeschehen und die Höhenbezugspunkte in Hamburg und Cuxhaven	6
Nivellementsarbeiten in Hamburg von 1842 bis 1886 mit den Elbstromvermessungen	10
Nivellementsarbeiten in Hamburg von 1886 bis Ende der 1950er-Jahre	14
Nivellementsarbeiten in Hamburg von 1960 bis zur Gegenwart	17
Übergeordnete Nivellements bis 1937/38	20
Nordseeküstennivellement	21
Stromübergang 1954 bei Twielefleth - Julsand	22
Pegeleinwägungen im Neuwerker Watt	24
Benutzte Unterlagen etc.	25
Normal-Null-Punkt in Berlin	26
Kennen Sie diese Orte?	28

Vorbemerkung

In dieser Schrift erfolgt eine Darstellung der amtlichen Höhenmessungen für das gegenwärtige Gebiet der Stadt Hamburg, also in der Gebietsausdehnung nach dem Groß-Hamburg-Gesetz von 1937 sowie für die Gebietsteile an der Elbmündung (Amt Ritzebüttel). Ein Hauptgewicht liegt bei den Höhenmessungen im ehemaligen Alt-Hamburger Gebiet. Ebenso wird aber auch die durch die Lage Hamburgs im Stromspaltungsgebiet der Elbe sowie am End- bzw. Schnittpunkt diverser Verkehrswege (Eisenbahnen und Flüsse) bedingte Einbeziehung in übergeordnete Nivellements aufgezeigt.

Versucht wurde eine kompakte Behandlung der besonders durch die übergeordneten Messungen sehr umfangreichen Materie, welche in ausführlicher Behandlung den Rahmen dieser Schrift, die sich besonders an den technischen Nachwuchs sowie an interessierte Kollegen wendet, „sprengen" würde.

Sie beruht im wesentlich auf den Aufzeichnungen von Stück, Kasper (HVA VI), Niemeyer, Fleischhauer, einer Schrift von Lassen-Linke-Braasch (VR 46/2-März 1984, Seite 106-126) und der VA-Festschrift von 1970: „Eine Stadt wird vermessen / 125 Jahre hamburgische Stadt- und Katastervermessung".

Geschichte der amtlichen Hamburger Nivellementsarbeiten
von 1786 bis zur Gegenwart

Freie und Hansestadt Hamburg
Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung 2011
Zusammengestellt von: Gerd Hoffmann, Heinrich Meurers, Thorsten Schurwanz, Karl-Heinz Nerkamp

Titelbilder:
Alt-Hamburger Höhenschild um 1850, Übersicht der Nivellementszüge von 1886, Nivellementsarbeiten auf der Elbbrücke 2007

Zum Einstieg - Nivellement und Niveaufläche

Um die Erde in ihrer Form zu erfassen und kartographisch zur Darstellung zu bringen, sind neben der Lagevermessung auch Aussagen zur Höhe, die entweder auf einen Bezugshorizont bezogen oder auch relative Feststellungen sein können, erforderlich. Bis in das 18. Jahrhundert werden nur wenige ausgewählte Höhenpunkte trigonometrisch oder barometrisch bestimmt und dies überwiegend bei Expeditionen und geographischen Aufnahmen (Höhenbestimmung von Türmen, Bergen etc.).
Das Quecksilberbarometer war 1643 durch Torricelli und das Federbarometer (Aneroidbarometer) um 1830 durch Vidie erfunden worden. Da bei den ersten Dreiecksmessungen der Positionswinkel gemessen wird, und zur Reduktion in die Ebene die Messung des Zenitwinkels erfolgen muss, war es naheliegend, Höhenbestimmungen trigonometrisch vorzunehmen. Das im Verlauf des 19. Jahrhunderts sich durchsetzende Verfahren zur systematischen Aufnahme von Höhen und der Höhenübertragung über längere Entfernungen ist das (allerdings aufwändige) geometrische Nivellement mit Libellennivellieren. Dieses Verfahren, mit einer Wasserwaage als frühes Nivellierinstrument schon seit dem Altertum bekannt, wurde Mitte des 18. Jahrhunderts in Frankreich eingeführt (siehe Abb. rechts). Instrumenten-technische Voraussetzung war u.a. die Erfindung der Röhrenlibelle durch Thévenot um 1661. In Frankreich kam dieses Verfahren im großen Ausmaß ab 1830 bei ingenieurtechnischen Vorhaben zur Anwendung; in Deutschland dann ab 1864/65.

Neben diesen Verfahren kommt bei speziellen Erfordernissen (Stromübergänge, Industrievermessung, Überwachungsmessungen etc.) die Schlauchwaage – ein mit Wasser oder Öl gefülltes Schlauch- oder Röhrensystem – in verschiedensten Konstruktionen zum Einsatz. Das Verfahren beruht auf dem Prinzip der kommunizierenden Röhren und ist bereits seit dem Altertum bekannt (z.B. Wasserspiegel in Grabensystemen). Genauigkeiten bis weit unter 1 mm können heute bei entsprechendem Instrumentarium erreicht werden; siehe dazu Seite 22 ff.

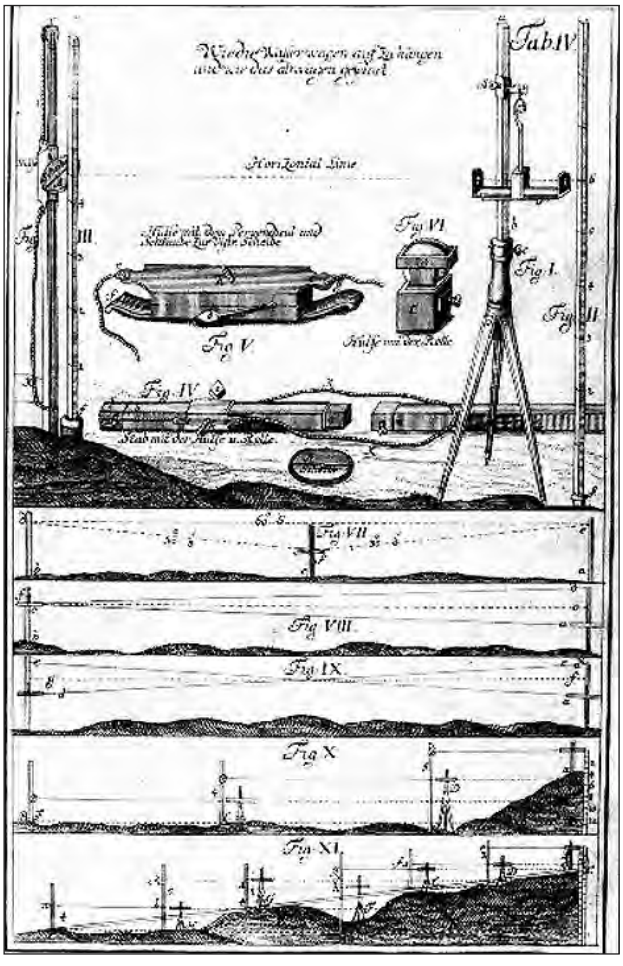
Ein Problem bleibt lange Zeit die Festlegung eines absoluten Höhenbezuges; d.h. es „fehlte“ ein für alle Messungen gültiger Bezugshorizont. Es dauerte lange bis der mittlere Meeresspiegel als allgemein gültiger Bezugshorizont eingeführt wurde.
Mit Beginn von systematischen Nivellementsarbeiten bestehen nicht nur in Deutschland zahlreiche Höhensysteme. Diese unterscheiden sich durch eigene Nullpunkte und auch durch verschiedene Maßsysteme und lassen sich nur schwer oder gar nicht in Verbindung bringen. Die Vereinheitlichung beginnt in den Jahren ab 1860 und verstärkt nach der Reichsgründung. Durch die Aktivitäten der „Mitteleuropäischen“ und „Europäischen Gradmessung“ werden große Entfernungen mit dem geometrischen Nivellement in einer bis dahin nicht bekannten Präzision überwunden. Mit der Einführung von Normal-Null (NN) im Jahr 1879 wird dann ein für ganz Deutschland verbindlicher Bezugshorizont eingeführt.

Noch bei den ersten Arbeiten zur Höhenbestimmung in den Dreiecksketten der Preußischen Landesaufnahme wurde sich auf die Pegel (Mittelwasser-Bezug) Neufahrwasser bei Danzig, Swinemünde und **Elbflutmesser in Hamburg** bezogen. Man war damals der Ansicht, dass die an verschiedenen Stellen beobachteten Mittelwasser derselben Niveaufläche angehören – was sich bei späterer genauer Betrachtung aber als nicht korrekt herausstellte!

Das „Zentraldirektorium der Vermessungen im Preußischen Staate“ regte 1875 die Errichtung eines Normal-Höhenpunktes an. Die Höhe des „**Normal-Höhenpunktes von 1879**“ gegenüber dem Nullpunkt des Amsterdamer Pegels wurde 1875/76 durch nivellitische Übertragung von Amsterdam nach Berlin bestimmt. Dieser Punkt wurde durch eine Skala am Nordpfeiler der Berliner Sternwarte, deren Mittelstrich 37,000 m über dem Niveau des Amsterdamer Pegels – der Normal-Null-Fläche – liegt, vermarkt (siehe dazu Seite 26 ff.). Die späteren baulichen Veränderungen an der Sternwarte mit dem dann eingeführten „Normal-Höhenpunkt von 1912“ veränderten diese Festlegung natürlich nicht.

Mit der NN-Festlegung 1879 entfielen die bisher von der Landesaufnahme benutzten Pegel in Neufahrwasser (bei Danzig) und in Hamburg. „NN“ wurde in den nächsten Jahren dann in ganz Deutschland als Höhenbezugsfläche eingeführt; für Hamburg offiziell erst ab ab 1931.

Darstellung aus einer Nivellementsanleitung von 1724, die hier unter anderem das Nivellieren mit Hilfe von Wasserwaagen zeigt



Grundlagen der Höhenbestimmung

Auf der Internetseite der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV), www.adv-online.de, wird auf die Bedeutung der Höhenfestpunkte und der Schwerepunkte für die Landesvermessung u.a. wie folgt eingegangen:

Messverfahren für Höhenfestpunkte: Die Einrichtung und Pflege eines übergeordneten Höhenfestpunktfeldes erfolgt durch das Verfahren „geometrisches Nivellement“ (Präzisionsnivellement), da eine gleichermaßen gute Nachbarschaftsgenauigkeit an jedem Ort des Höhenfestpunktfeldes gesichert sein muss. Mit dem Verfahren „geometrisches Nivellement“ werden Höhendifferenzen millimetergenau bestimmt. Dabei realisiert ein Nivellierinstrument eine exakte horizontale Ziellinie, die eine Ermittlung des Höhenunterschiedes zwischen zwei senkrechten Nivellierlatten ermöglicht. Durch aneinander gereihtes Messen wird die Ausgangshöhe zu einem beliebigen Zielpunkt übertragen. Das Höhenfestpunktfeld wird durch in sich geschlossene Nivellementlinien (Schleifen) bis zu einem Umfang von 200 km und mehr aufgebaut. Dabei erfassen die aneinander angeschlossenen Schleifen das ganze Landesgebiet. Das Verfahren „geometrisches Nivellement“ wurde mit der Entwicklung des sogenannten Digitalnivelliers automatisiert. Die damit erreichbaren Genauigkeiten liegen bei < 0,4 mm/km Doppelnivellement (d. h.: Messung einer Nivellementsstrecke im Hin- und Rückweg).

Die Höhenfestpunkte bilden in ihrer Gesamtheit das Höhenfestpunktfeld. Das Höhenfestpunktfeld beschreibt in diesem einheitlichen Niveau die amtliche Höhe der Höhenfestpunkte. Die Aufgabe des Höhenfestpunktfeldes besteht darin, allen Anwendern und Nutzern in der Bundesrepublik Deutschland Anschlussmöglichkeiten für ihre sämtlichen Höhenmessungen in einem einheitlichen (amtlichen) Niveau vorzuhalten. Im Zuge der Realisierung moderner, geodätischer Bezugssysteme werden für die Festpunkte hochgenaue dreidimensionale geozentrische Koordinaten (= Positionskoordinaten) erzeugt. Stabile Einzelpunkte des Höhenfestpunktfeldes sind dabei mit einbezogen.

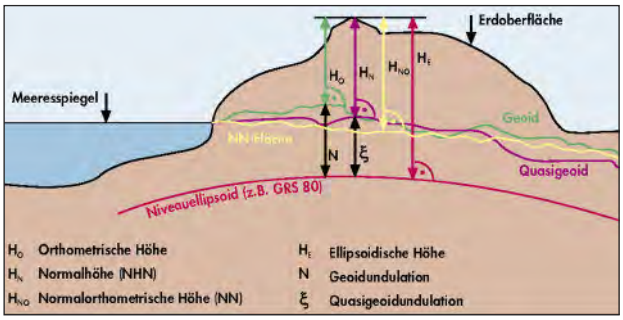
Höhenbezugssystem in Deutschland

Das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92) ist ein Gemeinschaftswerk der Landesvermessungsämter der 16 Bundesländer Deutschlands und bildet das amtliche Höhenbezugssystem in Deutschland. Das DHHN92 beruht in den alten Bundesländern auf den dort durchgeführten Wiederholungsnivellements 1980-85 und in den neuen Ländern auf den Messungen für das Staatliche Nivellementnetz 1976 (SNN76). Zwischen den beiden Messungsblöcken führten 1992 die jeweils zuständigen Landesvermessungsbehörden nach der Vereinigung Deutschlands Verbindungsnivellements sowie Schweremessungen durch.

Man wählte das Normalhöhensystem, das in der ehem. DDR bereits 1957 eingeführt worden war. Im Zusammenhang mit einer umfassenden Theorie des Schwerefeldes der Erde, hat der russische Geodät Molodenski dieses Höhensystem vorgeschlagen, das die vier wichtigsten Bedingungen für ein Landesnetz erfüllt:
1) Die Punkthöhen sollen eindeutig und unabhängig vom Wege bestimmbar sein (Schleifenschlusswiderspruch soll ungefähr Null ergeben).
2) Die Höhen sollen weitgehend frei von hypothetischen Annahmen sein.
3) Die Höhenbezugsfläche sollte weitgehend eindeutig bestimmbar sein, um Höhensysteme ohne Einschränkungen transformieren zu können.
4) Die Korrektionen der nivellierten Höhenunterschiede sollen in kleinräumigen Gebieten praxisgerecht hinreichend vernachlässigbar sein.

Die Ausgleichung des DHHN92 erfolgte zwangsfrei in geopotentiellen Koten. Anschlusspunkt zur Niveaufestlegung ist der Punkt mit dem Punktkennzeichen 3614/5 (Kirche Wallenhorst bei Osnabrück), ein Höhenfestpunkt des Europäischen vereinigten Höhennetzes UELN, das am Niveau des Nullpunktes des ehemaligen Pegels Amsterdam angeschlossen ist. Somit bezieht sich auch das DHHN92 auf das Niveau des ehemaligen Pegels Amsterdam.
Die Standardabweichung der Gewichtseinheit (geopotentieller Kotenunterschied für 1 km Messweg) betrug bei der abschließenden Netzausgleichung +/- $0{,}86 \cdot 10^{-2}$ $m^2 \cdot s^{-2}$, was in metrischem Maß 0,88 mm/km entspricht.

Darstellung der Höhenbezugsflächen



Schwerebezugssystem in Deutschland

Das amtliche Schwerebezugssystem in Deutschland ist das „Deutsche Hauptschwerenetz 1996“ (DHSN96). Die Aufgabe des Deutschen Hauptschwerenetzes besteht darin, Niveau und Maßstab für die Schweremessung über große Gebiete hin vorzugeben und zu sichern. Schwerewerte werden für die Schaffung moderner Höhensysteme, zur Geoidbestimmung und für Aufgaben der Geophysik (Lagerstättenforschung) u. a. m. benötigt.
Das DHSN96 bildet zusammen mit dem Deutschen Schweregrundnetz 1994 (DSGN94) das Schwerenetz 1. Ordnung, welches von den Bundesländern in weitere Landesschwerenetze verdichtet wird. Während sich das DHSN96 auf rund 400 Schwerefestpunkte in seiner Gesamtheit stützt, besteht das DSGN94 aus 30 Stationen (Punktgruppen), deren Hauptpunkte hochgenau durch Absolutgravimetrie bestimmt worden sind.
Die Schwere setzt sich zusammen aus dem Betrag der Gravitation (Massenanziehung der Erde) und Zentrifugalbeschleunigung der Erdrotation. Der Schwerewert „g“ wird auch als Schwere- oder Fallbeschleunigung bezeichnet. Die Maßeinheit ist in m/s^2 definiert und wird (nach Galileo Galilei) in „Gal“ angegeben. Hierbei entspricht 1 Gal = 10^{-2} m/s^2.

Gebräuchliche Vermarkungsarten in Hamburg

Rohrfestpunkte (RF), unterirdische Festlegungen (UF), Höhenbolzen und Höhenpunktgruppen

Im folgenden Abschnitt werden kurz die in Hamburg gebräuchlichsten Höhenvermarkungen dargestellt:

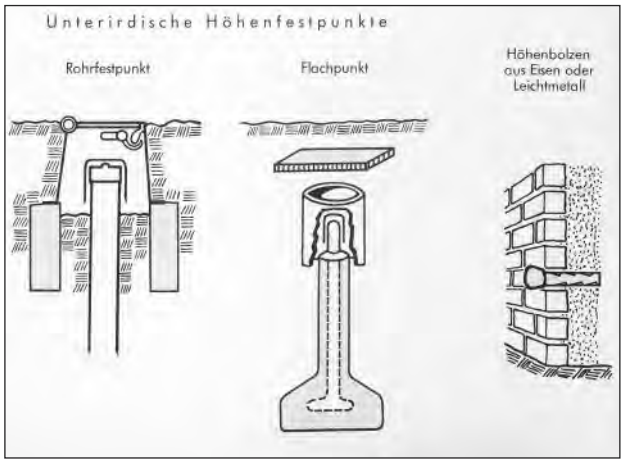
Im Jahr 1898 begann man aufgrund der besonders in den Marschgebieten Hamburgs gemachten schlechten Erfahrungen mit instabilen Höhenpunkten und der daraus gewonnen Einsicht, dass die Qualität eines Nivellementsnetzes wesentlich eine Funktion der Stabilität der Vermarkungen sei, mit der Einbringung von Rohrfestpunkten (RF); Detailskizze siehe Seite 25.

Ein RF besteht aus aufeinander geschraubten Rohren von 89 mm Durchmesser, die im Durchschnitt 20 m tief in den Boden gebohrt und zum Schluss gerammt werden; der zur Zeit tiefst gebohrte RF geht auf 58 m unter Geländeoberkante. RF gelten als ausreichend standsicher, wenn in die diluviale Schicht bis in 1,5 bis 2,5 m Tiefe gebohrt wird! In der Folge wurde diese aufwändige Vermarkungsart als „**Hamburger Bauart**“ bezeichnet.

Sie gilt als die vermeintlich sicherste in Marschgebieten und wurde auch von anderen Dienststellen verwendet – wobei es noch weitere Konstruktionsarten gibt, wie die Oldenburger und Celler Bauart. Aber auch die Standsicherheit von RF ist nicht als absolut anzusehen. Insbesondere der Tideverlauf, die Nähe zu Gewässern mit stark wechselnden Wasserständen, großflächige Senkungsvorgänge und die Errichtung von Großbauwerken haben Einfluss auf ihre Stabilität.

In Hamburg – einschließlich Neuwerk – sind gegenwärtig ca. 220 RF sowie 160 UF nachgewiesen, auf deren Besonderheit noch eingegangen wird.

Analog zu den RF in der Marsch bzw. dem Stromspaltungsgebiet der Elbe wurden und werden in den Geestgebieten Hamburgs zur Stabilisierung des Höhennetzes UF bzw. Flachpunkte eingebracht. Dies sind in der Hamburger Bauart ca.1,4 m lange Rundeisen mit Betonmantel, die in einem Betonfundament in etwa 2 m Tiefe frostfrei gegründet sind. Aber auch für diese Punkte gilt die Unsicherheit in der Höhenstabilität, hauptsächlich hervorgerufen durch Veränderungen des Grundwasserspiegels und Baumaßnahmen in ihrer Nähe.



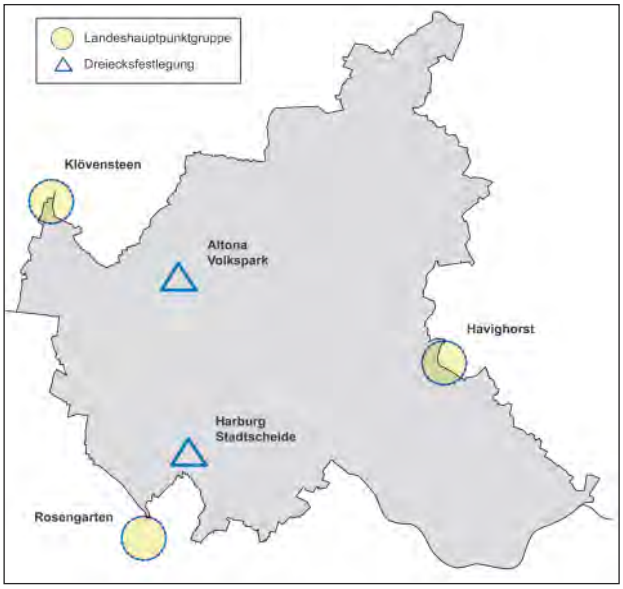
Eine UF beim Elbübergangs-Nivellement 1954; s. Seite 22 ff.

Je nach Erfordernis wurden auch Bohrpfähle von ca. 6 m Länge als eine in jedem Fall kostengünstigere Alternative zu den RF eingebracht. Die Einbringung von Höhenbolzen an ausgewählten Gebäuden als Ersatz für die alten Höhenschilder (siehe Abbildung auf der Titelseite) begann in Hamburg 1883. Gegenwärtig gehören ca. 2.700 Höhenbolzen zum Gebrauchshöhennetz.

Bereits während der übergeordneten Messungen des RfL für das Nordseeküstennivellement wurden in den 1930er-Jahren im Altonaer Volkspark sowie in den Harburger Bergen zwei aus 3 bis 4 UF bestehende Punktgruppen über vermeintlich sicherem Terrain eingerichtet, die die Stabilität des Hamburger Haupthöhennetzes garantieren sollten.

Bis in die Zeit nach dem 2. Weltkrieg wurde bei der Neumessung der Netze I. und II. Ordnung davon ausgegangen, dass alle unterirdischen Festlegungen (sowohl RF als auch UF) höhenstabil seien. Diese Sicht erwies sich jedoch als trügerisch. Weitere drei Stützpunktgruppen wurden deshalb nach dem 2. Weltkrieg im Klövensteen, im Rosengarten und in Havighorst angelegt; siehe untere Karte.

Die Höhenfestpunktgruppen im Hamburger Raum, 2010



Das Tidegeschehen und die Höhenbezugspunkte in Hamburg und Cuxhaven

Hamburger Null

Analog zu der Festlegung des bereits erwähnten Normalhöhenpunktes in Berlin gab es seit Mitte des 18. Jahrhunderts auch in Hamburg Bestrebungen, Aussagen zu Höhen auf einen gemeinsamen Bezugshorizont zu beziehen – dafür bot sich hier der mittlere Wasserstand der Elbe an, also auch eine aus Naturbeobachtung gewonnene Größe. Andererseits waren Sturmfluten sowie andere extreme Wasserstände den Bewohnern und Dienststellen so wichtig, dass diese durch Marken und Markierungen örtlich sichtbar gemacht wurden und so ein Bezug zum mittleren Wasserstand ermöglicht wurde.

Wie Stück schreibt (Teil I, Seite 14), hatten systematische Beobachtungen der Wasserstände bis 1785 nicht stattgefunden, lediglich das Hochwasser von 1756 war an der Wasserkunst am Graskeller markiert und durch Nivellement auf den Elbflutmesser bezogen. Auch das Hochwasser von 1771 wurde 1774 durch eine aufgestellte Pyramide vor dem Deichtor sichtbar gemacht. Diese Marke ging 1848 bei Bauarbeiten verloren und wurde 1857 auf dem Hammerdeich neu errichtet und auf den Nullpunkt des Elbflutmessers (s.u.) durch Nivellement bezogen.

Ein erstes systematisches Beobachten der Elbwasserstände und ihrer Abhängigkeit vom Wetter- und Tidegeschehen erfolgte auf Anregung von J. T. Reinke (1749-1825). Am 27. Dezember 1785 schlug dieser dem Senat vor, man möge einen Mann beordern, der in regelmäßigen Abständen entsprechende Beobachtungen notieren sollte, um daraus Tidevorhersagen abzuleiten. Die Ablesungen wurden beim Blockhaus und am Niederbaum über einen Zeitraum von 15 Monaten durchgeführt. Ein neuer Flutmesser wurde 1787 installiert. Nun konnte Reinke einen Tidenkalender zur Vohersage erstellen. Seitdem konnte die Bevölkerung in den vom Hochwasser gefährdeten Gebieten rechtzeitig durch Böllerschüsse von einer Bastion oberhalb des Hafens gewarnt werden; das geschieht noch heute vom Stintfang aus!

Der **Nullpunkt der Skala von 1786 am Niederbaum** fiel mit dem niedrigsten Wasserstand der Elbe zusammen – die gewöhnliche Flut betrug 6 Fuß 8 Zoll = 1,910 m (1 Hamb. Fuß = 12 Zoll = 0,2865715 zum Datum 1843). Nach den Beobachtungen von 1843/69 kam man auf einen Tidenhub (Flutgröße) von 6 Fuß 3 ½ Zoll, was 1,803 m entspricht. Im Jahr 1859 wurde dann ein selbstregistrierender Pegel an den Landungsbrücken der Dampfschiffe an der Elbe in St. Pauli errichtet.

Der **Nullpunkt des Haupt(Elb)flutmessers** (Lattenpegel) **an den damaligen Landungsbrücken** war bezogen auf eine in der Futtermauer der Elbhöhe am Hafenthor sich befindende Marke mit der Bezeichnung XXVI (d.h. 26 Fuß = 7,451 m). Die markierte Höhe hatte sich durch die Elbpegel-Beobachtungen bis 1787 ergeben!

Die Ausführungen auf den Seiten 6 bis 9 zu den Pegeln in Hamburg und Cuxhaven wurden der VR 46/2 (leicht gekürzt) sowie den Ausführungen von Kasper entnommen:

Zur Entstehung des Flutmessers in Hamburg bemerkt Hübbe in den „Neuen Hamburgischen Blättern“ vom 27. Nov. 1844: „*Die Notwendigkeit, in Hamburg, welches in seinem täglichen Handelsverkehre, wie in so manchen außerordentlichen Fällen, von dem wechselnden Stande der Elbe abhängig ist, einen festen und allgemein bekannten Höhenpunkt zu haben, auf den die veränderlichen Flusshöhen bezogen werden können, führte gegen Ende des vorigen Jahrhunderts auf die Errichtung von Flutmessern, unter Leitung des Strom- und Canalbau-Direktors Reinke*“.

Die ersten Flutmesser sind Lattenpegel. Der Nullpunkt der Skala, an der die Wasserstände abzulesen sind, ist so aus der Natur abgeleitet, so dass entweder die mittlere Flut- oder mittlere Ebbehöhe als Bezugsmaß dienen kann.

Für den Hamburger Flutmesser erklärte man jetzt die mittlere Ebbehöhe zum Nullpunkt, deren Wert Reinke aus seinen Wasserstandsbeobachtungen ermittelt hatte. Da nun einerseits die jährlichen Niedrigwassermittel durch unterschiedliche Oberwasser der Elbe stark differierten und zum anderen Reinkes Pegelnull durch Fortführungen Änderungen erfahren hatte, lag Hübbes Pegelnull am Hauptflutmesser zu St. Pauli 1841 ca. 8 Zoll (entspricht 0,19 m) tiefer als normales Niedrigwasser.

Das „Null“ an der Lattenskala und die „ordinäre Ebbe" lagen also nicht auf einem Niveau. Um für die Zukunft aufkommende Zweifel an der Unveränderlichkeit des Hamburger Flutmessers von vornherein auszuschließen, hat Hübbe 1841 zugleich eine Kerbe in die Futtermauer der Elbhöhe am Hafenthor 26 Fuß (7,451 m) über Pegelnull als Kontrollmarke und Höhenanschlußpunkt einhauen lassen (Marke XXVI). Diese Marke (s. Skizze S. 15 unten) war durch einen Bolzen gesichert und war bis zum Ersatz durch die Normal-Höhenmarke am Millerntor die sichtbare Realisierung des Nullpunktes des Hamburger Höhennetzes.

Dieses **Pegelnull** ist gleichbedeutend mit der Bezeichnung „Alt-Hamburger-Null". Veröffentlichte Höhenzahlen in diesem System sind also Werte über Null am Hauptflutmesser zu Hamburg. Sie sind gültig bis zur Einführung des Metermaßes am 1. Januar 1872. Gleichzeitig senkt man mit diesem Datum den Nullpunkt des Hamburger Flutmessers um 10 Fuß (2,866 m); damit sollten negative Ablesungen von Wasserständen am Pegel vermieden werden. Die Kontrollmarke in der Mauer, im Verzeichnis „eingehauener Strich mit der römischen Zahl XXVI", erhält die neue Höhe 36 Fuß (10,317 m) über Pegelnull. Also = "Neu-Hamburger-Null" liegt damit 2,866 m unter „Alt-Hamburger-Null“.

Ausgangspunkte der Alt-Hamburger Höhen

Beim Hafentor: Kontrollmarke des Nullpunktes

Punktnummer 1: Höhe über dem Null am Hauptflutmesser zu Hamburg mit 10,317 m

Beim Hafentor: Futtermauer der Elbhöhe

Punktnummer 2: Höhe über dem Null am Hauptflutmesser zu Hamburg mit 9,527 m

Beziehung Cuxhavener zu Hamburger Null

Der Cuxhavener Nullpunkt wurde rechnerisch um 1,893 m tiefer gelegt, mit der Absicht, eine gemeinsame Niveaufläche fürs damalige hamburgische Hoheitsgebiets zu erhalten. Wie sich später herausstellte, lag das Cuxhavener Null in Wirklichkeit um den Wert von 0,101 m tiefer als das Hamburger Null von 1872.

1873 bezieht die trigonometrische Abteilung der Landesaufnahme Höhen der Provinz Schleswig-Holstein auf „Neu-Hamburger-Null", bis fehlende Höhenverbindungen zum Nullpunkt des Pegels Neufahrwasser 1875 hergestellt sind. Aus der folgenden Höhenumrechnung ergibt sich, dass das **„Neu-Hamburger-Null“** 0,025 m unter Null des Pegels zu Neufahrwasser liegt.

Hamburg-Karte 1: 4.000 von 1868 (Ausschnitt)
mit der Lage der verschieden gültigen
Hamburger Null-Bezugshöhenpunkte

Oben in der Karte: Normal-Höhenpunkt am Millerntor
Unten in der Karte: Pegel an den St. Pauli Landungsbrücken

№	Bezeichnung der Höhenpunkte.	Höhe über Null am Elbfluthmesser. Meter.
75	Gröningerstrasse, neue, Ecke alte Gröningerstrasse № 29: Schild	8.871
76	Gross-Neumarkt, Ecke alter Steinweg № 41: Schild	22.364
77	Gross-Neumarkt № 30: Schild	23.300
78	Hafenthor, beim, Futtermauer der Elbhöhe: Mitte des eingehauenen Striches (1)	10.317
79	Hafenthor, beim, daselbst: Schild (2)	9.843
80	Hafenthor, beim, Wache: Schild	9.999
81	Hahntrapp, Ecke Hopfenmarkt: Schild	9.676
82	Harburgerstrasse, Quaibetriebsgebäude: Schild	9.500
83	Hermannstrasse, Ecke Knochenhauerstrasse: Schild	9.741
84	Hermannstrasse № 37, Ecke Bergstrasse: Schild	9.746
85	Herrengraben № 83: Schild	12.041
86	Heuberg № 9: Geländerpfosten (347)	11.852
87	Hohebrücke, Ecke Cremon: Schild	9.151
88	Hohebrücke № 3: Schild	8.209
89	Holstenthor, Zoll- und Accisegebäude: Schild	25.000

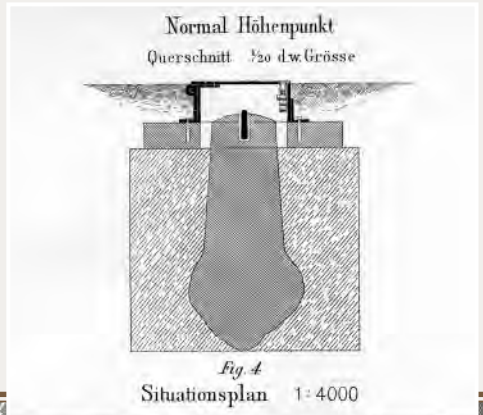
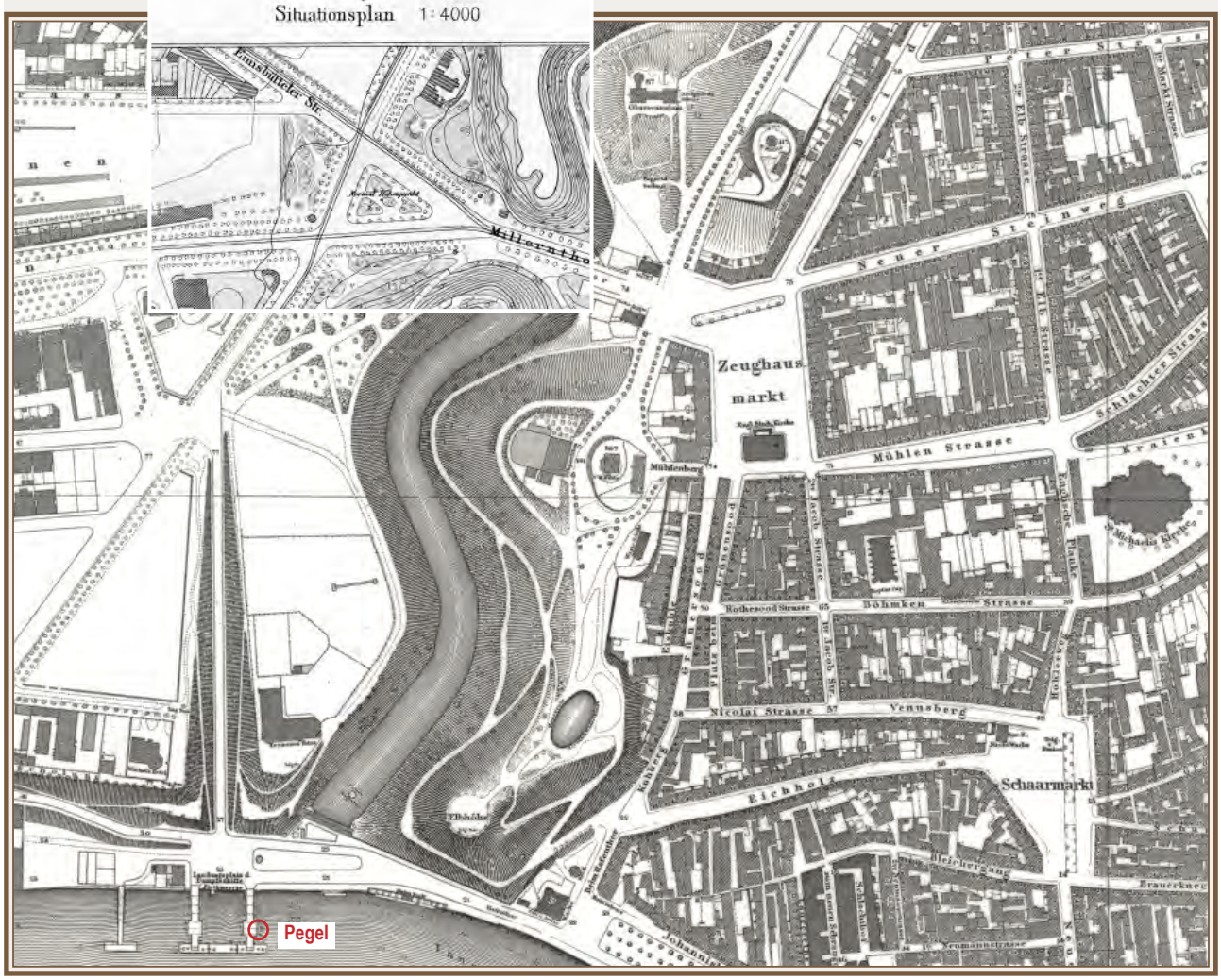


Fig. 4
Situationsplan 1:4000



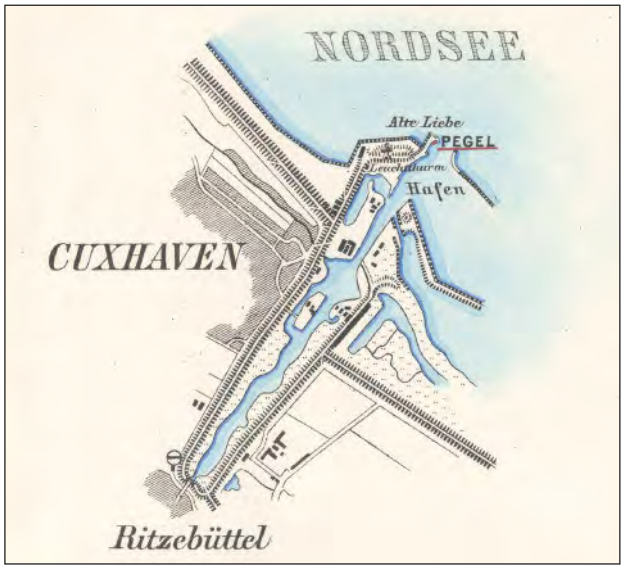
Nach Einführung des Normal-Null-Bezugshorizontes (NN) für alle preußischen Nivellements 1879 wird die Höhe des Pegelnullpunktes zu Neufahrwasser mit 3,513 m unter NN und dieHöhe des Hamburger Nullpunktes mit 3,538 m unter NN angegeben.

Pegelnull Neufahrwasser	**- 3,513 m NN**
Neu-Hamburger-Null (NHN) ab 1871	**- 3,538 m NN**
Alt-Hamburger-Null (AHN) 1841-71	**- 0,672 m NN**

Ebenso beschließen die technischen Vertreter der Elbuferstaaten Preußens, Mecklenburgs, Anhalts und Hamburgs im Dezember 1882 alle Höhenangaben für gemeinsame hydrometrische Arbeiten auf Neu-Hamburger-Pegelnull (= - 3,538 m NN) zu beziehen. Doch dessen ungeachtet ändern sie zum 30.12.1884, nach Bekanntgabe von Ergebnissen der Gradmessungsnivellements Swinemünde-Konstanz und Swinemünde-Amsterdam, das Neu-Hamburger-Pegelnull auf - 3,423 m ab, obwohl Seibt nach Resultaten aus seinem Nivellement Anklam-Cuxhaven davon abgeraten hatte. Erst 1894 führten die Elbstrombauverwaltungen den preußischen Normal-Null-Horizont als allein gültige Bezugsebene ein.

Der Geometer Wittenberg vom Vermessungsbüro der Baudeputation überprüft 1897 Hamburgs-Kontrollmarke XXVI für Pegelnull am Hafenthor und bestimmt Verschiebungen, die sich auch heute noch durch überlieferte Messdaten nachvollziehen lassen.
Die festgestellte Bewegungstendenz der Höhenmarke XXVI vergegenwärtigt, dass Hübbes Annahme, einen unveränderlichen Festpunkt geschaffen zu haben, nicht stimmte. Die Nivellements lassen sich daher nur durch Anbringung einer Korrektur zu einem unzweifelhaften Horizont verknüpfen. Es muss davon ausgegangen werden, dass sich in den Jahren von 1872/86 die Marke XXVI um 12 mm abgesenkt hatte. Bei Aufstellung des Höhenverzeichnisses von 1886 wurde dies nicht berücksichtigt! Alle Höhenwerte sind ab diesem Zeitraum also um 12 mm zu hoch angesetzt. Messungen innerhalb dieses Zeitraums wären zur richtigen Bewertung also mit entsprechenden Korrekturen zu versehen.

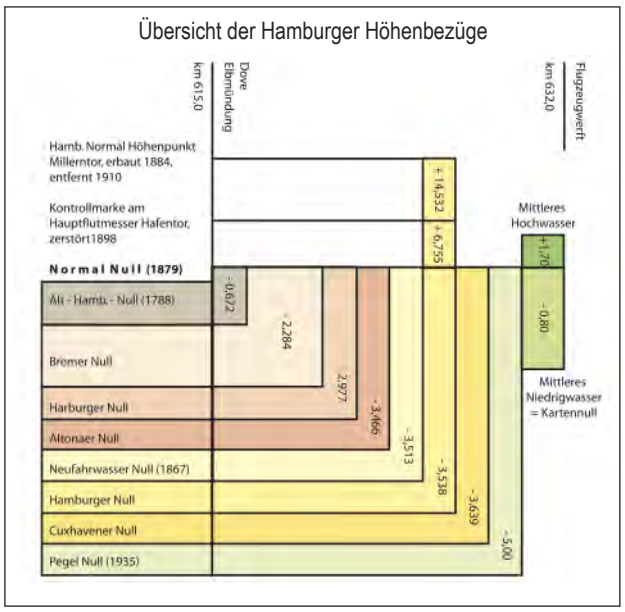
Lage des Cuxhavener Pegels, 1880



Cuxhavener Null
Wie in Hamburg, so beginnen auch in Cuxhaven um 1786 Tidemessungen mit anfänglich unvollständigen Wasserstandsablesungen an einer provisorischen Latte zur Bestimmung von Tidehub und ordinärem Niedrigwasser – dieses ist das vom Wind nicht beeinflusste Niedrigwasser – bis zur lückenlosen Hoch- und Niedrigwasserbeobachtung ab 1859. Beim Umsetzen der Pegellatten sowie deren Revision hat man früher wohl (wie aus Protokollen hervorgeht) alle ordentliche Sorgfalt aufgebracht, aber nicht die ermittelte ordinäre Ebbe, die Bezugspunkt für Tidebeobachtungen ist, in Beziehung zu einer festen Marke gebracht, um dem Null an der Wasserstandskala für die Zukunft einen gesicherten Wert zu verleihen. Erst ein Höhenschild, das Lentz im März 1855 am Granitsockel des Cuxhavener Leuchtturmes befestigen und später durch eine in Granit eingehauene Kerbe ersetzen lässt, sichert das Pegelnull für die Nachwelt und dient gleichzeitig als Anschlusspunkt für Höhenmessungen. Die Höhe der Kontrollmarke und das Pegelnull leitet Lentz aus seinem Nivellement von Hamburg nach Cuxhaven 1855 ab. Damit ist eine Relation zwischen den beiden wichtigen Flutmessern an der Unterelbe vollendet, die sich im Folgenden bei Untersuchungen über Wasserstände des Elbstromes bis in die heutige Zeit als sehr wertvoll erweist.

„Sinkt der Cuxhavener Leuchtturm?“, unter diese Überschrift stellt der Leiter der Ritzebütteler Hafenbauverwaltung, **Bernhard Hugo Lentz** (1828-1903), eine Betrachtung zur Bauwerksbewegung des Leuchtturmes. Widersprüchliche Höhenwerte für die Kontrollmarke in ca. 50 Jahren veranlassen ihn, diese Untersuchung durchzuführen. Lentz versucht, durch Gegenüberstellung mittlerer Jahreswasserstände (etwa halbe Tidehöhe) zu deren fünfjährigen Mitteln eine Senkung des Leuchtturmes nachzuweisen. Er kommt zu dem Schluss, dass eine Senkung weder aus Wasserständen noch aus Nivellements sich nachweisen lässt. Lentz vermutet sogar einen Fehler in seinem Nivellement von 1855 „kurz vor Cuxhaven“, da verschiedene Höhenpunkte von Harburg - Groden mit Ergebnissen späterer Messungen übereinstimmen. Wie sich endgültig herausstellte, kann Lentz's Annahme nicht mehr aufrechterhalten werden. Der Leuchtturm ist in 57 Jahren (1855-1912) gleichmäßig um ca. 16 cm gesackt; Details zum Lentzschen Nivellement siehe Seite 12 + 13.

Die Höhe dieses wichtigen Pegels an der deutschen Nordseeküste ist eng mit der Bewegungstendenz des Leuchtturmes verbunden. Das Kontrollmaß Kerbe - Pegelnull, von Lentz 1855 mit - 6,210 m bestimmt und 1872 um - 1,893 m auf - 8,103 m zur theoretischen Angleichung an Hamburger Null korrigiert, wird bei Pegelrevisionen unverändert angehalten und beeinflusst die Lage von Pegelnull im negativen Sinn. Das fortschreitende Sinken des Leuchtturmes, bei unverändertem Höhenwert der Kerbe, bewirkt dementsprechende höhere Pegelablesungen für die in gleicher Höhe bleibenden Wasserstände.
An dieser Stelle muss darüber hinaus die Beziehung Cuxhavener Null = - 3,489 m NN erwähnt werden, die Wasserbaudirektor Nehls im Mai 1889 unabhängig durchsetzte, ohne zu bedenken, dass dieser Wert kein rechtes Maß sein kann, weil es sich aus Nivellementsergebnissen des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts ableitet und eine ursächliche Verknüpfung mit dem Pegel fehlt. Wenn die Bezugsverhältnisse am Cuxhavener Pegel ausführlicher beschrieben sind als vorgesehen, so deshalb, weil



ihnen eine wesentliche Rolle bei Bewertung des säkularen Meeresspiegelanstieges in den letzten 100 Jahren an der Nordseeküste zukommt. Ohne Kenntnis absoluter Pegelhöhen wird außerdem der säkulare Anstieg fehlerhaft interpretiert. Bereits ermittelte Anstiegsmaße, die bis auf das Jahr 1850 und weiter zurückgehen, können aufgrund der gemachten Ausführungen nicht mehr überzeugen.
... soweit die Ausführungen zum Nivellement durch Lentz.

Nullpunkte in Altona und Harburg
Die damals nicht zu Hamburg gehörenden Städte Altona und Harburg hatten eigene Nullpunkte, deren Höhenbezüge in der obigen Tabelle dargestellt sind. In Harburg (bis 1937 zur Provinz Hannover gehörend) hatten ab 1800 hannoversche Wasserbaubehörden an der alten Hafenschleuse zur Süderelbe einen Flutmesser mit einer eingemeißelten Kerbe als Höhenbezugspunkt – genannt als „21 Fussmarke hann.“. Diese Marke wurde bei vielen übergeordneten Nivellements des 19. Jahrhunderts benutzt (u.a. Lentz, Preußische Landesaufnahme, Strom- und Hafenbau, Königlich Preußisches Geodätisches Institut, Hamburgisches Vermessungsbüro). Aus diesem Grund war es möglich, aus den historischen Messungen diverse Nivellementsschleifen im Süderelberaum bis zur Marke XXVI in St. Pauli für Genauigkeitsabschätzungen sowie zum Nachweis der Unsicherheit der Marke XXVI zu berechnen.
Der Nullpunkt des Altonaer Flutmessers am Elbquai (Altona war bis 1864 dänisch und dann bis 1937 preußisch) sowie ein Höhenbezugspunkt sind auf Seite 13 als Punkte 3 und 3a dargestellt.

Nivellements im Amt Ritzebüttel (Cuxhaven) und zur Insel Neuwerk
In Cuxhaven wird zwischen 1912 und 1914 ein Präzisionsnivellement ausgeführt, um an den preußischen NN-Landeshorizont anzuschließen. Bis zu diesem Zeitpunkt dienten die von den dortigen Behörden durchgeführten Höhenmessungen überwiegend der Stadtvermessung und dem Ingenieurbau. Ausgangspunkt war ein Festpunkt in der offensichtlich lagestabilen Altenwalder Höhe – also im Geestbereich. Die Stabilität dieses Punktes wird durch die Nordseeküstennivellemets (**NKN I + NKN II**) bestätigt; siehe dazu Seite 21. Ebenso lassen sich die Beziehungen zum Nullpunkt Pegel St. Pauli (Elbflutmesser) unter Einbeziehung der Elbstromnivellements ableiten bzw. erhärten.
Es entstehen auch hier RF, die – wie oben erwähnt – in dem wenig standfesten Marschboden höhenstabile Festpunkte darstellen; zugleich erhalten mit diesem Nivellement Ingenieurwesen und Landesvermessung relativ sichere Höhenpunkte. Auch hier zeigte sich, dass RF nicht immer als höhenstabil anzusehen sind; im Bereich des Hafengebietes konnten Bewegungen bis - 30 mm beobachtet werden! Anfang 1913 erfolgt ein Nivellement von Sahlenburg nach Neuwerk zum Lentzschen Höhenschild von 1864, die Höhe wird bis auf 2 mm bestätigt!
1921 und 1931 wird das Höhennetz auf Neuwerk durch einen RF (am Leuchtturm) sowie durch Höhenbolzen verdichtet. Auch hier erfolgt die Übertragung vom Festland aus, diesmal von Duhnen. Ähnlich wie die UF-Gruppen in Hamburg wurde 1928 am Galgenberg in Sahlenburg eine Punktgruppe durch das Vermessungsbüro Cuxhaven eingerichtet – diese wurde später durch das RfL erweitert. Weitere umfangreiche Aktivitäten fanden zwischen 1960 -70 bei den Erkundungsarbeiten zum geplanten Vorhafen in der Elbmündung statt; siehe dazu Seite 24.

Zwei Höhenmarken an Neuwerker Bauten:
Links unten: Rest des sog. Lentzschen Höhenschildes von 1864 am Nachbargebäude (Schullandheim)
Mitte unten: Der alte Höhenbolzen am Leuchtturm trägt das Hamburger Wappen

Nivellementsarbeiten in Hamburg von 1842 bis 1886 mit den Elbstromvermessungen

In den Jahren bis zum großen Brand 1842 scheinen flächendeckende Nivellements nicht erfolgt zu sein. Der nachfolgende Neuaufbau der zerstörten Stadtviertel mit seinen technischen Anforderungen bildete den Beginn der systematischen amtlichen Nivellementsarbeiten.

Einen guten Einblick in die Arbeiten dieser Jahre gibt Heinrich Stück in seiner „Geschichte des Hamburgischen Vermessungswesens“, aus der im Folgenden zitiert wird (Teil I):

„Gleich nach dem grossen Brande im Mai 1842 wurde der Ingenieur Röbbelen beauftragt, ein Nivellement von allen Strassen des abgebrannten Stadttheiles auszuführen, um durch Anschluss an die so gewonnenen Höhenpunkte die projectirten Strassenhöhen für den Neubau jedes einzelnen Gebäudes bestimmen zu können. Ueber die Ausführung dieses Nivellements giebt Röbbelen in dem Jahresberichte von 1844 für die Mitglieder der Hamburgischen Gesellschaft zur Verbreitung mathematischer Kenntnisse nähere Auskunft. Späterhin wurden auch die übrigen Strassen der Stadt nivellirt und wurden zur Bezeichnung der Höhenfestpunkte kreisförmige gusseiserne Platten angewandt, welche an Baulichkeiten angebracht wurden. Im Jahre 1841 wurde von dem Ingenieur J. Wichers ein Nivellement am rechten Elbufer von Hamburg bis Fährmannssand ausgeführt, welches später von dem Ingenieur D. A. Schuback wiederholt wurde. (...)

Seit dem Jahre 1843 ward an den in Hamburg und Cuxhaven errichteten Fluthmessern ununterbrochen der Wasserstand beobachtet. Im März 1843 erschien als Beilage zum Bericht von W. Lindley über Anlage eines neuen Sielsystems ein Plan von der Stadt mit braun gedruckten Höhenkurven, freilich in unbestimmter Weise eine Schichtenkarte andeutend. In vollkommener Weise wurde die Herstellung einer Höhenschichtenkarte von dem Conducteur, späteren Districts-Ingenieur Westphalen ausgeführt nach seinen Nivellements der Vorstadt St. Pauli und der Vogteien Rotherbaum, Harvestehude, Eimsbüttel und Eppendorf. Ein darnach ausgeführter Plan zeigt die Höhencurven von 10 zu 10 Fuss über dem Nullpunkt am Elbfluthmesser.

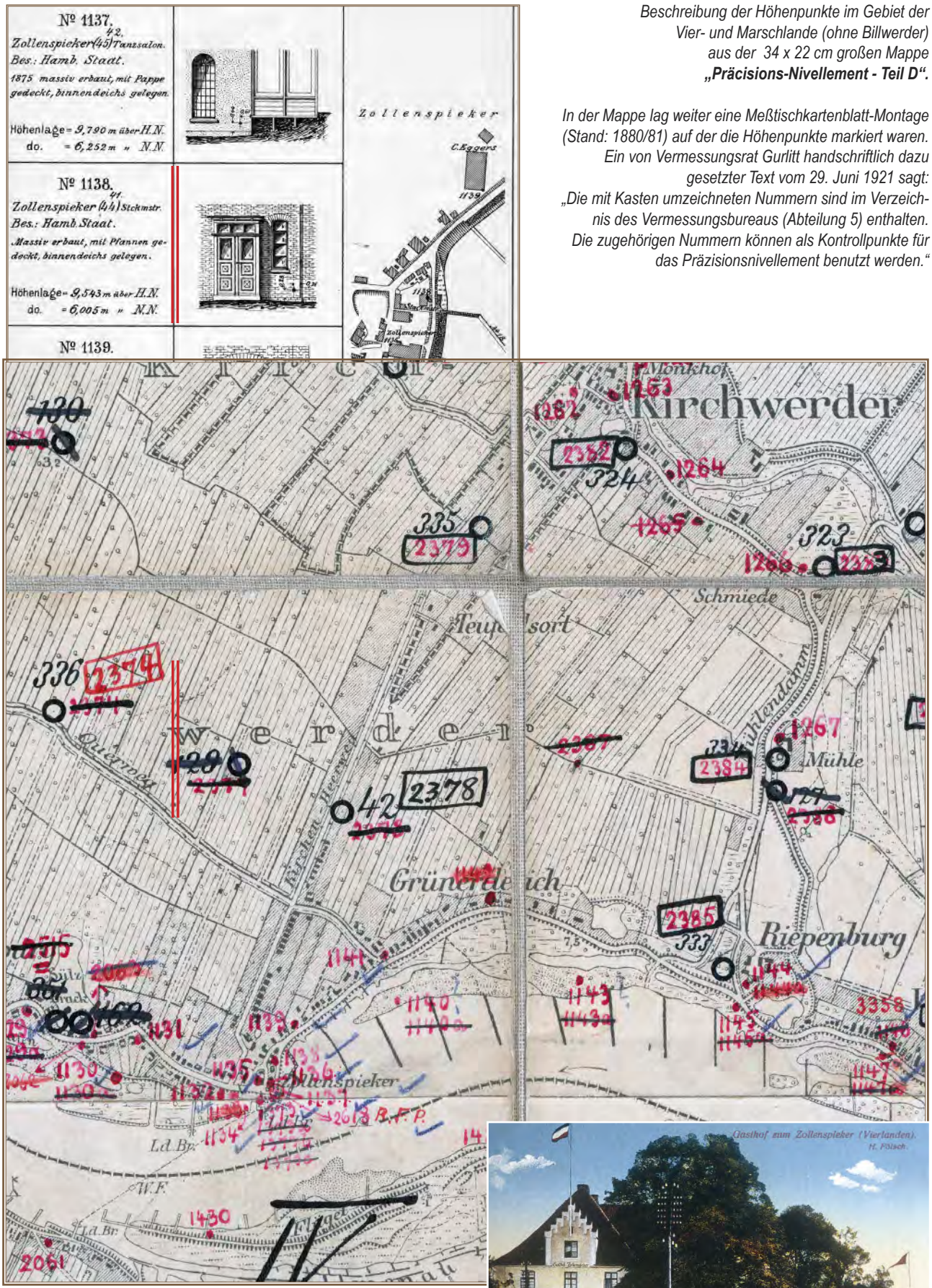
Für die seit 1842 vorgenommenen Strassen- und Sielanlagen, Schleusen- und Wasserbauten der verschiedenen Bauabtheilungen des Ingenieurwesens wurde die Zahl der 1842 angebrachten Höhenschilder [die ersten Höhenschilder waren aus Gusseisen mit einem Durchmesser von 14 cm und einer Dicke von 1 cm nach Pariser Vorbild angefertigt] *successive vermehrt, so dass nicht allein die Stadt und deren nächste Umgebung, sondern auch einige weit abzweigende Linien, z. B. die der Bille und der Alster, eine Anzahl von Höhenpunkten darboten. (...) Für den Anschluss der Terrain-Nivellements des Landgebiets war die Anzahl der Höhenpunkte freilich nicht genügend, und als das Bedürfniss hervortrat, in den zu veröffentlichten Karten auch noch die Höhengestaltung durch äquidistante Niveaukurven zu veranschaulichen, war es erforderlich, durch vorzunehmende Haupt- oder Präcisions-Nivellements weitere Höhenpunkte zu schaffen, an welche die Terrain-Nivellements angeschlossen werden konnten. Für die Ausführung solcher Nivellements schien es bedenklich zu sein, von dem zunächst belegenen Höhenschildern auszugehen, da man doch die Möglichkeit annehmen musste, dass die Höhenlage einiger dieser an Baulichkeiten angebrachten Höhenschilder durch etwa stattgefundene Senkung in dem langen Zeitraume von Jahren sich geändert haben müsse. Man gelangte demnach zu dem Entschlusse, ein Präcisions-Nivellement (1869-1871) auszuführen, und zwar von der Controlmarke des Hauptfluthmessers ausgehend, nach Norden über das Geestgebiet sich erstreckend und von dort über Wohldorf, Ohlstedt, Volksdorf, Farmsen und Wandsbek wieder nach dem Ausgangspunkte. (...) Um den Anforderungen in Bezug auf die Zuverlässigkeit der Resultate dieses Nivellements zu genügen, wurden die von der Europäischen Gradmessungs-Commission in ihrer im Jahre 1867 gehaltenen Conferenz in dieser Beziehung aufgestellten Vorschriften zur Richtschnur angenommen. Dahin gehören unter anderem die Methode des Nivellirens aus der Mitte und die Bestimmung, dass der wahrscheinliche Fehler der Höhendifferenz zweier um ein Kilometer entfernter Punkte im Allgemeinen nicht 3 Millimeter und in keinem Fall 5 Millimeter überschreite. (...) Dieses Nivellement mit einem grösseren Zweig-Nivellement von Volksdorf über Ahrensburg und Gr. Hansdorf nach der trigonometrischen Station Bornbek wurde in den Jahren 1869-1870 von den Ingenieuren F. H. Reitz und G. Cramm ausgeführt. Die Einführung des Metermaasses mit dem Jahre 1872 hatte neben der Abänderung mancher bestehender Einrichtungen auch die Abänderung der Zahlen an den Höhenschildern zur Folge.* [Veröffentlicht wurden die Ergebnisse der Messungen als „Nivellements und Höhenbestimmungen von Hamburg und Umgebung, bestimmt durch geometrische Nivellements abseiten des Vermessungsbureaus in den Jahren 1869-1872, Hamburg 1872“.]

Von dem Ober-Ingenieur der Bau-Deputation Herrn Plath wurde dem Vermessungsbureau der Auftrag erteilt, diese Abänderung, und mit derselben zugleich eine Revision der Höhenschilde auszuführen. Für diese Arbeiten wurden die Nivellirlatten in Meter eingetheilt, die Theilung in Centimeter wurde durch Dennert & Pape auf der Theilmaschine ausgeführt und das Malen der Latten durch einen Geometer des Vermessungsbureaus beschafft. Die Nivellements wurden von denselben Beobachtern Reitz und Cramm im Jahre 1871 ausgeführt [hier folgt der Hinweis auf die

Auf der Deichtreppe vorm Zollenspieker Fährhaus befinden sich einige kleine Höhenmarken, um hier ggf. örtliche Elb-Wasserstandshöhen bei Hochwasser ablesen zu können. Hier wird anschaulich deutlich, wie wichtig Kenntnisse von Höhenbezügen sind.

Beschreibung der Höhenpunkte im Gebiet der Vier- und Marschlande (ohne Billwerder) aus der 34 x 22 cm großen Mappe ***„Präcisions-Nivellement - Teil D“.***

In der Mappe lag weiter eine Meßtischkartenblatt-Montage (Stand: 1880/81) auf der die Höhenpunkte markiert waren. Ein von Vermessungsrat Gurlitt handschriftlich dazu gesetzter Text vom 29. Juni 1921 sagt: „Die mit Kasten umzeichneten Nummern sind im Verzeichnis des Vermessungsbureaus (Abteilung 5) enthalten. Die zugehörigen Nummern können als Kontrollpunkte für das Präzisionsnivellement benutzt werden.“



Zollenspieker Fährhaus mit Elbpegel, um 1915

Tieferlegung der Pegel in Hamburg und Cuxhaven; s. Seite 8]. *Abseiten der trigonometrischen Abteilung der Königlich Preussischen Landesaufnahme war im Sommer 1874 die Verbindung der Nivellements zwischen Berlin und Hamburg ausgeführt worden. Dieses Nivellement, bei Schiffbeck an das Hamburgische Nivellement angeschlossen, erstreckt sich unter anderem auch über Bergedorf. Unmittelbar vor Bergedorf in dem Holsteinischen Dorfe Sande, befindet sich der Preussische Nivellementsbolzen No. 359, welcher für die Weiterführung des Nivellements nach Geesthacht einen günstigen Anschluss darbot. Zur Controlle wurde als zweiter Anschlusspunkt der Nivellementsbolzen No. 364 bei Hohenhorn gewählt. In der Stadt, und namentlich in dem von Flethen durchzogenem Marschgebiete derselben, zeigten sich nach Verlauf einiger Jahre bei der Benutzung der Höhenschilder zur Bestimmung von Strassenhöhen, Hochbauten und bei den alljährlich ausgeführten Nivellements der St. Nicolai-Kirche, mehr oder weniger Differenzen in der Höhenangabe für die Höhenschilder, welche wohl grösstentheils in den fortwährend stattgefundenen Senkungen des Erdreichs und damit auch der betreffenden Baulichkeiten ihren Grund haben dürften ...“*

Umfangreiche ingenieurtechnische Arbeiten, u. a. beim Bau der zweiten großen Elbbrücke, erforderten ab 1883 neue Messungen. Hierbei wurden die vorhandenen Höhenschilder schrittweise durch Höhenbolzen ersetzt. Die Nivellements nahmen ihren Ausgang von der Kontrollmarke des Nullpunktes am Hafentor. Außerdem wurde die Notwendigkeit erkannt, für die doch mittlerweile als nicht sehr stabil angesehene Kontrollmarke des Elbflutmessers Ersatz zu schaffen. Diese neue „Normal-Höhenmarke“ wurde als eine Art unterirdische Festlegung vor dem Millerntor in vermeintlich standsicheren Terrain hergestellt. Dieser Pkt. Nr. 5 ist ein 1,2 m langer Granitstein in frostsicherer Tiefe; darin ein halbkugelförmiger Achatbolzen einzementiert und das Ganze mit einem gusseisernen Deckel abgeschlossen, s. Seite 7 oben.
Dieser Punkt ging 1910 beim Bau der U-Bahn verloren; ein Ersatz wurde nicht geschaffen, da das mittlerweile entstandene Hamburger „Landeshöhennetz“ ausreichend gut vermarkt war. Gleichzeitig wurde ein Präzisionsnivellier von Dennert & Pape mit neuen Latten sowie ein Komparator beschafft.
Das Präzisions-Nivellement 1884 -86 wurde vom Abteilungsgeometer Wittenberg ausgeführt und noch im Jahr 1885 veröffentlicht (Stück Teil II – Präzicionsnivellement der Freien und Hansestadt Hamburg). Die Messungen erfolgten nach der von Prof. Seibt bei den Gradmessungsnivellements angewandten Methode mit auslaufender Libelle und der Ablesereihenfolge RVVR, wobei jedesmal an Rück- und Vorderseite der Latte ein glatter Wert an der Latte eingestellt wurde und die Ausschläge der Libellenblase abgelesen wurden. Der detaillierten Beschreibung von Stück kann man entnehmen, dass rund 269 km mit 5.120 Aufstellungen nivelliert wurden; Ausgangspunkt war die Kontrollmarke XXIV mit 10,317 m über dem Nullpunkt des Hauptflutmessers. Als Ergebnis lagen die Höhen (in Meterangaben) von 695 Punkten vor: „*... in zweckmäßiger Weise vertheilt …*“, wie Stück schreibt.
Verbindungen bestanden zum Feinnivellement der Trigonometrischen Abteilung der Königlich Preußischen Landesaufnahme (1873/75), dem „Gradmessungs-Nivellement“ zwischen Anklam (Swinemünde) und Cuxhaven des Königlich Preußischen Geodätischen Instituts Berlin 1883/85 (Prof. Seibt) sowie dem „Präzisions-Nivellement der Elbe“ 1876/77 – ebenfalls Prof. Seibt (s. auch Seite 20). **Dabei stellte sich erneut heraus, dass die Pegel von Hamburg und Cuxhaven nicht auf einer Ebene lagen.**

Das bereits erwähnte Nivellement am rechten Elbufer 1841 mit Wiederholung 1854 erfuhr eine Erweiterung bis Oortkaten. Diese Messungen wurden durch den Wasserbau-Direktor H. Hübbe 1856 veröffentlicht. Im Dezember 1854 und Januar 1855 wurde dann durch Lentz und Sieveking das erste Elbstrom-Nivellement von Hamburg nach Cuxhaven durchgeführt.

In der Folge soll diese epochemachende Arbeit etwas detaillierter dargestellt werden, deshalb hier ein Auszug aus der VR 46/2 vom März 1984 (Autoren: Lassen, Linke u. Braasch):
„Anfang 1840 äußert der Wasserbaudirektor H. Hübbe von der hamburgischen Schiffahrts- und Hafendeputation Zweifel an bestehenden Auffassungen zum Tidegeschehen im Unterelbe-Bereich, ob u.a. Tidehochwasser derselben Tide über einen Längsschnitt horizontal verlaufen. Da sich aus Ergebnissen sporadischer Wasserstandsablesungen ab ca. 1780 und erster geometrischer Nivellements nur unzureichende Niveaudifferenzen ermitteln lassen, beauftragt Hübbe 1855 Lentz mit der Durchführung von geometrischen Nivellements, um Beziehungen von Pegelnullpunkten zum Hamburger Flutmesser herzustellen. Gußeiserne Schilder, befestigt an massiven Bauwerken, sollen die so erhaltenen Höhenangaben für die Zukunft sichern. Mit der Veröffentlichung eines gedruckten Höhenverzeichnisses verschiedener Fixpunkte vom Hauptflutmesser zu Hamburg nach Ortkaten, Fährmannsand, Cuxhaven und den dazu gehörigen Anmessungsskizzen sind die wichtigsten Nivellements des Centralbüros der Schiffahrts- und Hafendeputation abgeschlossen. Weitere Höhenmessungen sind nur von lokaler Bedeutung.

Zum besseren Verständnis des skizzierten Themas ist es angebracht, kurz auf das Wirken des Wissenschaftlers Lentz hinzuweisen. Lentz war als Beamter beim Centralbüro der hamburgischen Schiffahrts- und Hafendeputation von 1854 - 1864 tätig und ab 1864 wird er auf eigenen Wunsch als Wasserbauinspektor nach Cuxhaven versetzt. Dieses Amt leitet er bis 1902. Sein Fachwissen um die mit dem Wasserbau zusammenhangenden Probleme (u.a. Verbesserung des Stromlaufes der Unterelbe, Hafenbau, Hafenbauwerke) und sein 1879 in den Mußestunden entstandenes Werk von „Flut und Ebbe des Meeres und die Wirkung des Windes auf den Meeresspiegel", die Grund-

lage der heutigen Gezeitenberechnung, verschafften ihm hohes Ansehen und verschiedene befohlene Audienzen beim Kaiser.

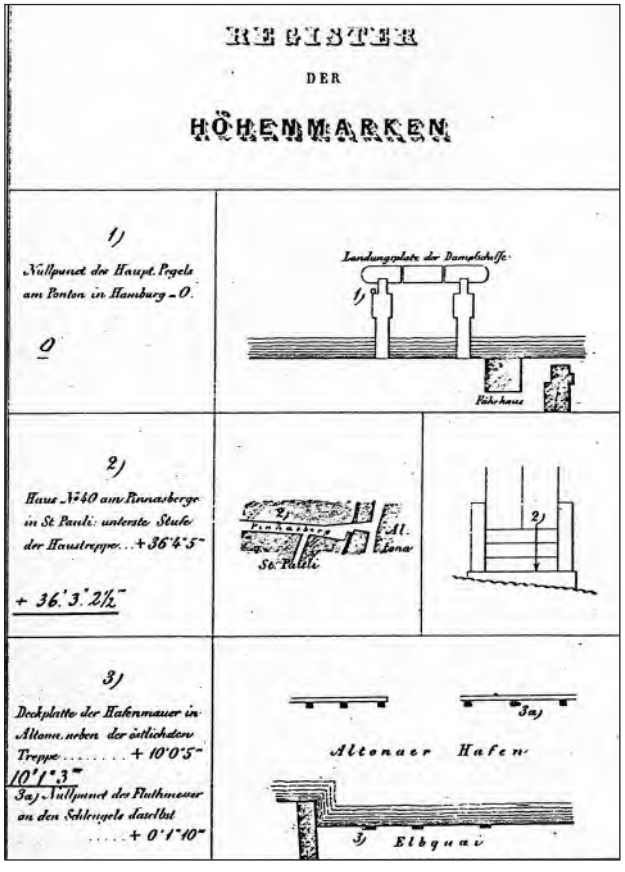
Der glückliche Umstand, daß ein Wissenschaftler wie Lentz das genannte Nivellement ausführte, war Veranlassung, diese Urmessung in die Untersuchungen einzubeziehen, zumal präzise Tagebuchaufzeichnungen mit seinen grundsätzlichen Überlegungen zur Höhenmessung vorliegen. Lentz benutzt für seine Messungen ein Repsold'sches Instrument mit 30-35facher Vergrößerung und eine umsetzbare Libelle mit einem Ausschlag von 3,3 Sek. für 1 Teilstrich. Die Latten sind 12 Fuß (3,44 m) lang, auf beiden Seiten bis auf 1/4 Zoll (0,006 m) geteilt und aus vorzüglichem Holz gearbeitet. Die Stationslänge, von Wechselpunkt bis Wechselpunkt, beträgt 1.000 Fuß (286 m) oder 1.200 Fuß (344 m). Die Instrumentaufstellung erfolgt in Mitte der Station. Nach der ersten Aufstellung wird eine zweite vorgenommen. Ergeben sich ungleiche Differenzen, werden Aufstellungen und Ablesungen so oft wiederholt, bis das Resultat mit unzweifelhafter Sicherheit festgestellt ist.
Auf das Justieren der Libelle, das Umlegen derselben bei verschiedenen Ablesungen, auf ungleiche Brechung der Lichtstrahlen bei ungünstiger Witterung (Stromübergänge) usw. ist sorgfältig Rücksicht genommen und nichts außer Acht gelassen, was zu Fehlern Veranlassung geben konnte.

Die wahrscheinliche Zuverlässigkeit seines Nivellements ermittelt Lentz aus Abweichungen zwischen Resultaten beliebig herausgegriffener Stationen mit zwei- und mehrmaligen Aufstellungen. Er ermittelte den wahrscheinlichen Fehler für eine Station als Höhenunterschied zwischen zwei Wechselpunkten:
(Kürzel: ‘‘‘ = Linien, Unterteilung des Fußmaßes)
Bei zweimaliger Aufstellung mit +/- 0,27‘‘‘ (+/- 0,53 mm),
bei mehrmaligen Aufstellungen mit +/- 0,60‘‘‘ (+/- 1,2 mm),
im Durchschnitt für jede Station mit +/- 0,33‘‘‘ (+/- 0,64 mm),
für die gesamte Strecke dann mit +/- 6,92‘‘‘ (+/- 14,0 mm);
bei etwa 140 km Meßstrecke.

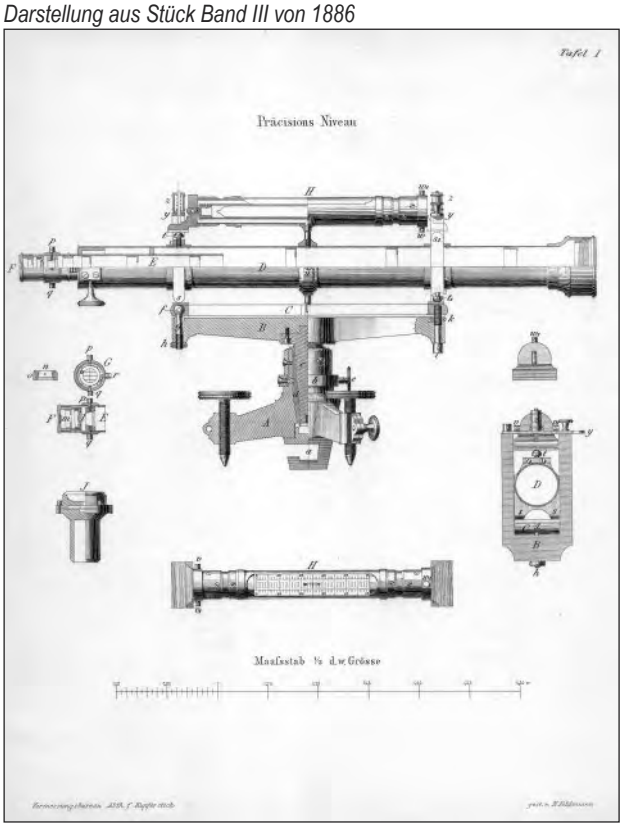
Ein Rücknivellement von Cuxhaven nach Hamburg war vorgesehen, kam jedoch nicht zustande.
1864 verwirklicht Lentz sein letztes Nivellement von Cuxhaven über das der Küste vorgelagerte Watt zur Insel Neuwerk, um den Nullpunkt des dortigen Pegels sowie Höhen für gußeiserne Schilder am Leuchtturm und an der massiven Scheune zu bestimmen. Das letztere ist heute noch vorhanden ...“, (siehe Foto Seite 9).

Anmerkung: Die Verbindung Cuxhaven-Neuwerk wurde 1881 durch das Königlich Preußische Geodätische Institut im Rahmen einer trigonometrischen Höhenübertragung Helgoland-Festland mitbestimmt.
1875 erfolgt ein Nivellement der preußischen Landesaufnahme von Harburg nach Cuxhaven; vermarkt wurde u.a. Festpunkte mit Granitpfeilern, eine Wahl, die sich besonders in der Marsch wegen der Vertikalbewegungen als wenig sinnvoll erwies. In der Geest lies sich eine gute Übereinstimmung mit dem Lentzschen Nivellement feststellen – teilweise über noch vorhandene Höhenschilder (z. B. bei Neuhaus/Oste). Das Gradmessungsnivellement von 1883/84 Anklam-Cuxhaven in Verbindung mit den Nivellements von 1855 und 1875 läßt Aussagen über die Beziehung Leuchtturm Cuxhaven zur „Marke XXVI“ in Hamburg zu.

Auszug aus einem Register der Höhenmarken von1841:
Nr. 1 = Nullpunkt des Hamburger Haupt-Pegels
Nr. 3a = Nullpunkt des Altonaer Fluthmessers



Darstellung aus Stück Band III von 1886



Nivellementsarbeiten in Hamburg ab 1886 bis Ende der 1950er-Jahre

Nach der Beendigung des Präzisionsnivellements 1884/86 erfolgten bis 1898 weitere Anschlussmessungen zu den Festpunkten der Königlich Preußischen Landesaufnahme, des Königlich Preußischen Instituts und des Büros für Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen sowie weitere Ergänzungsmessungen. Bei einem mittleren Kilometerfehler von +/- 0,8 mm wurde eine erhebliche Genauigkeitssteigerung gegenüber den Messungen von 1869/71 (+/- 2,4 mm) erreicht. Die Messungen dienten hauptsächlich zur Klärung von Instabilitäten vorhandener Höhenpunkte, um dann für das gesamte Höhennetz unter Einbeziehung sämtlicher Präzisionsnivellements von 1884/98 eine Ausgleichung im System der Landesaufnahme herbeizuführen. Die Erkenntnis, dass die Güte eines Nivellementsnetzes wesentlich von der Standsicherheit der Festpunkte abhängt – besonders in den Marschgebieten waren aufgrund von Setzungen häufige Wiederholungsmessungen erforderlich – führte ab 1898 zur Einbringung von Rohrfestpunkten; siehe Abbildungen auf Seite 5 und 25.
Viele Aufgaben im Ingenieur- und Hafenbau sowie die Schiffbarmachung der Elbe (3. Köhlbrandvertrag von 1908) erforderten eine ständige Nivellementstätigkeit. Im Jahre 1912 war die Anzahl der Festpunkte im Nivellementsnetz auf 2.505 Höhenmarken aller Art sowie 34 RF gestiegen. Die Streckenlänge der Nivellementszüge betrug ca. 700 km.

Von den preußischen Behörden wurden um 1920 neue Nivellementsergebnisse veröffentlicht, in deren Folge das hamburgische Vermessungsamt 1921 sich zu einer Neubearbeitung seines Höhennetzes veranlasst sah. Das Ergebnis war ein geschlossenes Höhenverzeichnis für den öffentlichen Gebrauch mit Höhen in „Hamburger Null“. Der mittlere Kilometerfehler wird dabei von Gurlitt mit +/- 0,4 mm angegeben.

Willy Wengler beim Justieren eines Nivellierinstruments,1935

Bau eines Rohrfestpunktes (RF) in Finkenwärder, 1935

Erst 1931 erfolgte die Umstellung des „Hamburger Null von 1872“ auf Normal-Null (NN).

Die Umstellung führte zu erheblichen Differenzen an den Übergängen zu Anschlußnetzen (bis 68 mm), denn zwischen den Beobachtungen der verschiedenen Netze lagen Zeiträume von mehr als 20 Jahren! Von der Arbeitsgruppe „Unterelbisches Vermessungswesen“ wurde daher die Schaffung einheitlicher und gleichartiger Höhennetze für das gesamte Planungsgebiet angemahnt; jedoch blieb es bei Behelfslösungen. Erst im Jahr 1956 wurden die Anregungen des „Unterelbischen Vermessungswesens“ wieder aufgegriffen. Mit der Veröffentlichung der „Ergebnisse der Feineinwägungen“ des RfL sowie der „Höhen über NN von Festpunkten und Pegeln“ der Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements im Jahr 1937 war der endgültige Landeshorizont (NN neues System) gegeben.
Während es vorher möglich war, den Bezug Hamburger-Null zu NN (altes System) durch Anbringung von - 3,538 m herzustellen, musste nun interpoliert werden mit einer von Süden nach Norden von + 6 mm bis + 46 mm ansteigenden Tendenz. Zur Aufstellung eines entsprechenden Verzeichnisses kam es vor dem 2. Weltkrieg nicht mehr.
Ergänzungsmessungen in den vom Krieg zerstörten Stadtteilen, die Messungen des NKN II (1949/55) sowie das später geschaffene „Deutsche Haupthöhennetz“ (DHHN) führten in Hamburg zum Aufbau eines einheitlichen Nivellementfestpunktfeldes.

Höhen

über

Hamburger Null (H.N.) und Normal Null (N.N.)

von

Festpunkten und Pegeln

in

HAMBURG UND UMGEBUNG

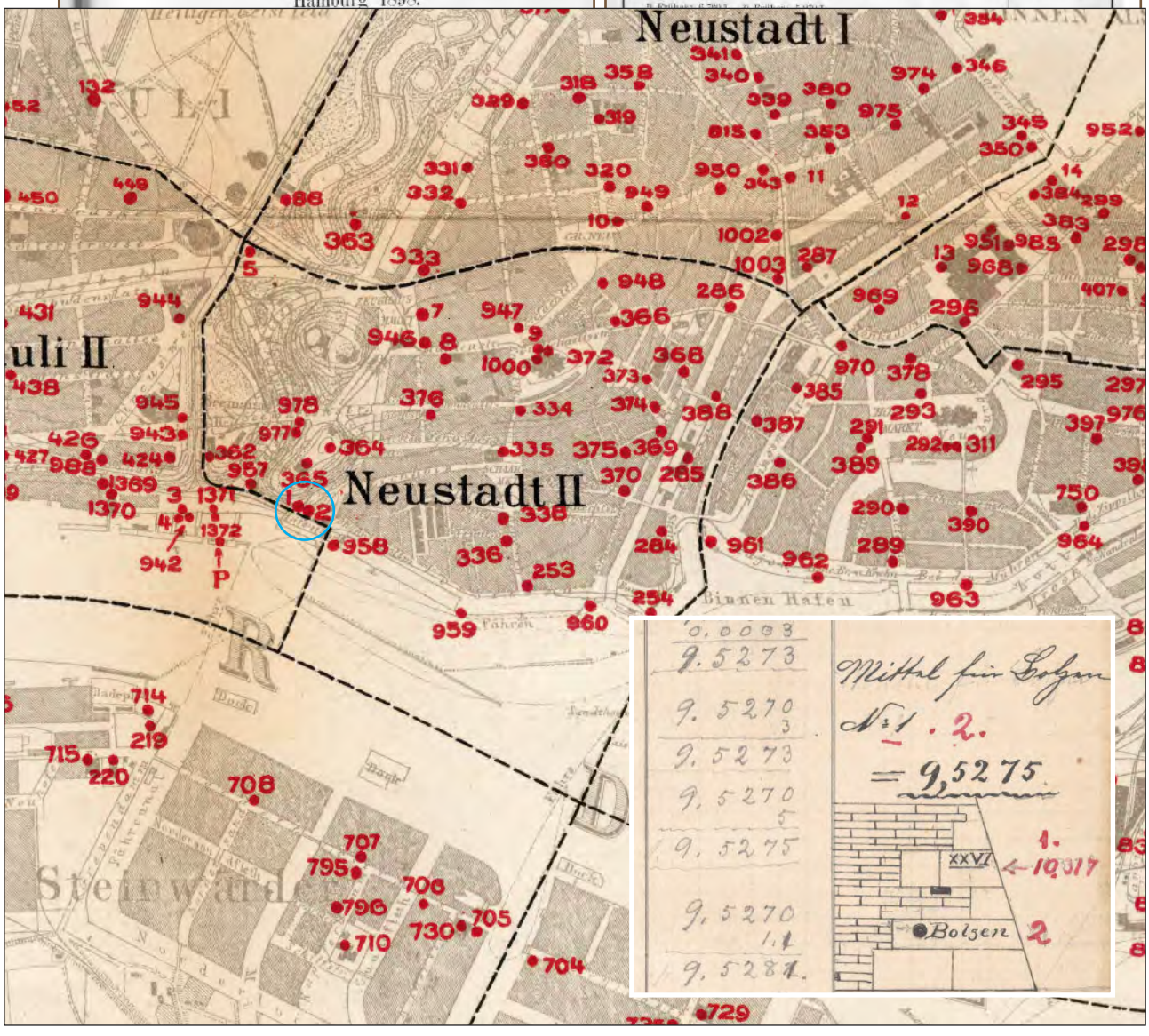
Mit drei Uebersichtskarten.

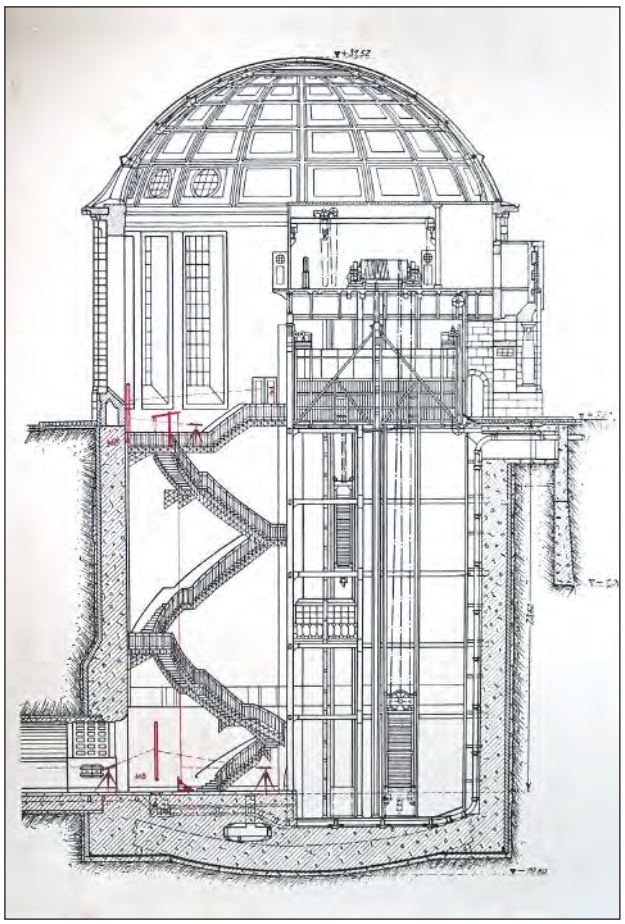
Staatsarchiv Hamburg
Bibliothek

BAU-DEPUTATION I. SECTION
Vermessungsbureau.

Hamburg 1898.

		Nummer und Bezeichnung der Festpunkte	Höhen über H. N. m	Höhen über N. N. m
			1896	
990	⊙	Hafenstrasse, am Hause Ecke 1ste Bernhardstrasse No. 32	18,289	14,751
1	○	Hafenthor, Beim, Mitte des in der Futtermauer der Elbhöhe unter der Zahl XXVI eingehauenen Striches	1896 10,293	6,755[1]
2	⊙	„ „ an der Futtermauer der Elbhöhe	1896 9,502	5,964[2]
432	⊖	Reimerstrasse, am Hause Ecke Langereihe No. 2	1886 10,590	16,058
943	⊙	Hohlweg, zwischen Seemannshaus und Wietzels Hotel, am Südende des westlichen Widerlagers der Simon von Utrechtbrücke	1896 18,351	14,813
3	⊖	Landungsplatz der Dampfschiffe, am alten Fluthmessergebäude (Nordseite)	1884—1896 9,994	6,456L
		Pegelstation St. Pauli. (Norder Elbe, bei den Landungsbrücken.)		
4	⊙	Landungsplatz der Dampfschiffe, am alten Fluthmessergebäude (Westseite); 9,649 m P. N.	1884—1896 9,649	6,111
942	⊙	„ der Dampfschiffe, in der Deckplatte der Quaimauer, 1,44 m östlich von dem alten Fluthmessergebäude; 9,160 m P. N.	1896—1898 9,160	5,622
1370	⊙	„ der Dampfschiffe, am Zollgebäude (Nordostecke); 9,644 m P. N.	1898 9,644	6,106
1371	⊙	„ der Dampfschiffe, am neuen Fluthmessergebäude (Nordseite); 9,447 m P. N.	1898 9,447	5,909
1372	⊙	„ der Dampfschiffe, im Innern des neuen Fluthmessergebäudes (Südseite); 10,360 m P. N.	1898 10,360	6,822
957	⊙	Neustadt II, Hafenthor, am Fährhause (Südwestecke); 10,975 m P. N.	1896—1898 10,975	7,437
958	⊙	„ „ Johannisbollwerk, an der Quaimauer, gegenüber dem Hause Ecke Beim Hafenthor No. 5; 8,273 m P. N.	1896—1898 8,273	4,735





Die Höhenübertragung auf die Elbtunnelsohle geschah um 1925 mit Hilfe einer Hilfskonstruktion. Sie bestand im Wesentlichen aus einem senkrecht hängenden Invarstahlband (siehe beide Abbildungen). Das untere Bild zeigt den Aufbau im nördlichen Tunnelschacht.

Nivelllementsarbeiten an der Hoheluftbrücke, 1932

Eine Kaimauermessung am Stackdeich,1932

Nivellementsarbeiten in Hamburg von 1960 bis zur Gegenwart

Das Hamburger Haupthöhennetz mit seiner Maschenweite von 8 - 10 km ist Teil des „Deutschen Haupthöhennetzes“ (DHHN) mit der Bezugsfläche NN. In diese Maschen wird wiederum das Landeshöhennetz mit einer Weite von 3 - 5 km eingefügt.
Dieses Landeshöhennetz erfährt je nach örtlicher Erfordernis eine Verdichtung durch das Aufnahmehöhennetz. Zur Stabilisierung des Netzes wurden in vermeintlich standsicheren Gebieten Hamburgs (Klövensteen, Havighorst und Rosengarten) Stützpunktgruppen eingebracht; siehe Abb. Seite 5 unten.

In den Jahren 1959/60 wurde das Hamburger Höhennetz unter Beachtung der Empfehlungen der „Internationalen Assoziation für Geodäsie“ neu beobachtet. Die Ausgleichung erfolgte nach der „Methode der kleinsten Quadrate“. Das Netz wurde in das gleichzeitig gemessene Deutsche Haupthöhennetz (**NivNetz 60**) eingerechnet. Damit waren auch die Anschlüsse an die benachbarten Bundesländer sowie an das „Europäische Nivellementsnetz“ gegeben. Eine Wiederholungsmessung erfolgte bereits 1967/68; sie zeigte erhebliche Veränderungen besonders von Bolzen an Bauwerken – damit war auch die Notwendigkeit von Erhaltungs- bzw. Wiederholungsmessungen klar belegt.

Am Nivellier: Bernhard Rawald um 1965

Aus den in der Vergangenheit gemachten Erfahrungen heraus wurde in den „Richtlinien für den Aufbau des Nivellements der Freien und Hansestadt Hamburg“ von 1971 die Bestimmung vorgesehen, alle 10 Jahre durch Präzisionsnivellements das Hamburger Haupt- und Landeshöhennetz einer Überprüfung zu unterziehen. Gleichzeitig sollten die für das Aufnahmenetz zuständigen Kataster- und Vermessungsämter der sieben Bezirke die in ihren Zuständigkeitsbereichen liegenden Teile dieses Netzes übermessen; auch aus Kostengründen kam es nicht zu einer solchen Kontinuität.

1980/85 erfolgte eine Wiederholungsmessung des DHHN, in deren Verlauf das gesamte Hamburger Höhennetz von 1980/83 übermessen wurde. Teilweise war das Hamburger Nivellementsnetz bereits 1974 – für eine Neuausgleichung allerdings nicht ausreichend – übermessen worden. Diese Arbeiten waren durch den Bau der westlichen Umgehung und durch auftretende Differenzen in Raum Bergedorf notwendig geworden. Bei der o.g. Wiederholungsmessung im DHHN kam es zu großen unvorhergesehen Problemen, hervorgerufen durch bis dahin nicht untersuchte Fehlereinflüsse des Erdmagnetfeldes auf die Kompensatoren einiger automatischer Nivelliere.
Die Veröffentlichung der Höhen erfolgte als **DHHN 1985**, in die Höhen für Hamburg wurden die Folgenetze (HHN, LHN, AHN) eingerechnet.

Wiederholungsmessungen im Deutschen Haupthöhennetz
Das heutige amtliche Höhenbezugssystem, das Deutsche Haupthöhennetz 1992 (DHHN92), basiert mit seinen Gebrauchshöhen über Normalhöhennull (NHN) auf Nivellements, die über drei Jahrzehnte alt sind. Die AdV hat daher im April 2005 die Erneuerung des DHHN beschlossen.
Anlass dieses Projektes waren u. a. die Aufdeckung von Höhenänderungen und Spannungen im DHHN 92 (Diagnose), die Einbindung des DHHN in den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland, die Modellierung hochgenauer Geoinformationen für die weitere Verbesserung der satellitengestützten Gebrauchshöhenbestimmung insbesondere mit SA*POS*® und die Schaffung aktueller Grundlagen für wissenschaftliche Arbeiten (Daseinsvorsorge).

Das bestehende Deutsche Haupthöhennetz 1. Ordnung wird in einem reduzierten Umfang (etwa 80 % des Liniennetzes) unter Einsatz des digitalen Präzisionsnivellements und Beibehaltung der bisherigen Genauigkeitsanforderungen in den Jahren 2006 bis 2011 erneuert.
Neben digitalen Präzisionsnivellements von ca. 28.000 km Strecke werden in dieser Messkampagne dann „Epochen“ gleichzeitiger Beobachtungen mit globalen Navigationsatellitensystemen (GNSS) und Absolutschweremessungen durchgeführt. Um eine bundesweite Einheitlichkeit und Qualität der Messungen zu gewährleisten, wurden Empfehlungen und Arbeitsrichtlinien durch die projektleitende Arbeitsgruppe des Arbeitskreises Raumbezug der AdV erstellt.

Präzisionsnivellements in Hamburg

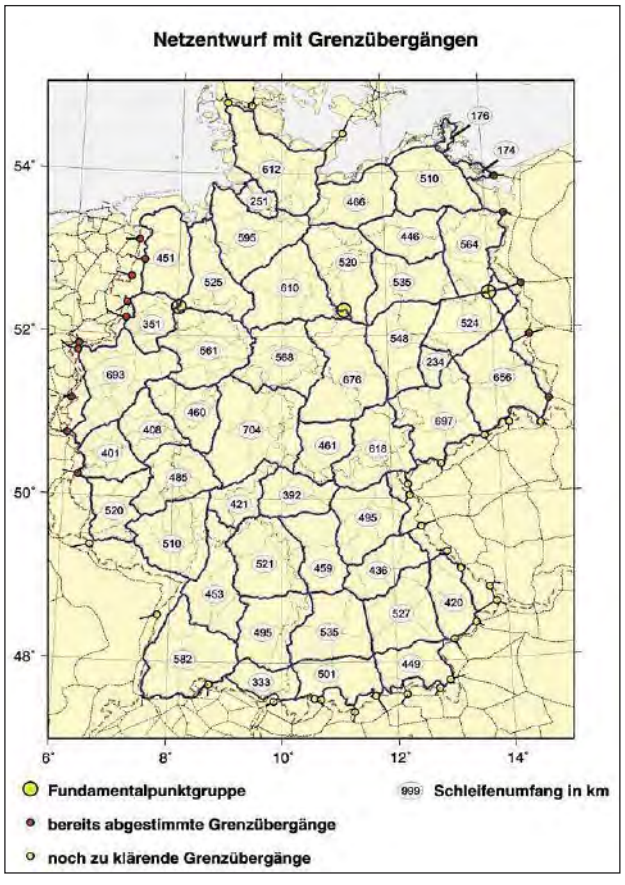
Bereits 2005 wurde mit den Präzisionsnivellements im „DHHN 2006-2011“ begonnen. Als Ausrüstung stand ein digitales Präzisionsnivellier „Zeiss DiNi 11“ mit zugehörigen Invar-Code Nivellierlatten für einen Nivellementstrupp zur Verfügung. Ab dem vierten Quartal 2006 waren dann zwei Nivellementtrupps mit Präzisionsnivellieren „Leica DNA03“ im Einsatz. Als Messverfahren kam anfangs „RVVR“, später „aRV“ (alternierend RV) jeweils in der Ausführung mit Hin- und Rückmessung zum Einsatz. Wurden zu Beginn der Nivellements die Wechselpunkte mit speziellen Nivellementbolzen vermarkt, fanden später 6 kg schwere Lattenuntersetzer Verwendung. Grundsätzlich richteten sich die Nivellements nach den aktuellen Höhenfestpunkten (HFP) der 1. Ordnung, um nach einer Auswertung u. a. die neuen Höhen mit den bestehenden amtlichen Höhen (Höhenzeitfolge) möglichst lückenlos vergleichen und analysieren zu können.

Neben vier neuen Pflichtlinien zur Einbindung des Geodätischen Grundnetzpunktes / GGP (Berliner Tor – Stadtpark – Ochsenzoll (ehemals 2. Ordnung) und Altonaer Volkspark – Stadtpark – Horner Park (ehemals 3. Ordnung)) sind fünf ehemalige DHHN92-Linien (Ochsenzoll – Tangstedt und Wedel – Tinsdal – Altonaer Volkspark – Rotherbaum – Berliner Tor) nicht mehr Bestandteil des DHHN und zukünftig 2. Ordnung. Dabei mußten Stromübergangsmessungen in Neumühlen und bei der „Neuen Elbbrücke“ durchgeführt werden. Hierbei kam das Verfahren der gegenseitig gleichzeitigen trigonometrischen Höhenübertragung zum Einsatz, wobei das Instrumentarium zwischen den Beobachtungsreihen auf den Stationen getauscht wurde. Zwei Tachymeter vom Typ Zeiss S10 standen hierfür zur Verfügung. Ende 2007 wurden die Messungen zum „DHHN2006-2011“ abgeschlossen, wobei auch bereits Linien der 2. Ordnung beobachtet wurden. Insgesamt beträgt der hamburgische Anteil am neuen DHHN 125 km Nivellementweg (als Doppelnivellement ausgeführt). Im Anschluss wurden in den Folgejahren 2008/09 das Hamburgische Haupthöhennetz (HHN 2. Ordnung) und das Landeshöhennetz (LHN 3. Ordnung) neu beobachtet. Auch wurden alle vier SA*POS*®-Referenzstationen nivellitisch an das „DHHN2006-2011“ angeschlossen. Es wurden im HHN fünf und im LHN vier Stromübergänge nach demselben Verfahren wie im DHHN durchgeführt.

Über einem Zeitraum von vier Jahren wurde somit das gesamte übergeordnete Höhenfestpunktfeld mit insgesamt über 1.200 km Nivellementweg neu beobachtet. Mit Standardabweichungen von < 0,4 mm/km (Doppelnivellement) aus den Netzausgleichungen und mittleren Höhenfehlern der HFP von << 1 mm sind die Ergebnisse als sehr zufriedenstellend zu bewerten.

Seit 2010 wird die letzte Verdichtungsstufe – also das Aufnahmehöhennetz – für das gesamte hamburgische Gebiet neu beobachtet. Von den ca. 2.700 Höhenpunkten sind bereits in den ersten drei Ordnungen 1.000 neu übermessen worden. Die Arbeiten hierzu werden 2011 abgeschlossen sein.

Inwieweit damit die alten Nivellementsnetze überflüssig werden, wird abzuwarten sein – ob es zukünftig zu großen, umfassenden Übermessungen der „klassischen“ Nivellementsnetze kommen wird, ist allerdings zu bezweifeln



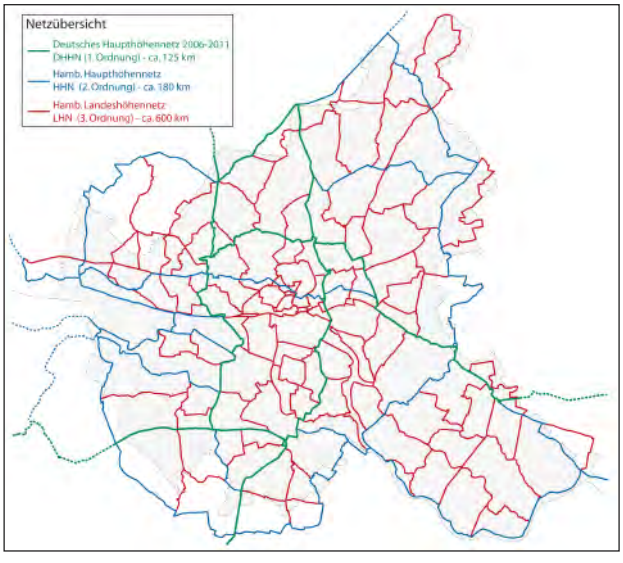
GNSS-Messkampagne

Das bundesweite GNSS-Netz umfasst 250 gleichmäßig über ganz Deutschland verteilte Punkte. Sämtliche GNSS-Punkte sind besonders lage- und höhenstabil (3D) und überwiegend als Geodätische Grundnetzpunkte (GGP) vermarkt. Weiter befinden sich in unmittelbarer Nähe zu Nivellementlinien 1. Ordnung.

Primäres Ziel der GNSS-Kampagne ist die Bestimmung von hochgenauen ellipsoidischen Höhen mit moderner, dem Stand der Technik entsprechender GNSS-Technologie (GPS und GLONASS). Durch nivellitischen Anschluss an das DHHN erhalten sämtliche GNSS-Punkte zusätzlich (auf das Geoid bezogene) physikalische Höhen (Landeshöhen). Die GNSS-Messkampagne wurde von Mai bis Juli 2008 bundesweit durchgeführt.

Angewendet wurde das Verfahren der simultanen Langzeitmes-

Die Nivellementslinien des übergeordneten Höhenfestpunktfeldes von Hamburg, Stand 2010



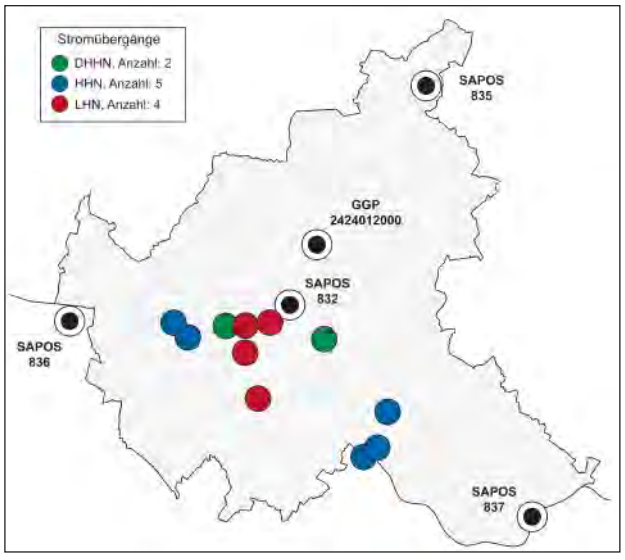
sung im Netzverbund (immer 34 Trupps gleichzeitig; Beobachtungsdauer 24 Stunden pro Punkt; jeder Punkt wird zwei- bzw. dreifach bestimmt). Dadurch wird eine Genauigkeit von 5 mm in der Höhe und von 2 mm in der Lage angestrebt.
Unser Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (LGV) hatte sich mit einem vierköpfigen Vermessungstrupp an dieser Messkampagne beteiligt. Während der elftägigen Vermessungsarbeiten wurden neben dem eigenen GGP in Hamburg (liegt im Stadtpark) fünf weitere GNSS-Punkte jeweils 24 Stunden beobachtet.

Absolutschweremessungen
Neben den Präzisionsnivellements und den GNSS-Netzmessungen sollen auf 100 bundesweit verteilten GNSS-Punkten Absolutschweremessungen ausgeführt werden. Die restlichen GNSS-Punkte werden durch die Landesvermessungsbehörden mit Verfahren der Relativgravimetrie bestimmt.
Die Durchführung und Auswertung der Absolutschweremessungen erfolgt durch das Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG). Punkte, auf denen eine Verknüpfung der Messverfahren GNSS, Präzisionsnivellement und Schwerebestimmung mit höchster Genauigkeit durchgeführt werden, stellen im Sinne der „Richtlinien für den einheitlichen Raumbezug des amtlichen Vermessungswesens in der Bundesrepublik Deutschland“ GGP´s dar und können für die Landesvermessung als Langzeitreferenz sowie zur Überwachung von Umwelteinflüssen verwendet werden. Die epochengleiche Bestimmung der Normalhöhen, der ellipsoidischen Höhen und der Schwere an den Stationen wird den einheitlichen Raumbezug gewährleisten, der für zukünftige Quasigeoidmodelle notwendig ist.

Geodätischer Grundnetzpunkt in Hamburg
Bereits 2006 wurde im Stadtpark (östliche Spielwiese) ein GGP neu hergestellt. Dieser Punkt ist in der Ausprägung eines Rohrfestpunktes „Hamburger Bauart“ mit speziellem Zentrieraufsatz 22 m tief gegründet. Um den Anschluss an das „DHHN 2006-2011“ zu gewährleisten, wurden zusätzliche Nivellementslinien der 1. Ordnung eingerichtet um den GGP als offiziellen Knotenpunkt mit in die Messungen und Berechnungen einfließen zu lassen. Während der GNSS-Messkampagne ist der Punkt jeweils 24 Stunden von Kollegen aus Hamburg und Berlin beobachtet worden. Schweremessungen hat das BKG in den Jahren 2009 und 2010 mit dem Absolutgravimeter A10 durchgeführt.

Schwerebezugssystem in Hamburg
Als Bestandteil des **DSGN94** befindet sich auf hamburgischen Gebiet die Station Nr. 2 mit ihrem Zentrum in der Bergedorfer Sternwarte und den Exzentren im Geophysikalischen Observatorium (Harburg) und im Gebäude des ehemaligen Vermessungsamtes in der Wexstraße. Die beiden Exzentren wurden zwischenzeitlich durch das BKG als für nicht mehr geeignet befunden und durch Ersatzpunkte in der Paul-Gerhardt-Kirche (Wilstorf) und der Simeon-Kirche (Bramfeld) ersetzt.
Innerhalb des DHSN96 gibt es nach Aufgabe des Schwerefestpunktes (SFP) im Geophysikalischen Observatorium nur noch einen SFP, der sich auf dem Gelände des Wasserwerkes Baursberg in Blankenese befindet. Dieser SFP hatte zugleich auch die Funktion eines Trigonometrischen Punktes (TP) 1. Ordnung.
In Vorbereitung zur Berechnung des Deutschen Haupthöhennetzes 1992 (**DHHN 92**) wurden in Hamburg im Jahr 1990 ca. 150 ausgewählte Höhenfestpunkte (RF / UF) gravimetrisch bestimmt. Die Bestimmungen erfolgten mittels Relativgravimetrie und waren auf Grund der Forderung nach „realen“ Schwerewerten für die Berechnung der Normalhöhen im DHHN92 unerlässlich. Im Rahmen der Messkampagne „DHHN2006-2011“ wurden resultierend aus Punktzerstörungen und Linienverlegungen in den Jahren 2008/09 weitere Relativschweremessungen auf 14 Höhenfestpunkten (RF / UF) durchgeführt.
Zu den Schwerebezugssystemen in Deutschland s. Seite 4.

Darstellung der Lagen von: Geodätischer Grundnetzpunkte (GGP, im Hamburger Stadtpark), der vier SAPOS-Referenzstationen und der trigonometrischen Stromübergangsmessungen zwischen 2007 und 2009



Schweremessungen auf dem GGP mit Absolutgravimeter A10 und Bestimmung des Vertikalgradienten mit dem Relativgravimeter CG5 durch das BKG

Übergeordnete Nivellements bis 1937/38

Preußische Landesvermessung /
später: trigonometrische Abteilung des RfL

Die ersten Anfänge für ein flächendeckendes Nivellement Preußens liegen im Jahr 1835 – und zwar noch als trigonometrisches Nivellement zwischen Swinemünde und Berlin, durchgeführt von Baeyer (1794-1885). Dieses geschah auf Anregung Alexander von Humboldts, um einen Höhenbezug der Berliner Sternwarte (Besselsche Pendelmessung) mit dem Mittelwasser der Ostsee herzustellen. Erst im Jahre 1867 begann das damalige Büro der Landestriangulation (die spätere trigonometrische Abteilung des Reichsamtes für Landesaufnahme) versuchsweise mit der Ausführung geometrischer Höhenmessungen. Ein vollständiges geometrisches Feinnivellement erfolgte dann von 1868/94 auf einer Länge von 16.000 km als Ur-Nivellement für ganz Preußen und einige angrenzende Provinzen. Die Höhen wurden bis 1878 auf den Nullpunkt des Pegels zu Neufahrwasser und für Schleswig-Holstein und Hamburg auf den bereits erwähnten Nullpunkt des Hauptflutmessers in Hamburg bezogen. Die Festlegung auf NN (Amsterdamer Pegel) erfolgte 1879. Auf diese Niveaufläche wurden im Laufe der Arbeiten alle Höhen bezogen. Die Ergebnisse sind „Höhen im alten System“ (siehe auch Seite 14).

In die Zeit von 1895-1910 fallen hauptsächlich Erhaltungsarbeiten sowie ein „Ostseeküsten-Nivellement“ von Stolpmünde nach Fehmarn; in einer großen Schleife hatte es über Hamburg Verbindung zum Normalhöhenpunkt in Potsdam. Die in diesem Zeitraum gemachten Erfahrungen – besonders die Frage nach der Standfestigkeit der Vermarkungen – führten 1913 zum Entschluss einer vollständigen Neumessung durch das RfL. Diese Arbeiten dauerten mit Unterbrechungen bis in die Jahre nach dem 2. Weltkrieg. Die Ausgleichung erfolgte zwangsfrei auf den Normal-Höhenpunkt, also auf NN. Dieses „Reichshöhennetz“ wurde mit seinen Ergebnissen u.a. für Hamburg als „Ergebnisse der Feineinwägungen“ im „Heft IV, Schleswig-Holstein sowie die Freien und Hansestädte Hamburg und Lübeck und die Freistaaten Mecklenburg“ 1932 veröffentlicht. Diese räumliche Ausdehnung entsprach dem Bezirk der Hauptvermessungsabteilung VI (HVA VI). 1937 wurde dieses Heft IV unterteilt u.a. in Heft IVa für den Regierungsbezirk Schleswig und die Hansestadt Hamburg (mit Höhen im neuen System). Damit verloren alle anderen alten Höhenverzeichnisse an Gültigkeit – nur die Höhen im „amtlichen Verzeichnis des Reichshöhennetzes“ galten als amtlich. Die Behandlung der diversen Zwischenstufen und Ausnahmen würde den Rahmen dieser Ausführung übersteigen. Erwähnenswert ist noch der Fehler im Reichshöhennetz von m = +/- 0,4 mm pro km. Die Folgerung aus den Erfahrungen seit 1869 war wiederum, dass jede Genauigkeitssteigerung – d.h. instrumentelle und methodische Verbesserungen eine Neumessung des vorhandenen Netzes von Feineinwägungen zur Folge hatten.

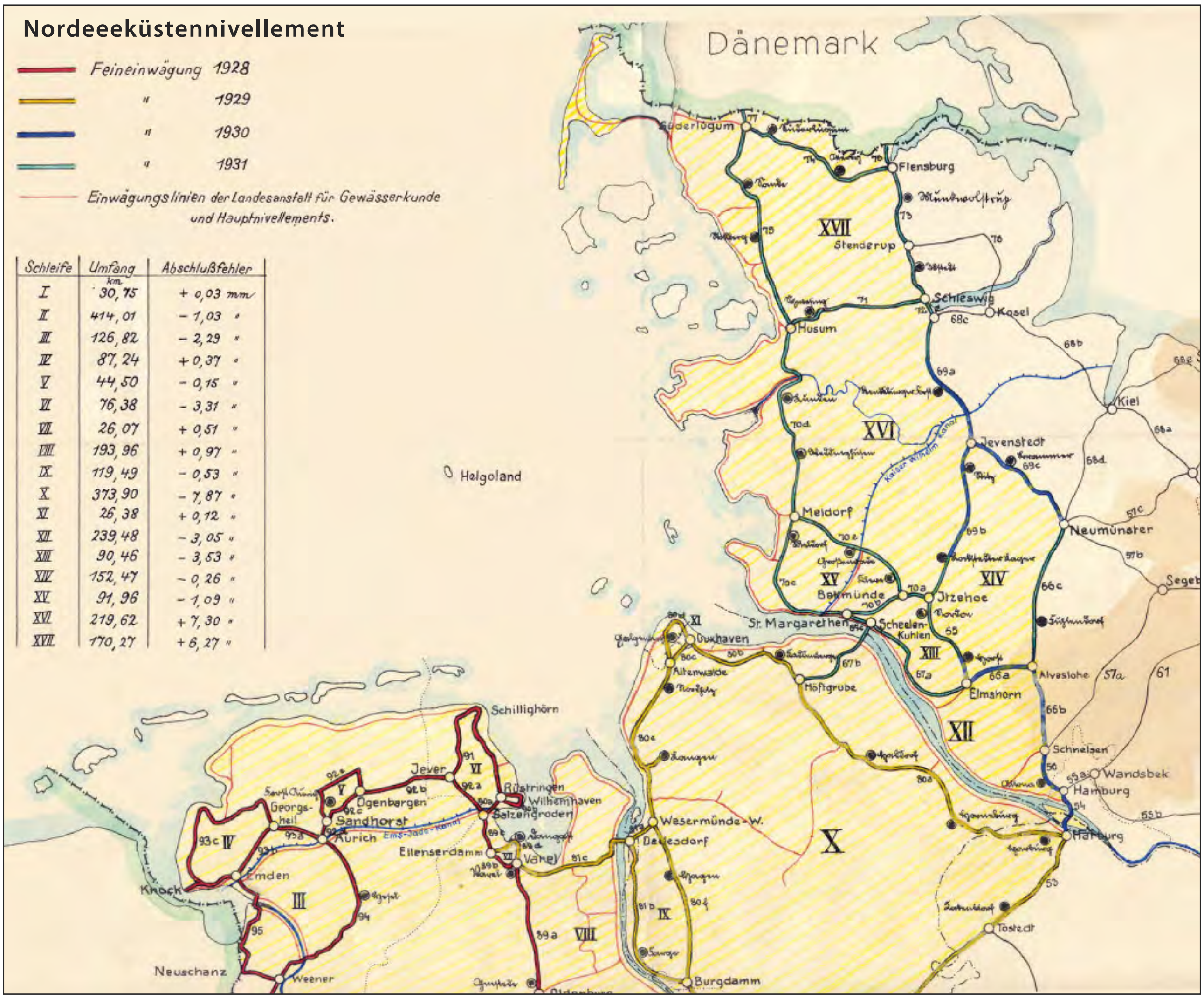
Stromübergangsmessung im Hamburger Hafen in den 1930er-Jahren. Die Batterie unter dem Instrument diente zur Beleuchtung von Instrument und Zieleinrichtung

Königlich Preußisches Geodätisches Institut – Gradmessungsnivellements

Die Feinnivellements des Geodätischen Instituts in Potsdam wurden von 1867/87 in ganz Deutschland durchgeführt – u.a. auch im Raum Hamburg. Die z.T. auch von anderen Dienststellen benutzten Höhenmarken trugen die Bezeichnung „Höhenmarke der Europäischen Gradmessung“. So z.B. der Höhenpunkt in Geesthacht (Stück Teil II, Seite 69). In den Jahren 1883/85 wurde das „Gradmessungsnivellement zwischen Anklam und Cuxhaven“ durch Dr. W. Seibt gemessen – es führte u.a. über Hamburg, hatte Anschluss an das von Swinemünde nach Konstanz (1876/81) gemessenen Gradmessungsnivellement und hatte damit den Bezug zum „Mittelwasser der Ostsee bei Swinemünde“. Auf diesen Pegel waren alle Höhen des Geodätischen Instituts bezogen. Danach liegt NN nun 0,056 m über dem Pegel zu Swinemünde. Weiterhin wurde in den Jahren 1876/86 ein „Präzisionsnivellement der Elbe“ beiderseitig von der preußisch-sächsischen Grenze über Lauenburg bis Neuhof durchgeführt.
Die Feinnivellements des Geodätischen Instituts verloren im Lauf der Zeit ihre Gültigkeit und wurden durch Messungen anderer Dienststellen überholt.

Büro für Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen / später: Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements

Diese 1891 als „Büro für Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen“ gegründete Dienststelle unter Dr. Seibt (s.o.) machte sich besonders durch Untersuchungen zu Nivellementsmethoden und zum Pegelwesen einen Namen. 1921 wurde es mit der Landesanstalt für Gewässerkunde zur „Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements“. Bis zum Ende des 2. Weltkrieges wurden 70.000 km Feineinwägungen gemessen und ca. 40.000 Höhenfestpunkte eingebracht. Für den Bereich u.a. der HVA VI liegen in diversen Heften die Ergebnisse in ähnlicher Qualität wie die Messungen des RfL vor.
Im Laufe der Tätigkeit des Landesanstalt fiel 1935 der Beschluss zur Einführung eines einheitlichen Pegelhorizonts für das Tidegebiet der Nordsee auf NN - 5,000 m; dies galt ab 1937 auch für die Pegel der Ostsee. Auf die Höhen der Nivellementspunkte hatte diese Maßnahme natürlich keinen Einfluss. Alle Höhenangaben im Gebiet Hamburg sind ab jetzt Höhen des Reichshöhennetzes (Höhen im neuen System).
Viele dieser naturgemäß an den Wasserstraßen eingebrachten Vermarkungen wären nach den Grundsätzen des RfL nicht eingebracht worden – die Nivellements der Landesanstalt waren überwiegend reine „Zwecknivellements“.



Nordseeküstennivellement (NKN)

Die beiden Dienststellen – Trigonometrische Abteilung des RfL und Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivellements– führten von 1928/37 unter Beteiligung der Geologischen Landesanstalt überwiegend aus wissenschaftlichem Interesse zur Erforschung langfristig verlaufender Bodenbewegungen an der deutschen Nordseeküste zwischen der niederländischen und dänischen Grenze bis tief ins Hinterland Feinnivellements durch. Das Problem der Senkungserscheinungen an der Nordseeküste tauchte bald nach 1900 in der Wissenschaft auf – um einer immer stärker um sich greifenden Beunruhigung in der Bevölkerung entgegenzuwirken, wurde politisch entschieden, die Beantwortung dieser Fragen durch geodätische Messungen – Präzisionsnivellements zu klären.
Diese Arbeiten wurden und werden allgemein unter dem Begriff „Nordseeküstennivellement“ oder NKN geführt. Ein außerhalb möglicher Senkungsfelder liegender Bezugspunkt wurde bei Wallenhorst (in den Ausläufern des Teutoburger Waldes) geschaffen. Die Punkt hat Bezug zum Reichshöhennetz; die Messungen des NKN I wurden jedoch für sich ausgeglichen, diese bilden damit ein eigenes System: „Höhen im System des Nordseeküstennivellements“. Übermessen werden sollte dieses Netz in zeitlichen Abständen von ca. 25 Jahren. Im Abstand von 25 bis 30 km war das Netz durch UF bzw. RF gesichert. Das RfL übernahm den Hauptteil der Feinnivellements in der norddeutschen Tiefebene.
Das NKN II von 1949/59 wurde von den Landesvermessungsämtern Niedersachsen, Schleswig-Holstein, der Bundesanstalt für Gewässerkunde, dem Institut für angewandte Geodäsie (hydrostatische Nivellements) und dem Vermessungsamt der Freien und Hansestadt Hamburg beobachtet. Auf die Verfestigung der Nivellementslinien durch die bereits erwähnten Vermarkungen UF und RF wurde großer Wert gelegt.
Aus den beiden Messungen konnte eine jährliche Senkungstendenz von 0,5 - 1,0 mm/Jahr abgeleitet werden. Im Rahmen der Wiederholungsmessungen im DHHN 1985 wurde in Niedersachsen 1980/87 ein drittes NKN durchgeführt – mit der Bestätigung der o.g. Senkungstendenz.

2005/08 erfolgte der Aufbau eines integrierten Höhenüberwachungssystems in Küstenregionen durch Kombination höhenrelevanter Sensorik; besser bekannt geworden unter dem Kürzel **IKÜS**. Der Ausgangsgrundsatz war: Der Meeresspiegel steigt und/oder die Küste sinkt oder eine Kombination aus beiden Effekten. Ansatzpunkt für das Projekt IKÜS war das Aufzeigen der landseitigen Höhenänderungen an der Nordseeküste zwischen Hörnum und Emden inklusive Helgoland. Hierbei wurden nur Gebiete ausgewertet in denen Ergebnisse von GPS und Nivellement verfügbar waren. Pauschal kann man weiter sagen, die Küstenregion sinkt – aber nur im mm-Bereich/Jahr.

Stromübergang 1954 bei Twielenfleth (ehem. Twielenfleet) – Julsand

Im Folgenden wird hier über den zweiteiligen Stromübergang über die Elbe (durchgeführt als trigonometrisch-nivellitische Übergangsmessung und als hydrostatische Schlauchwaagenmessung) berichtet; nach einem Protokoll vom 10.8.1954 von Hans Hansen / VA Hbg:

„Stand der Vorbereitungen für die nivellitischen und hydrostatischen Stromübergänge über die Unterelbe

Die beiden Beobachtungsgerüste Twielenfleet und Julsand sind fertiggestellt. Zur Herabdrückung der Refraktion ist die Tischhöhe von 8 m über Mittelhochwasser gewählt worden. Dipl. Ing. Scheel berichtet zum hydrostat. Niv.: Besondere zeitraubende Vorarbeiten wie Gerüstbauten sind nicht auszuführen. Die Messungen können ab 15.9.54 anlaufen, wenn die Firma, die die Gummischläuche fertigt, bis dahin liefern kann. Ein Schlauchstück (lichte Weite 10 mm, Wandstärke 10 mm) wird als Muster vorgezeigt. Gebraucht werden für Twielenfleet 2 mal 1200 m, für Scheelenkuhlen (1800 m) noch mal zusätzlich 2 mal 600 m [dort *war ein zweiter Stromübergang geplant*]. *Es wird jeweils eine Doppelleitung verlegt, und alsdann eine mit Wasser, die andere mit Brennspiritus (für je 100 m Schlauch sind etwa 10 Ltr. Flüssigkeit erforderlich) gefüllt werden. (…) Scheel trägt vor, dass das IfAG beabsichtigt, die 1900 m lange hydrostat. Strecke bei Scheelenkuhlen zu unterteilen, falls nicht genügend Schlauch zur Verfügung stehen sollte. Hierzu sei in Aussicht genommen, vom Ufer Scheelenkuhlen her auf 400 m (an der Wattgrenze) einen Rammpfahl als Zwischenstation sowie ein von diesem freistehendes Beobachtungsgerüst einzubringen.*

Durchführung, Beobachtungsplan und Ausführung der Messung für den Übergang in Twielenfleet

Als Tag der Anreise in Twielenfleet wird der 24.8., als Tag des Messungsbeginns der 26.8.1954 vereinbart. Für das trig. Nivellement wird vorgesehen, jeden Hochwasserstand auszunutzen. Jede Meßreihe wird etwa 3 Stunden dauern, sodaß jeweils 1 ½ Std. vor Hochwasser mit den Einzelmessungen zu beginnen ist. Die hydrostat. Messungen sollen bei jedem Übergang 36 Std. lang vorgenommen werden. Bei jedem Übergang werden für beide Messungsarten etwa 14 Tage benötigt, so daß am 4.9.1954 die Messungen bei Twielenfleet auslaufen dürften; es muß aber vorsorglich die Möglichkeit offen bleiben, daß bei Twielenfleet dieser Zeitpunkt überschritten werden kann. Sowohl bei dem Übergang Twielenfleeet als auch bei dem Übergang Scheelenkuhlen werden das Niedersächsische Landesvermessungsamt (NSLVA) sowie das Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein (LVASchlHo) auf jedem Ufer der Elbe eine gemeinsame Überschlagsstrecke nivellieren. Die erste Bestimmung der Entfernung zwischen den Instrumentenständen auf den Gerüsten Twielenfleet und Julsand wird das VA Hamburg ausführen (möglichst vorher, damit alsbald die Libellen-Tabellen berechnet werden können), die zweite unabhängig davon das NSLVA.

Für die Übertragung der Gerüsttisch-Instrumentenhöhen auf die Rohrfestpunkte werden zwei Verfahren in Aussicht genommen:

1. Befestigung von drei Niv.-Latten (mit Versetzung) auf einem etwa 10 m langen Kantholz (in Twielenfleet neben dem Rohrfestpunkt, bei Julsand in gleicher Entfernung vom Gerüst eingebracht und verspannt), Übertragung der Tischinstrumentenhöhe auf die obere Niv.-Latte und weitere Übertragung der Höhe von der unteren Latte auf den Rohrfestpunkt. Das NSLVA übernimmt es, diese Latteneinrichtung zweifach (für Twielenfleet und Julsand) einzurichten.

2. Befestigung eines 7 m langen senkrechten Invardrahtes oder -bandes oder Klavierstahldrahtes an den Gerüsten, mit kurzen Maßstäben oben und unten, Übertragung der Tischinstrumentenhöhe auf den oberen Maßstab und weitere Übertragung der Höhe von einem unteren Maßstab auf den Rohrfestpunkt. Das VA Hamburg übernimmt es, diese Bandeinrichtung, die bei der Messung mit den Beobachtern gewechselt werden muß, zweifach herzurichten.

Einsatz der Beobachter und der Meßgehilfen

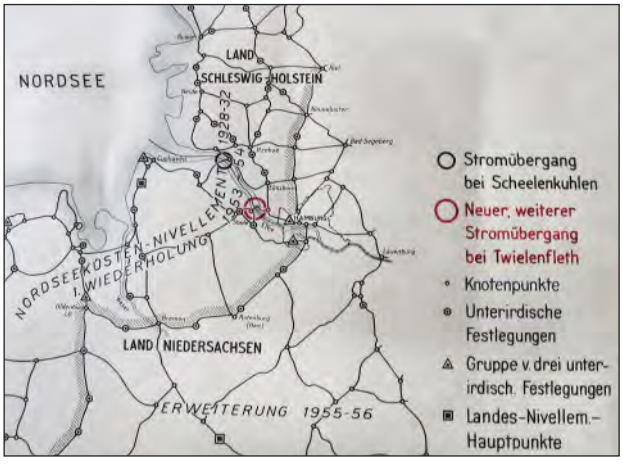
An dem Unternehmen Twielenfleet-Julsand sind beteiligt: Das Niedersächsiche Landesvermessungsamt; das Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein, das Vermessungsamt Hamburg (VA Hbg.), das Deutsche Hydrographische Institut, Hamburg (DHI). Hilfestellung geben: die Wasserstraßen- und Schiffahrtsdirektion (Wstr.u.Schiff.Dir.), das hamburgische Amt Strom- und Hafenbau (StrH).

Zum ***trigonometrisch-nivellitischen Übergang*** *sind insgesamt 6 Beobachter erforderlich, von denen turnusmäßig 4 die Übergänge zu beobachten und 2 Anschlußmessungen auszuführen hätten. Das VA Hamburg stellt 1 Beobachter sowie 3 Libellenableser (…).*

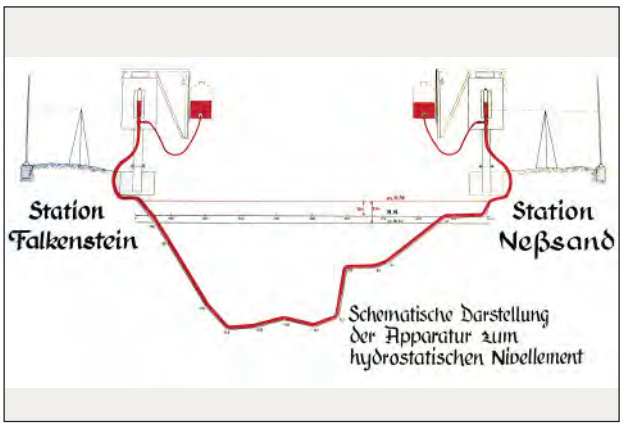
Für die ***hydrostatischen Beobachtungen*** *Twielenfleet und Scheelenkuhlen werden 6 Beobachter in Aussicht gestellt. …das VA Hamburg stellt einen Beobachter (TOI Wengler für Twielenfleet). Das VA Hamburg stellt für die Dauer der Arbeiten in Twielenfleet ein Fahrzeug. Am 24.8.1954 werden für die Dauer der*

Stromübergangsaufbau des RfL 1931 bei Scheelenkuhlen

Die Übergänge, Stand 1954



Turm für die trigonometrisch-nivellitischen Beobachtungen,1954



Schematische Darstellung eines hydrostatischen Nivellements

Messung Twielenfleet ununterbrochen (Tag und Nacht!) zwei Motorbarkassen mit Personal benötigt; gestellt durch Wstr.u.Schiff.Dir sowie Amt StrH. Das NSLVA bringt am 24.8.1954 seinen Bautrupp nebst Baugerät mit.

Stellung von Instrumenten und Geräten

Es werden gestellt u.a. vom VA Hamburg 1 Hildebrandt-Nivellier und 1 Paar Nivellier-Latten; insgesamt waren im Einsatz 4 Hildebrandt-Nivellier, 3 Breithaupt-Nivellier und 7 Lattenpaare. Das DHI stellt 2 Schöpfthermometer, das NSLBVA und das DHI stellen je 2 Schleuderthermometer, das NSLVA noch 1 Temperatur-Gradientenmesser. (…) Das NSLVA und das LVASchH stellen je einen Theodoliten Zeiß II mit Zieltafelausrüstung und je eine Basislatte oder ein geeichtes Meßband. Das VA Hamburg und das DHI stellen je 1 Brunsviga-Rechenmaschine, das VA Hamburg noch 2 Akkus für die Speisung der Leuchtmieren; Ausfälle der Akkus (z.B. bei Ladezeiten) sollen durch Leihakkus überbrückt werden.

Eichung der Libellen und Latten

Dipl. Ing Joussen wird alsbald mit der Sternwarte Bergedorf (Prof. Dr. Larinck) den 23.8.1954 als Termin für die Vornahme der Libellenprüfung in Bergedorf verabreden …

Beobachtungstürme Twielenfleet und Julsand

Es wird vereinbart, auf den Gerüsttischen das Instrument rechts und die Leuchtmiere links aufzustellen, sodaß die Hin- und Rückvisuren parallel verlaufen. Die Anbringung der Zieltafeln links der Zielrichtungen am Standgerüst soll, wie beabsichtigt, bleiben. Die Übertragung der Instrumentenhöhen auf die Leuchtmieren soll über die Austrittspupillen erfolgen. Die Übertragung der Instrumentenhöhen auf die Zieltafeln und ggf. auf die oberen Maßstäbe der senkrechten Drähte soll mit den Instrumenten direkt geschehen unter Vorsatz geeigneter Linsen ...“

Überbringen der Schläuche für die Beobachtung

Ablese- und Beobachtungskonstruktion am südlichen Turm mit den nach oben offenen zwei Beobachtungsgläsern am Ende der beiden 1.200 m langen Schläuchen

Weitere spätere Stromübergangsmessungen:

- Neumühlen-Waltershof: nivellitisch 1960/63/73/74/75 und 2008 LGV trigonometrisch
- Bunthaus-Norderelbe & Süderelbe: nivellitisch 1953/60/61/63/67/73/78 und 2008 LGV trigonometrisch
- Norderelbbrücke: nivellitisch 1972/74/78/80 und 2008 LGV trigonometrisch
- Wittenbergen-Neßsand-Cranz: nivellitisch 1960/67/81
- Falkenstein-Neßsand-Cranz und Falkenstein-Cranz: hydrostatisch 1955
- Eichbaum-Dove Elbe: 1960/67/78/ 2009 LGV trigonometrisch

Pegeleinwägungen im Neuwerker Watt
1962 mit der Zeiss-Talübergangsausrüstung

Im Staatsvertrag vom 5. Oktober 1962 hatten Hamburg und Niedersachsen einen Gebietsaustausch vereinbart, durch den die FHH die Möglichkeit erhält, auf einer rund 9.000 ha großen Fläche im Neuwerker Watt (einschließlich der Inseln Neuwerk und Scharhörn) einen Vorhafen mit Wassertiefen bis zu 20 m zu bauen. Ausgangspunkte für die Vermessungsarbeiten waren neben den trigonometrischen und nivellitischen Festpunkten auf den Inseln Neuwerk und Scharhörn fünf RF Hamburger Bauart, die im Frühsommer 1963 im Neuwerker Watt gebohrt und anschließend durch Präzisionsnivellement und Triangulation sowohl höhen- als auch lagemäßig bestimmt wurden. Im Herbst 1963 wurden im Anschluß an die bestehenden Höhenfestpunkte die ersten fünf Schreibpegel eingewogen.

Instrumentarium: Vier der fünf Pegel liegen nur 200 bis 300 m von der Linie des mittleren Niedrigwassers entfernt. Die Einwägung dieses Pegels konnte rationell nur mit der Talübergangsausrüstung der Firma Zeiss erfolgen, da die Wattbereiche bei mittlerem Niedrigwasser nur rund 1 ½ bis 2 Stunden zur Messung betreten werden können; nämlich etwa zu gleichen Teilen vor und nach dem Niedrigwasser (Ebbe). Die Zieltafeleinrichtung der Firma Zeiss konnte aber nicht benutzt werden. So wurden daher zwei Paar neue größere Zieltafeln angefertigt, die an einer Nivellierlatte verschieb- und festklemmbar angebracht waren.
Anlage der Messungen: Das Nivellement sollte so angelegt werden, dass der Pegel von beiden Wattzungen aus eingewogen und eine Schleife lediglich aus den Messungen mit der Talübergangsausrüstung doppelt berechnet werden konnte. Auf beiden Wattzungen musste je ein Höhenfestpunkt geschaffen werden, der etwa einen Meter höher als das mittlere Niedrigwasser lag (Tidehub im Neuwerker Watt = 2,90 m). Als Vermarkung dieser Punkte diente je ein Schraubpfahl. Die Messung ihrer Höhen erfolgte von den RF durch Nivellement.

Meteorologische Daten: Notiert wurden die Messungszeiten und die am Messungsort festgestellten meteorologischen Daten. Ein Teil von ihnen wurde zur Ermittlung der Refraktionskoeffizienten benötigt, die nach den Formeln von Jordan berechnet wurden. Die Windstärke verdient besondere Beachtung, weil der Wind an der Küste ungebremst auftrifft und schon bei niedrigen Windstärken Erschütterungen der Instrumentenstative verursacht. Diese Erschütterungen führen bei Kompensator-Nivellieren zu Auslenkungen des Zielstrahles, die bei den sehr langen Zielweiten eines Stromübergangsnivellements leicht so groß sein können, dass Messungen unmöglich werden. Dieser kritische Bereich tritt im Wattenmeer ab Windstärke 4 bis 5 auf.

Die Ergebnisse der Messungen: Wenn ein mittlerer Fehler des Höhenunterschiedes von +/- 0,5 mm/km Doppelnivellement eingehalten werden soll, so sind nach den Angaben der Firma Zeiss je Kilometer Abstand der Zieltafeln vier Gruppen zu messen. Für die Messung einer Gruppe mit einem Doppelinstrument aus der Mitte (1 Gruppe umfaßt hierbei 32 unabhängige Höhenübertragungen) benötigte man etwa 20 Minuten.

Zusammenfassung und Ausblick
Die Talübergangsausrüstung hat sich im Wattgebiet hervorragend bewährt; da sich die Zieltafelstationen wegen des großen Winkelbereiches des Gerätes sehr schnell aufbauen lassen und da (durch die Tideverhältnisse bedingt) nur sehr kurze Messungszeiten für die Überwindung von teilweise sehr langen Zielweiten zur Verfügung stehen. Außerdem kann die trigonometrische Bestimmung der Entfernung auch bei Nivellements hoher Genauigkeit unterbleiben, wenn der Zielstrahl aus dem Bereich der Differentialrefraktion herausbleibt. Schließlich ist noch zu betonen, dass sich sowohl der personelle als auch der materielle Aufwand für Erkundung, Vorbereitung und Durchführung eines Stromüberganges so wesentlich verringern lässt, dass eine solche Übergangsmessung kaum noch aus dem Rahmen eines normalen Präzisionsnivellements herausfällt.
(Grundlage für diese Zusammenfassung war ein mehrseitiger Bericht von H. W. Braasch in der ZfV 8/1964)

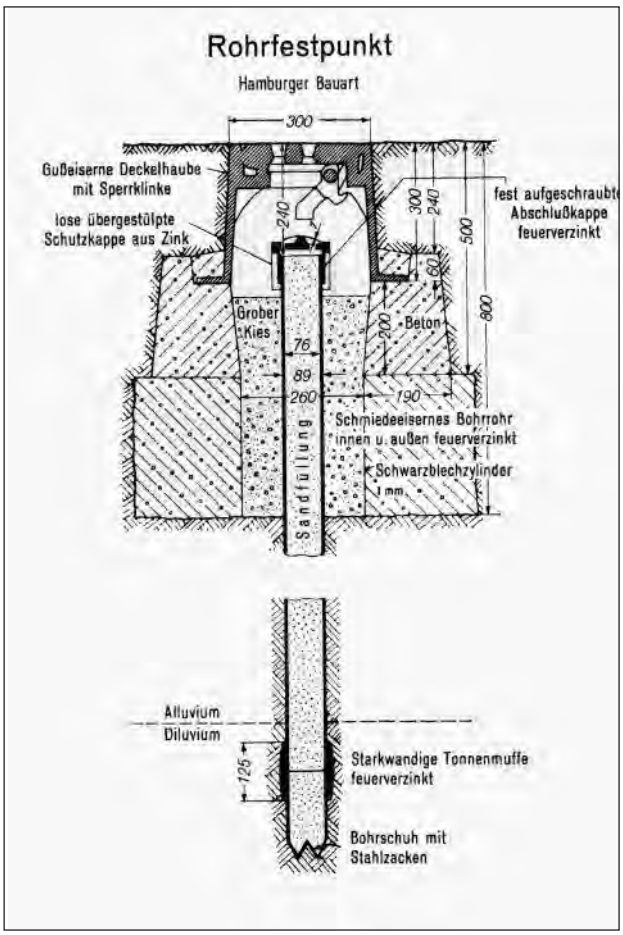
Die Rohrfestpunkte im Vorhafengebiet (markiert ist der RF 6308) – Stand1963

TP 52-2116 = RF 6308; 2005 im Watt vor Neuwerk

Präzisionsnivellement im Neuwerker Watt, 1963

Folgende Unterlagen wurden für diese Veröffentlichung herangezogen bzw. enthalten weiterführende Hinweise:

- Höhenlage verschiedener Fixpunkte am linken Elbufer zwischen Hamburg und Cuxhaven bezogen auf den Hauptflutmesser in Hamburg. Centralbureau der Schiffahrt- und Hafen-Deputation, H. Hübbe, 1855 (StAH-A457/805-06)
- Höhenlage verschiedener Fixpunkte. A) Vom Hauptflutmesser zu Hamburg aufwärts bis Ortkathen. B) Vom Hauptflutmesser zu Hamburg abwärts bis Fährmannssand. Centralbureau der Schiffahrt- und Hafen-Deputation, H. Hübbe, 1856 (StAH-A457/805-06)
- Tafeln zur Umwandlung des bisherigen Hamburger Masses in das durch Gesetz vom 17. August 1868 für den Norddeutschen Bund eingeführte Metermaasses, H. Stück, Hamburg 1869 (StAH)
- Verzeichnis von Höhenpunkten in Hamburg und Umgebung bestimmt durch geometrisches Nivellements abseiten des Vermessungs-Bureau's in den Jahren 1869 bis 1872, Hamburg 1872. (StAH-A103/5 + A103/4)
- Nivellements und Höhenbestimmungen der Punkte erster und zweiter Ordnung. Ausgeführt von der Trigonometrischen Abteilung der Landes-Aufnahme. Dritter Band mit 10 Tafeln, Berlin 1875 (StAH-L100/9 = Einliegend ein Schreiben vom 20. Sept. 1875 an H. Stück vom Chef der Landes-Aufnahme)
- Die Höhenbestimmungen der Königl. Preuß. Landesaufnahme Schleswig-Holstein, zusammengestellt nach amtlichen Werken, Müller-Köpen, Berlin 1875. Anhang enthält die Höhenpunkte des Nivellements von Hamburg. (StAH-E100/0001 Kapsel 1)
- Verzeichnis von Höhenpunkten in Hamburg und Umgebung bestimmt durch geometrisches Nivellements und trigonometrische Höhenbestimmungen abseiten des Vermessungs-Bureau's in den Jahren 1869 bis 1878, H. Stück, Hamburg 1879. (StAH-A103/24)
- Nivellements der Trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme. Vierter Band mit 12 Tafeln, Berlin 1880. (StAH-L100/9)
- No. 0. Präcisions-Nivellement 1883/85 (Schmal-Format) des hamb. Vermessungsbureaus: Nivellementszug vom Bolzen No.1 beim Hafenthor, über Höhenmarken der Europäischen Gradmessung, bis zum Bolzen No. 6 Pachtung Peuter-Müggenburg
- Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg, Teil I - Geschichte des Hamb. Vermessungswesens, H. Stück,1885
- Vermessung der Freien und Hansestadt Hamburg, Teil II - Präcisions-Nivellements, H. Stück, 1886
- Höhen über Hamburger Null (HN) und Normal Null (NN) von Festpunkten und Pegeln in Hamburg und Umgebung. Mit drei Übersichtskarten. Hrsg.: Bau-Deputation I. Section / Vermessungsbureau, Hamburg 1898. (StAH-A103/9)
- Präcisions-Nivellement der Elbe, 5. Mitteilung, Die Unterelbe von Hamburg bis zur Mündung mit den Nebenflüssen Pinnau, Krückau und Stör. Bureau für die Hauptnivellements und Wasserstandsbeobachtungen im Ministerium der öffentlichen Arbeiten, Berlin 1902
- Die Nivellements im Bezirk der Hauptvermessungsabteilung VI und ihre inneren Zusammenhänge / Trig-Abt, Kasper, Hamburg 1946
- Diverse Unterlagen aus der Aktensammlung Niemeyer im LGV
- Pegeleinmessungen im Neuwerker Watt, Braasch, ZfV 8/1964
- 100 Jahre Höhenverzeichnisse in Hamburg, Wengler, Mitteilungsblatt VA, Nr. 52, November 1969
- Eine Stadt wird vermessen / 125 Jahre hamburgische Stadt- und Katastervermessung, 1970
- Säkularer Meeresspiegelanstieg und tektonische Senkungsvorgänge an der Nordeeeküste, Lassen-Linke-Braasch, VR 46/2 - 1984
- Abschlußbericht IKÜS-Projekt, Technische Universität Dresden / Geodätisches Institut, 2008



Abbildungen und Karten aus dem LGV-Archiv außer Folgenden:
Gerd Hoffmann: Seite 9u, 10, 11ur, 28
LVA NRW / Normalhöhen in Nordrhein-Westfalen, 2004: Seite 4
Staatsarchiv Hamburg: Seite 8, 15o, 26, 27
Strom- und Hafenbau/ HPA: Seite 24um
Joachim Vosberg: Seite 2
Thorsten Schurwanz: Seite 5ur, 9o,18ur, 19ul

Weitere Abkürzungen
AdV: Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
FHH: Freie und Hansestadt Hamburg
GNSS: Global Navigation Satellite System
HVA: Hauptvermessungsabteilung
IfAG: Institut für Angewandte Geodäsie
LGV: Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung (seit 2003) (1997-2002: als Amt für Geoinformation und Vermessung / GV)
SA*POS*®: Satellitenpositionierungsdienst der AdV
StAH: Staatsarchiv Hamburg
RfL: Reichsamt für Landesaufnahme
VA Hamburg: Vermessungsamt Hamburg (bis 1996)
ZfV: Zeitschrift für Vermessungswesen

Der Normal-Null-Punkt in Berlin

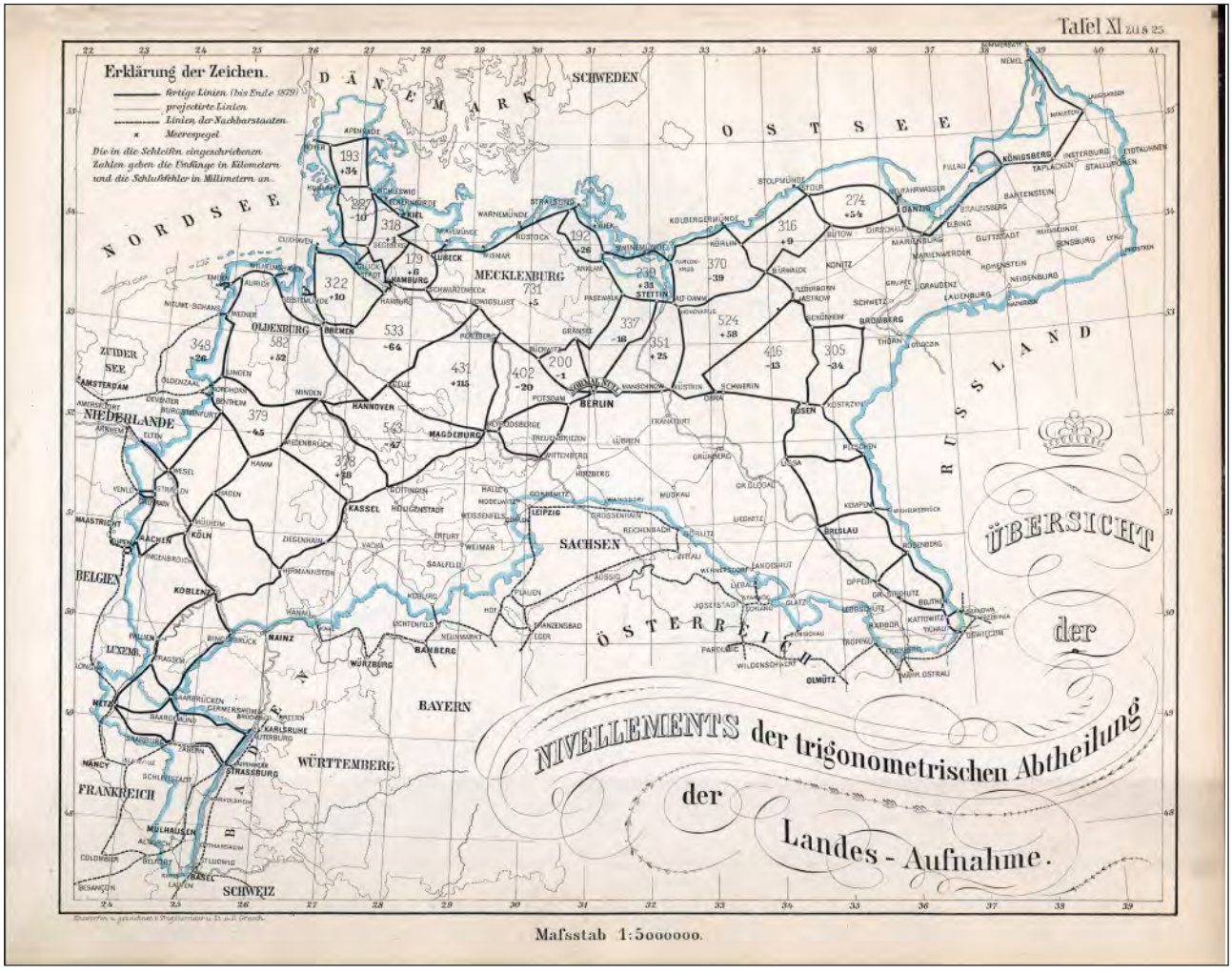
Aus: Nivellements der Trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme. Vierter Teil. Berlin 1880: *„... Die Königliche Sternwarte in Berlin hat vier, zur Aufstellung ihrer Hauptinstrumente bestimmte Pfeiler: einen Mittel-, einen Nord-, einen Süd- und einen Westpfeiler. Dieselben sind – von einander und von den Mauern des Gebäudes vollständig isoliert – aus Ziegelsteinen erbaut, und zwei Meter unter dem natürlichen Boden, auf dem besten Grunde, der in Berlin zu finden ist, einem scharfen Mauersande, gegründet. Da das Grundstück, worauf die Sternwarte in den Jahren 1832 bis 1835 erbaut wurde, so tief lag, daß das Grundwasser bei ungewöhnlich hohem Stande bis nahe an die Oberfläche des natürlichen Bodens stieg, so wurde rings um das Gebäude herum ein sehr breiter Fahrweg zwei Meter hoch aufgeschüttet, so daß jetzt der Grund, worauf die Pfeiler stehen, vier Meter unter dem betretenen Wege liegt (...)*

Der Normal-Höhenpunkt ist am Nordpfeiler der Sternwarte auf folgende Art bezeichnet und festgelegt worden: Ein 1,70 m langer Syenitbalken [Syenit gehört zu der Gruppe der Tiefengesteine], *welcher bei horizontaler Lage seiner Längenachse bis über deren Mitte hinaus in den genannten Pfeiler der Sternwarte eingemauert ist, tritt mit seinem, aus dem letzteren hervorstehenden vorderen Teile frei durch die durchbrochene nördliche Außenwand des Gebäudes, und trägt an seiner vertikalen, fein geschliffenen Stirnfläche auf einem, von oben darin eingeschobenen Körper von weißem Emailleglas eine lotrechte Millimeterskala von 20 cm Länge, deren Mittelstrich den Normal-Höhenpunkt bezeichnet. Der aus dem Mauerwerk des Pfeilers hervorstehende Teil des Balkens ist 0,65 m lang, und sein Querschnitt hat die Form eines oben abgerundeten Quadrates von 0,32 m Seite. In seine ebene Kopffläche ist eine schwalbenschwanzförmige Nute zur Aufnahme des Glaskörpers eingearbeitet, auf dessen sichtbarer Vorderfläche sich die Skala befindet. Der obere, von dem Glaskörper nicht ausgefüllte Teil der Nute ist mit einem, darin eingeschliffenen und verkitteten Syenitstückchen ausgefüllt worden.*

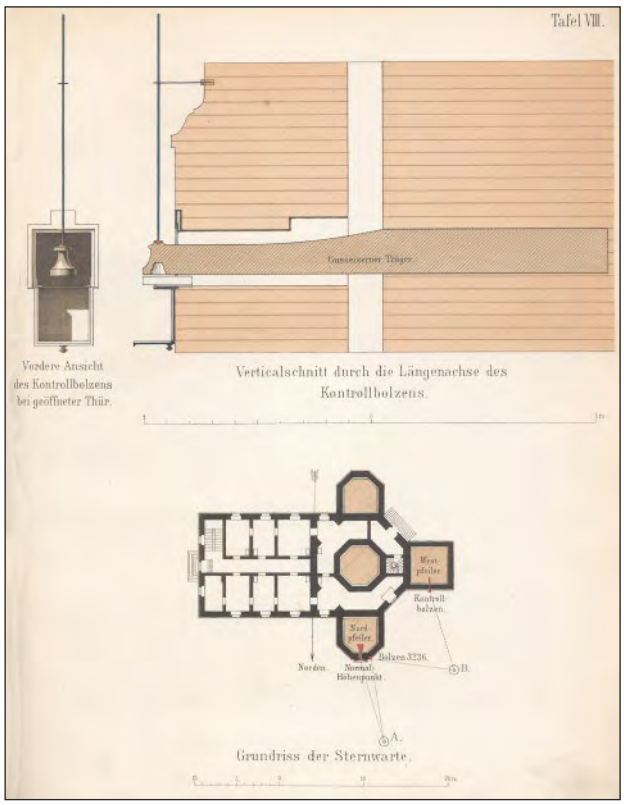
Die Kopffläche des Syenitbalkens (Scalasteins) trägt die in vergoldeten Bronzeinitialen aufgelegte Inschrift:

37 METER UEBER NORMAL-NULL

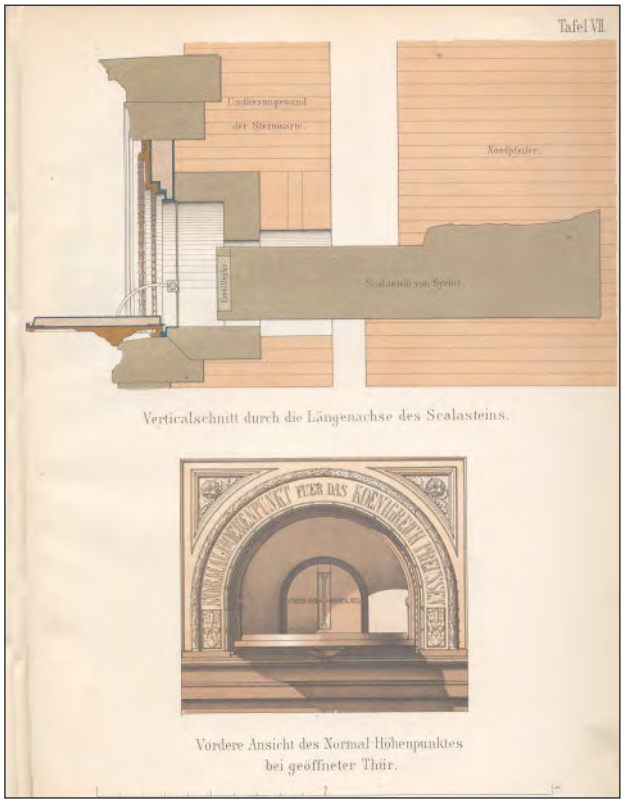
mit augenfälligem Bezug auf den Mittelstrich der Skala, dieser ist auf den Normal-Höhenpunkt ausgerichtet.
Die Höhe des letzteren über dem Erdboden ist danach bemessen, dass mit einem, in geringer Entfernung (etwa 10 m) im Garten der Sternwarte auf einem Stativ von gewöhnlicher Höhe aufgestellten Nivellier-Instrument die Höhe der Visierlinie unmittelbar von der Skala abgelesen werden kann.
Die letztere ist zu diesem Zwecke mit einer angemessenen Bezifferung versehen. Das Gehäuse des Normal-Höhenpunktes und dessen Verschluß ist von dem Regierungsbaumeister Gerard in monumentalem Stil und in einer, der Bedeutung der Anlage entsprechenden künstlerischen Ausstattung entworfen und ausgeführt worden ...“

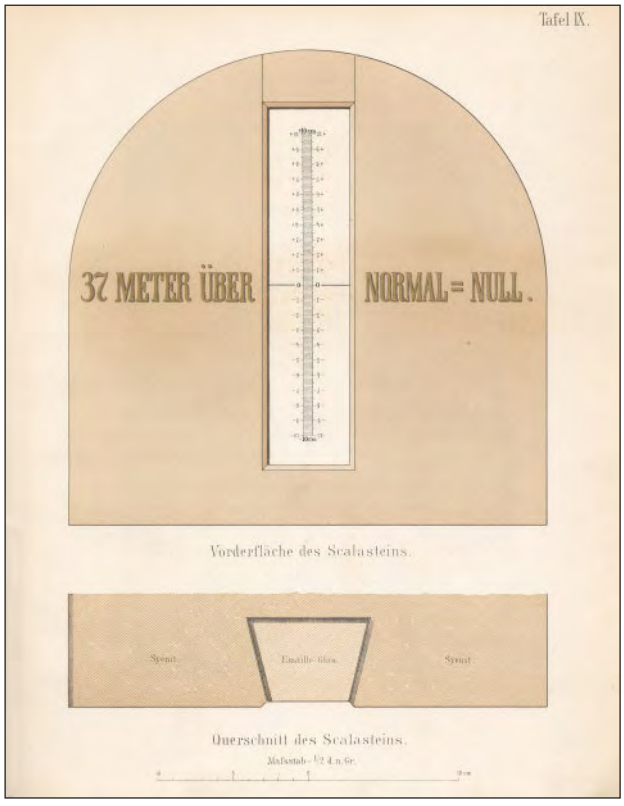


Die Königliche Sternwarte zu Berlin.
von der Nordseite gesehen.



Karte und Abbildungen aus der Veröffentlichung:
Nivellements der Trigonometrischen Abteilung der Landesaufnahme,
Vierter Teil mit 12 Abbildungen, Berlin 1880





Kennen Sie diese Orte?

Nivellementbolzen Nr. 61 - 6535
neben dem Eingang zum Hamburger Rathaus

Nivellementbolzen Nr. 65 - 6635
an der Turmseite der Hamburger Hauptkirche St. Petri