

DK 627.514.2 (282.243.23): 551.482 (091)

RD. J. Sindern und RBD. H. Rohde

## **Zur Vorgeschichte der Abdämmung der Eider in der Linie Hundeknöll – Vollerwiek**

### **On the History of the Damming of the Eider-River between Hundeknöll und Vollerwiek**

#### **Zusammenfassung**

Die Eider hat im Laufe der Geschichte, wie kaum ein anderer Fluß, zahlreiche einschneidende Veränderungen durch künstliche Eingriffe erfahren. Die stärksten Eingriffe in den letzten 200 Jahren waren der Bau des Eiderkanals (1777-84), des Nord-Ostsee-Kanals (1887-95) und die Abdämmung bei Nordfeld (1934-36). Zur Zeit ist eine mündungsnah Abdämmung in der Linie Hundeknöll – Vollerwiek in Bau. In gedrängter Form wird ein Überblick über die Maßnahmen gegeben, durch die der Fluß und seine hydrografischen Verhältnisse geändert wurden. Insbesondere wird geschildert, wie es zu der Abdämmung bei Nordfeld kam und welche Umstände, Überlegungen und Vorarbeiten zu der neuen Abdämmung Hundeknöll – Vollerwiek geführt haben. Wegen aller Einzelheiten wird auf die Literatur verwiesen. Der Aufsatz soll zugleich eine – möglichst vollständige – Bibliographie zur Flußgeschichte der Eider bringen.

#### **Summary**

In the course of history the river Eider had to undergo numerous drastic morphological transformations caused by artificial interference with its bed as hardly any other river. The strongest interferences of the last two centuries were the construction of the Eider-Canal (1777-84), the construction of the Kiel-Canal (1887-95), and the construction of the barrage close to Nordfeld (1934-36). At present a new barrage is under construction close to the mouth of the river in the alignment Hundeknöll – Vollerwiek. A concise review is given on the measures which have changed the hydrographical conditions of the river. It is particularly described why the barrage close to Nordfeld was built and which facts, considerations and preliminary studies led to the construction of the new barrage in the alignment Hundeknöll – Vollerwiek. With regard to all details it is referred to literature. Moreover, the paper is intended to be – as completely as possible – a bibliography of the history of the river Eider as well.

Zuerst erschienen in "Die Wasserwirtschaft" 3/1970 S. 85-92  
Nachdruck mit Genehmigung der Franckh'schen Verlags-  
handlung, Kosmos-Verlag, Stuttgart.

## INHALT

	Seite
1. Vorbemerkungen	43
2. Die Entwicklung bis zur Eiderabdämmung bei Nordfeld	43
3. Die Folgen der Abdämmung Nordfeld und die Vorarbeiten für eine Lösung des Eiderproblems	45
4. Bauplanung und Baubeginn	47
5. Schlußbetrachtungen	49
6. Schrifttum	50

## 1. Vorbemerkungen:

Nach langen sorgfältigen Vorarbeiten ist am 29. März 1967 durch den ersten Spatenstich mit dem Bau der Eiderabdämmung in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek begonnen worden. Das Werk, durch das einer weiteren Versandung der Tide- und Außeneider entgegengewirkt werden soll und das ein großes Niederungsgebiet vor Sturmfluten schützt, wird bei planmäßigem Baufortschritt im Jahre 1973 vollendet sein [47, 49, 24]. In nächster Zeit werden in Fachzeitschriften voraussichtlich mehrere Arbeiten erscheinen. Als Einführung zu künftigen Veröffentlichungen über dieses große und interessante Bauvorhaben soll der vorliegende Aufsatz in gedrängter Form einen Überblick über die Vorgeschichte der Eiderabdämmung geben. Er soll aber auch gleichzeitig ein Wegweiser durch die bisher vorhandene Literatur über die Eider und ihre Probleme sein.

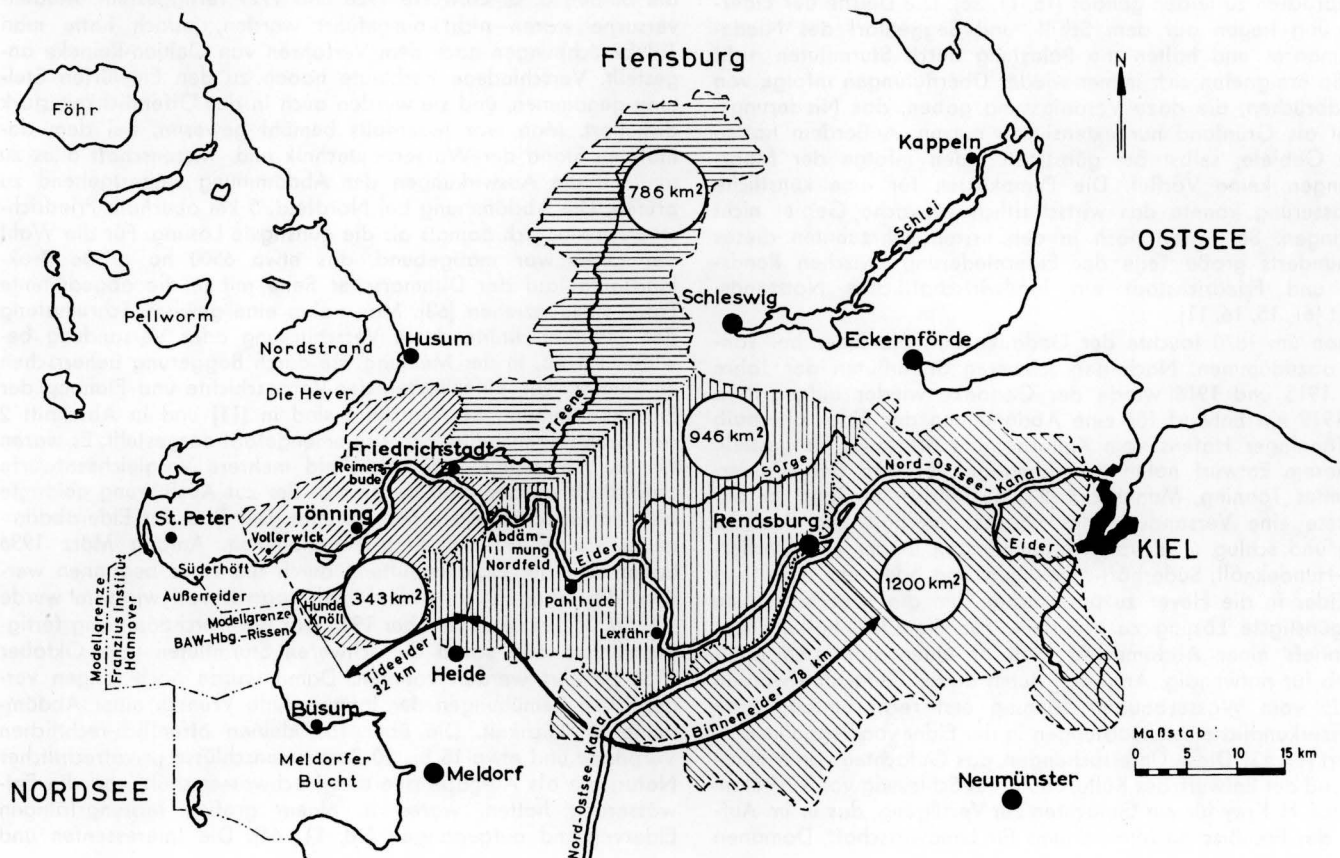
Die Eider ist ein Fluß, der im Laufe der Geschichte vielfachen Veränderungen unterworfen gewesen ist; die einschneidendsten waren der Bau des Nord-Ostsee-Kanals (1887 bis 1895) und die Eiderabdämmung bei Nordfeld (1936). Insbesondere über die Abdämmung der Eider bei Nordfeld, die Vorarbeiten, die zu der Abdämmung geführt haben, die Folgen der Abdämmung und deren Ursachen ist ein umfangreiches Schrifttum vorhanden. Z. T. handelt es sich um unveröffentlichte Gutachten und Berichte, z. T. um Veröffentlichungen, die auf verschiedene Publikationsorgane verstreut sind. Das gleiche gilt für die Vorarbeiten, die schließlich zu dem Bau der neuen Eiderabdämmung in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek geführt haben. Die wichtigsten Gutachten, Berichte und Veröffentlichungen sind im Literaturverzeichnis des vorliegenden Aufsatzes erfaßt. Im Rahmen einer chronologischen

kurzgefaßten Darstellung der Vorgeschichte der Eiderabdämmung wird wegen der Einzelheiten jeweils auf die vorhandene Literatur verwiesen, ohne dabei im einzelnen eine Wertung vorzunehmen. Die ausführlichste Arbeit über die Vorgeschichte der Eiderabdämmung ist die von der Vorarbeitenstelle des Wasser- und Schifffahrtsamtes Tönning aufgestellte Grundlagenstudie [56], in der das bis zum Jahre 1963 vorliegende Schrifttum kritisch ausgewertet ist.

## 2. Die Entwicklung bis zur Eiderabdämmung bei Nordfeld

Die Eider entspringt in dem Hügelland von Bornhöved im Nordosten von Neumünster. Sie durchfließt das ostholsteinische Jungmoränengebiet, das diesem im Westen vorgelagerte Sandergebiet und tritt bei Rendsburg in die Niederung ein. Der Flußlauf oberhalb von Rendsburg wird als obere Eider, unterhalb als Untereider, bezeichnet. Das gesamte Niederschlagsgebiet mit den großen Nebenflüssen Treene und Sorge hatte eine Größe von 3275 km<sup>2</sup> (Bild 1). Die Entwicklung des Unterlaufs der Eider nach der letzten Eiszeit wird in [11] und Abschnitt 1 der Grundlagenstudie [56] geschildert. Die Entwicklung nach der Besiedlung der Marschen im Eidermündungsgebiet vor etwa 2000 Jahren und des Niederungsgebietes ist gekennzeichnet durch das Vordringen der Tidebewegung flußaufwärts und das Zusammenfassen des Flusses zu einem weitgehend einheitlichen Lauf durch Eindeichungen und durch das Abdämmen von Nebenarmen und Nebenflüssen. Der Einbruch der Trichtermündung infolge der schweren Sturmfluten des 14. Jahrhunderts begünstigte das Vordringen der Tide. Das Abschneiden des Mündungsarmes der Eider zur Hever wurde 1489 durch die Eindeichung des Damm-

Bild 1. Übersichtsplan der Eider mit Niederschlagsgebieten



kooges beendet. Die Treene konnte 1569/70 und die Sorge zwischen 1620 und 1630 abgeschleust und damit der Tide entzogen werden. Diese Maßnahmen bewirkten ein weiteres Eindringen der Tide eideraufwärts, dem wiederum die Bedeichung des Flußlaufes zum Schutze gegen Sturmfluten folgen mußte. Die Tide erreichte Ende des 17. Jahrhunderts schließlich Rendsburg. Ein Eindringen der Tide in die obere Eider war wegen der Mühlenstau bei Rendsburg nicht möglich. Einzelheiten über diese Entwicklung sind in [11, 16, 56, 37, 21, 28] dargestellt.

Eine Vergrößerung der Tidebewegung trat durch den Bau des Eiderkanals (1777 bis 1784) dadurch ein, daß Durchstiche und Flußbaggerungen unterhalb von Rendsburg ausgeführt wurden. Außerdem wurde ein Teil des oberen Niederschlagsgebietes abgeschnitten. Ein etwa 300 km<sup>2</sup> großer Teil des Niederschlagsgebietes der oberen Eider entwässerte in die Scheitelhaltung des Kanals, dessen Vorflut zeitweise zur Ostsee gerichtet war [11, 56, 37, 28]. Durch die Abdämmungen der Treene und Sorge war der Eider dagegen kein Niederschlagsgebiet entzogen worden. Ein bedeutender Eingriff in die hydrologischen Verhältnisse war der Bau des Nord-Ostsee-Kanals in den Jahren von 1887 bis 1895 [14]. Der Kanal ersetzte oberhalb von Rendsburg den alten Eiderkanal und verläuft unterhalb von Rendsburg auf rund 25 km Länge in engem Abstand parallel zur Untereider. Dadurch wurde ein Niederschlagsgebiet von rund 1200 km<sup>2</sup> von der Eider abgeschnitten [11, 37]. Die Tidebewegung in der Eider unterhalb von Rendsburg nahm stark zu, das Tnw sank ab, das Thw stieg an. Der Tidehub vergrößerte sich so von 1895 bis 1935 um 80 cm [37, 21]. Die Strömungsgeschwindigkeiten erfuhren auch eine Änderung, die Ebbestromgeschwindigkeit wurde verringert und die Flutstromgeschwindigkeit vergrößert. Es kam zu einer starken Schumpfung der Flußquerschnitte auf der 30 km langen Flußstrecke unterhalb der Rendsburger Schleuse. Umfangreiche Baggerungen waren hier zur Aufrechterhaltung der Schifffahrt ständig notwendig [11, 56, 37, 38, 21, 28]. Durch zeitweise Entwässerungen aus dem Kanal in die Untereider trat eine Versalzung des Eiderwassers ein, die zu einem langwierigen Rechtsstreit zwischen einigen Anliegern und dem Deutschen Reich führte [29, 37].

Schon seit Jahrhunderten hat die Eiderniederung zwischen Friedrichstadt und Rendsburg unter Überflutungen als Folge von Deichbrüchen zu leiden gehabt [16, 11, 36]. Die Deiche der Eiderniederung liegen auf dem Schilf- und Seggentorf des Niederungsmooses und halten die Belastung durch Sturmfluten nicht aus. So ereigneten sich immer wieder Überflutungen infolge von Grundbrüchen, die dazu Veranlassung gaben, das Niederungsgebiet als Grünland nur extensiv zu nutzen. Außerdem hatten weite Gebiete, selbst bei günstigen Tiden infolge der Moorsackungen keine Vorflut. Die Pumpkosten für eine künstliche Entwässerung konnte das wirtschaftlich schwache Gebiet nicht aufbringen. So waren noch in den ersten Jahrzehnten dieses Jahrhunderts große Teile der Eiderniederung zwischen Rendsburg und Friedrichstadt ein landwirtschaftliches Notstandsgebiet [61, 15, 16, 11].

Schon um 1870 tauchte der Gedanke auf, die Eider bei Töning abzudämmen. Nach den schweren Sturmfluten der Jahre 1911, 1915 und 1916 wurde der Gedanke wieder aufgegriffen und 1919 ein Entwurf für eine Abdämmung der Eider oberhalb des Tönninger Hafens vom Kulturbauamt Schleswig aufgestellt. Zu diesem Entwurf nahm der damalige Vorstand des Wasserbauamtes Töning, Mannsdorf [23] ausführlich Stellung. Er befürchtete eine Versandung des Flusses unterhalb der Abdämmung und schlug u. a. vor, Abdämmungen in der Linie Vollerwiek-Hundeknöll, Süderhöft-Hedwigenkoog oder eine Ableitung der Eider in die Hever zu untersuchen, um die wirtschaftlichste und günstigste Lösung zu ermitteln. Für die Offenhaltung des Außentiefs einer Abdämmung hielt er einen ständigen Spülbetrieb für notwendig. Angeregt durch dieses Gutachten wurden 1924/25 vom Wasserbauamt Töning erst recht umfangreiche gewässerkundliche Untersuchungen in der Eider von Seggelke ausgeführt [11, 53]. Diese Untersuchungen, das Gutachten von Mannsdorf und der Entwurf des Kulturbauamtes Schleswig von 1919 standen Prof. H. Krey für ein Gutachten zur Verfügung, das er im Auftrage des Preußischen Ministeriums für Landwirtschaft, Domänen

und Forsten am 25. Oktober 1926 erstattete [20]. Krey vergleicht alle bisherigen Abdämmungsvorschläge miteinander. Mit Rücksicht auf den Deichschutz hält er die Abdämmung bei Töning für die günstigste Lösung. Wenn man aber zugleich an die Landgewinnung denkt, so empfiehlt er eine Abdämmung weiter flußabwärts, etwa in der Linie Vollerwiek-Hundeknöll. Krey kritisiert, daß bisher immer nur eine vollständige Tidesperrung untersucht worden sei. Da die Abdämmung nur Sturmflutschutz geben soll, hält er es für günstiger, nur Sturmfluten zu sperren und normale Tiden ganz oder teilweise beeinflußt ein- und ausschwingen zu lassen. In [11] und im Abschnitt 2 der Grundlagenstudie [56] wird auf die einzelnen Entwürfe, Gutachten und Stellungnahmen ausführlicher eingegangen.

Im Oktober 1926 wurde die Eiderniederung wieder von zwei schweren Sturmfluten heimgesucht. Oberhalb von Friedrichstadt kam es zu großen Überschwemmungen als Folge zahlreicher Deichbrüche. Unter dem Eindruck dieser Ereignisse wurde 1927 in Rendsburg ein Vorarbeitenamt gegründet, das die Aufgabe hatte, Alternativ-Entwürfe für die Beseitigung der Mißstände im Gebiet der Untereider aufzustellen, und zwar

1. Erhöhung und Normalisierung der Eiderdeiche von Rendsburg bis Friedrichstadt
2. Abdämmung der Eider gegen die Tidebewegung.

Der Gedanke einer Abdämmung weiter flußabwärts als Nordfeld war inzwischen wegen der damit verbundenen technischen und finanziellen Schwierigkeiten aufgegeben worden. Außerdem hielt man besonders in Eiderstedt eine Abdämmung unterhalb von Friedrichstadt nicht für notwendig, weil die Deiche auf dieser Flußstrecke für ausreichend sicher gehalten wurden. Die Vorarbeitenstelle hat alternativ auch noch eine Abdämmung der Eider bei Friedrichstadt untersucht. Ferner wurde die Einrichtung von Überlaufpoldern am Mittellauf der Eider erwogen, mit dem Ziele, die Höhe der auflaufenden Sturmfluten zu dämpfen und damit an Deichhöhe bei der beiderseitigen Bedeichung zu sparen. Die Überlaufpolder hätten aber weite Flächen wertvollen Landes beansprucht, so daß der Plan einer Abdämmung der Eider immer mehr Befürworter fand.

Nach umfangreichen gewässerkundlichen Vorarbeiten wurden die beiden o. a. Entwürfe 1928 und 1929 fertiggestellt. Modellversuche waren nicht ausgeführt worden, jedoch hatte man Tideberechnungen nach dem Verfahren von Oeltjen-Reineke angestellt. Verschiedene Fachleute haben zu den Entwürfen Stellung genommen, und sie wurden auch in der Öffentlichkeit stark diskutiert. Man war jedenfalls bemüht gewesen, bei dem damaligen Stand der Wasserbautechnik und -wissenschaft alles zu tun, um die Auswirkungen der Abdämmung weitestgehend zu prüfen. Die Abdämmung bei Nordfeld, 5 km oberhalb Friedrichstadt, erwies sich damals als die günstigste Lösung. Für die Wahl des Ortes war maßgebend, das etwa 6500 ha große Broklandsaual auf der Dithmarscher Seite mit in die abgedämmte Eider einzubeziehen [63]. Man nahm eine gewisse Schumpfung der Flußquerschnitte durch Verschlickung oder Versandung bewußt in Kauf, in der Meinung, sie durch Baggerung beherrschen zu können. Die Einzelheiten der Vorgeschichte und Planung der Eiderabdämmung bei Nordfeld sind in [11] und in Abschnitt 2 der Grundlagenstudie [56] zusammengefaßt dargestellt. Es waren für die Abdämmung bei Nordfeld mehrere Vergleichsentwürfe aufgestellt worden, von denen sich der zur Ausführung gelangte als der wirtschaftlichste herausstellte. Der Bau der Eiderabdämmung wurde 1934 in Angriff genommen. Anfang März 1936 konnte mit der Dammschüttung durch die Eider begonnen werden, die schon im April/Mai hydrologisch voll wirksam wurde [11, 56, 35]. Ende September 1936 war die Durchdämmung fertiggestellt, so daß schon die schweren Sturmfluten vom Oktober 1936 gekehrt werden konnten. Damit wurde nach langen vergeblichen Bemühungen der langersehnte Wunsch einer Abdämmung Wirklichkeit. Die über 150 kleinen öffentlich-rechtlichen Verbände und etwa 15 bis 20 Zusammenschlüsse privatrechtlicher Natur, die als Aufgabe alle den Hochwasserschutz und die Entwässerung hatten, waren in einem großen leistungsfähigen Eiderverband aufgegangen [18, 11, 64]. Die Interessenten und

Verbände an der Treene wurden nicht mit in den Eiderverband einbezogen.

Über die Eiderabdämmung, deren Bau und ihre Aufgabe wurde 1938 in einem besonderen Heft der Zeitschrift „Westküste“, insbesondere in [61] und [63] berichtet. In einer scharfen Krümmung des Eiderbettes an der Spitze des Südfelderkooges war die Eider durchdämmt worden. Das Entwässerungsspiel mit 5 Öffnungen und die Schiffahrtsschleuse waren in einem Durchstich daneben angelegt worden. Der Flußlauf oberhalb von Nordfeld war damit der Tide vollständig entzogen. Seitdem wird die Untereider in die Abschnitte Binneneider (von Rendsburg bis Nordfeld) und die Tideeider (unterhalb von Nordfeld) eingeteilt (Bild 1). Die Abdämmung bei Lexfähr (km 26) – ebenfalls mit Schleuse und Stiel – teilt die Binneneider in 2 Haltungen. 1937 wurde der Gieselau-Kanal als Verbindung zwischen der oberen Haltung der Binneneider und dem Nord-Ostsee-Kanal gebaut. Die bisherige Verbindung der oberen Eider mit der Untereider bei Rendsburg konnte durch Zuschütten der Schleuse Rendsburg beseitigt werden [56]. Zu erwähnen ist noch, daß 1936, als der Bau der Abdämmung bei Nordfeld schon fast vollendet war, noch Modellversuche bei der Preußischen Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau in Berlin ausgeführt wurden, durch die die Verhältnisse unterhalb der Abdämmung näher untersucht werden sollten [30].

### 3. Die Folgen der Abdämmung Nordfeld und die Vorarbeiten für eine Lösung des Eiderproblems

Die Ziele der Eiderabdämmung bei Nordfeld waren:

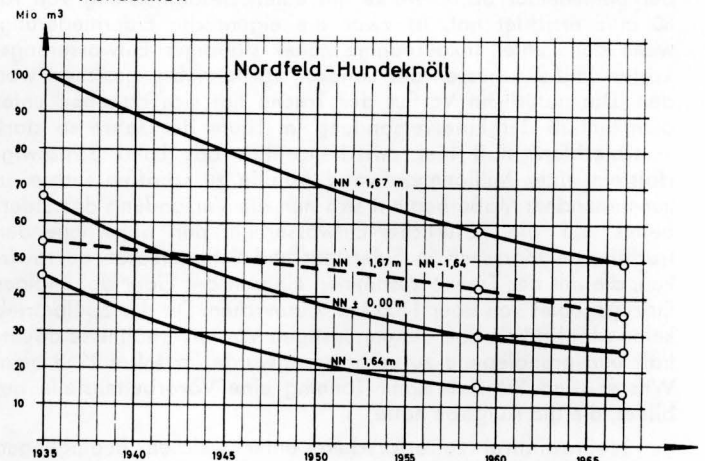
1. Sturmflutschutz für ein 430 km<sup>2</sup> großes Niederungsgebiet zu schaffen,
2. Für dieses Gebiet und das unterhalb der Abdämmung gelegene Niederschlagsgebiet die Vorflut zu verbessern und
3. Die Schiffbarkeit der Eider zu erhalten.

Die Abdämmung der Eider bei Nordfeld hat hinsichtlich der Sturmflutsicherung ihren Zweck vollkommen erfüllt. Die große Bewährungsprobe hat sie bei der Sturmflut im Februar 1962 bestanden. Wenn die Abdämmung nicht gewesen wäre, wäre es im Eidergebiet sicher zu einer großen Überschwemmungskatastrophe gekommen.

Für die Niederungsgebiete an der Binneneider trat eine Vorflutverbesserung dadurch ein, daß der Wasserspiegel der Binneneider tief gehalten wurde. Durch das Absenken des Tnw infolge der Reflexion der Tide an der Abdämmung trat auch eine Vorflutverbesserung unterhalb der Abdämmung ein. Aber schon bald kam es zu einer starken Versandung des Flusses unterhalb der Abdämmung. Sie begann im obersten Abschnitt der Tideeider und setzte sich immer mehr flußabwärts fort. Das Fortschreiten der Versandung unter dem Bezugshorizont NN – 1,64 m (MThw 1938 a. P. Nordfeld) in den drei Abschnitten der Tideeider Nordfeld–Friedrichstadt, Friedrichstadt–Tönning und Tönning–Hundecknöll zeigt Bild 5 aus [34] und Bild 8.5 aus [49]. Die untere Kurve in Bild 2 der vorliegenden Arbeit ist die Ganglinie der Summe der Wasserräume in den drei vorgenannten Abschnitten.

Im Jahre 1935 hatte das Flußbett der Tideeider zwischen Nordfeld und Hundecknöll unter dem Horizont NN + 1,67 m (MThw Friedrichstadt 1937) ein Volumen von rd. 100 Mill. m<sup>3</sup>. Für 1962 wurde nach [34] eine Gesamtversandung unter MThw von rd. 40 Mill. m<sup>3</sup> überschläglich ermittelt. Nach den genaueren Auswertungen, die der oberen Kurve von Bild 2 zugrunde liegen, muß die Versandung 1962 schon 45 Mill. m<sup>3</sup> betragen haben. Im Jahre 1967 war das Volumen unter NN + 1,67 m auf rd. 50 Mill. m<sup>3</sup> oder 50% gesunken (Bild 2). Die Versandung oberhalb von Tönning ist inzwischen nahezu abgeklungen, unterhalb wird das Flußbett jedoch weiterhin kleiner. Der Flußraum zwischen Tnw und Thw ist besonders seit 1959 unterhalb von Tönning geringer geworden. Die starke Einschränkung der Querschnitte durch die Sandablagerung führte zu einem Anstieg des MThw und damit zu einer Vorflutverschlechterung, zunächst zwischen Nordfeld und Friedrichstadt [34]. Durch die schlechtere Vorflut des Sieles Nordfeld stieg der Wasserstand in der Binneneider

Bild 2. Wasserraumveränderungen in der Tideeider von Nordfeld bis Hundecknöll



an. Hierdurch und durch die Entwässerungsmaßnahmen verursachte stärkere Schrumpfung des Moores kam es zu Entwässerungsschwierigkeiten in der Binneneider-Niederung. Die Schwierigkeiten an der Binneneider konnten erst nach dem Kriege durch den Bau von Schöpfwerken behoben werden [62, 28, 64].

Nach dem Kriege konnte man auch erst mit eingehenden Untersuchungen der Ursache der Versandung beginnen und Abhilfemaßnahmen planen. Das Ergebnis der gewässerkundlichen Untersuchungen ist in umfangreichen Berichten festgelegt [54] über die in [62] zusammenfassend berichtet wird. Durch die Verformung der Tidewelle infolge der Reflexion an der Abdämmungsstelle wurde die Ebbestromgeschwindigkeit im Verhältnis zur Flutstromgeschwindigkeit geschwächt, was eine beträchtliche Schwächung der bis dahin vorhandenen Selbstströmungskraft im Fluß unterhalb des Damms zur Folge hatte, – die Sandbewegung ist nicht linear, sondern stark potential von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig –. Der vom Flutstrom von See mitgeführte Sand kam zur Ablagerung und konnte vom Ebbestrom nicht mehr zurücktransportiert werden [49]. Mit einer Versandung dieses Ausmaßes war vor dem Bau der Abdämmung Nordfeld nicht gerechnet worden. Baggerungen erwiesen sich als zwecklos. Auch durch den Bau von Bühnen ließ sich keine Verbesserung der Verhältnisse erzielen [56, 34, 49]. Als einziges Mittel, eine beschränkte Ausräumung der Flußstrecke zwischen Nordfeld und Reimersbude (Bild 1) unter Tnw zu erzielen, ergab sich ein künstlicher Spülbetrieb mit dem Stiel Nordfeld. Die erste Anregung zu Spülungen wurde von Gaye gegeben, erste Versuche wurden 1948 ausgeführt. Aber erst nach dem oben erwähnten Bau von Schöpfwerken konnte ein regelmäßiger Spülbetrieb ins Auge gefaßt werden [56, 3]. Der künstliche Spülbetrieb ist in Modellversuchen bei der damaligen Außenstelle Seebau der Bundesanstalt für Wasserbau in Wedel untersucht worden [2], er wird planmäßig seit 1953 und verstärkt seit 1961 unter erheblichen finanziellen Aufwendungen des Bundes ausgeführt. Aber auch der verstärkte Spülbetrieb in Nordfeld [34] konnte eine Vergrößerung des Flußbettes unter Tnw über Reimersbude hinaus nicht bewirken. Der Flußraum über Tnw wurde durch den Spülbetrieb überhaupt nicht beeinflusst. Die künstliche Spülung konnte daher nicht als Dauerlösung zur Regelung der Vorflutverhältnisse der Eider angesehen werden [38, 49]. Schon in der gewässerkundlichen Stellungnahme zur Regelung der Vorflut im Eidergebiet vom 24. August 1956 wird gesagt, „als vorläufige Maßnahme für die Offenhaltung der Untereider dicht unterhalb von Nordfeld kann und muß die Spülung anerkannt werden, aber es wäre reichlich zu überlegen, ob für ein derartiges Provisorium noch weitere nennenswerte Investitionen vertretbar sind“ (Petersen [25]). Über die gewässerkundlichen Untersuchungen und den Spülbetrieb wird in [55, 56, 34, 57] ausführlich berichtet; über Einzeluntersuchungen ist in [52, 19, 31, 33, 32] veröffentlicht. Die gesamte Entwicklung nach dem Bau der Abdämmung ist im 3. Abschnitt der Grundlagenstudie [56] zusammenfassend dargestellt. Der künstliche Spülbetrieb hatte umfangreiche Ufersicherungen in der Binneneider zur Folge [34].

Nachdem das Land Schleswig-Holstein entlang den Deichen der Binneneider Schöpfwerke mit einer Gesamtleistung von rd. 80 m<sup>3</sup>/s errichtet hat, ist zwar die eigentliche Eideriederung, wenn auch unter Inkaufnahme hoher ständiger Entwässerungskosten (mit Zuschüssen des Landes), vorflutmäßig gesichert worden. Die natürliche Vorflut der Treene hat sich dagegen unter dem Einfluß der Eiderversandung im Laufe der Jahre so stark verschlechtert, daß hier zwischenzeitlich das Land Schleswig-Holstein unter Millionenaufwand Abhilfe zu schaffen suchte. In zunehmendem Maße beginnt sich nun die Versandung des Eiderbettes auf die natürliche Entwässerung der höherliegenden fruchtbaren Marschen in Eiderstedt und Dithmarschen auszuwirken, die mit der Treene zusammen ein von der Eider abhängiges Einzugsgebiet von über 1100 km<sup>2</sup> ausmachen. Da der Spülbetrieb keine Möglichkeit bot, die ungünstigen Vorflutverhältnisse dauerhaft und grundlegend zu verbessern, wurde im Jahre 1958 beim Wasser- und Schiffsamt Tönning eine Vorarbeitenstelle gebildet, die die Aufgabe hatte,

1. einwandfrei zu erforschen, unter welchen Bedingungen Sand in die Eider einwandert und hier verfrachtet wird,
2. eine dauerhafte Lösung des Eiderproblems zu erarbeiten.

Die Grundlage für diese Vorarbeiten war durch einen Vertrag zwischen dem Bund, dem Land Schleswig-Holstein und dem Eiderverband geschaffen worden [60]. Die Probleme, die es zu untersuchen und zu klären galt, sind in keiner Weise mit denjenigen aller bisher ausgeführten und geplanten Flußabsperungen zu vergleichen, weil sie viel verwickelter und schwieriger sind als irgendwo anders. Obwohl erkannt ist, daß die starke Versandung der Eider nach der Abdämmung eine Folge der Abdämmung selbst ist, darf das Eiderproblem nicht nur engräumig von der Tideeider her, sondern muß großräumig, schon von der Außeneider her, betrachtet werden. Das Küstenvorfeld der Eider ist in ständiger schneller Umwandlung begriffen [1]. Es ist ein Gebiet, in dem die Kräfte der Natur noch unbeeinflusst durch den Menschen tätig sind. Die Außeneider ist als das schlechteste und schwierigste Fahrwasser der schleswig-holsteinischen Westküste bekannt, aber das ist sie nicht erst seit heute (Bild 3). Schon in den ältesten bisher aufgefundenen Segelanweisungen aus dem Beginn des 16. Jahrhunderts finden sich trotz der damals geringen Ansprüche der Schifffahrt Hinweise auf die Gefahren durch die vielen Barren und Platen und die starke Veränderlichkeit der Schifffahrtsrinnen.

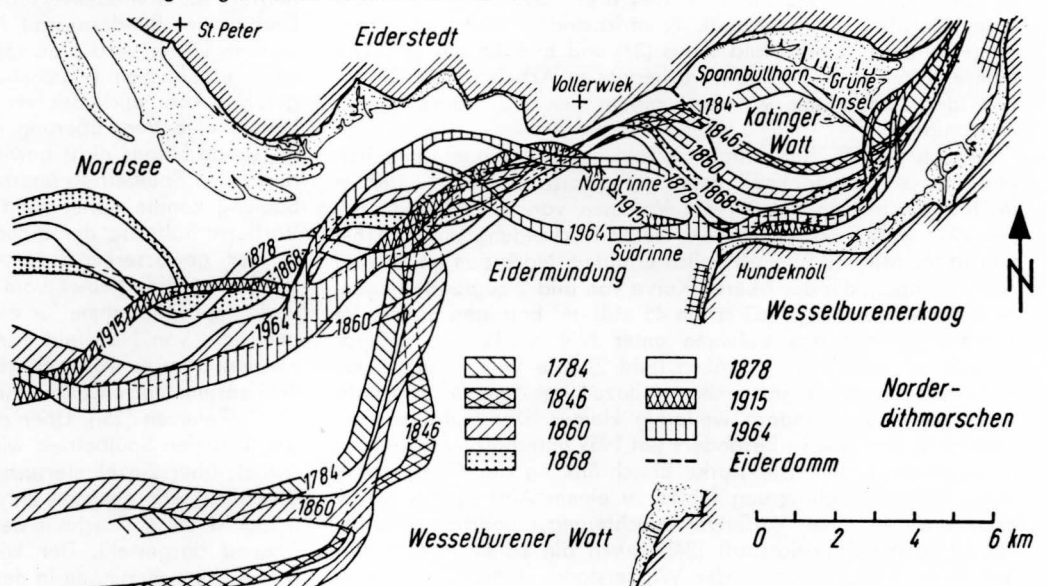
Über die gewässerkundlichen Untersuchungen der Vorarbeitenstelle wird in [11, 34] und [56] über die übrigen Vorarbeiten in [38] und [56] zusammenfassend berichtet. Die meisten der von der Vorarbeitenstelle bearbeiteten Lösungen haben mit dem großen Problem der Sandbewegung an der Westküste Schleswig-Holsteins zu tun, in welchem die Eider ein Teilgebiet ist [1]. Will man aber in einem Teilgebiet zu richtigen Schlüssen kommen, muß man das Ganze zu überschauen trachten. Die Unsicherheit über die Reaktion des „Sandstromes“ auf alle Baumaßnahmen, also das Risiko der Versandung der seeseitigen Stromrinnen vor einem Damm, wird durch keinen Modellversuch und keine Rechnung vollständig geklärt. Die mögliche Versandungsgefahr berührt nicht das Thema des Küstenschutzes, der durch Sandzufuhr sogar verbessert werden kann; dagegen kann sie entscheidend die Vorflut (und den Verkehr) treffen, die zu verbessern der Anlaß des ganzen Vorhabens ist. Daher wird eine brauchbare Lösung im Eidergebiet in einem Kompromiß zwischen den Forderungen des Küstenschutzes und denen nach einer möglichst

sicheren Vorflut, verbunden mit den wirtschaftlich vertretbaren Bedürfnissen des Verkehrs gesehen. Vom Wasserbauer wird hier nicht weniger verlangt, als die Folgewirkung seiner Maßnahmen auf das vorgelagerte Watt mit seinen Rinnen auf Jahrzehnte vorauszu sehen. Um das nur mit einigermaßen Aussicht auf Erfolg tun zu können, bedarf es eingehender Beobachtung und Untersuchung der Naturvorgänge und ihrer Analyse. Somit mußte die Vorarbeitenstelle u. a. alle bisher irgendwie genannten technischen Lösungsvorschläge untersuchen und Vergleichsentwürfe aufstellen. Es sollten hauptsächlich folgende Vorentwürfe bzw. Entwurfgruppen bearbeitet werden:

1. Entwässerung des Eidergebietes durch Schöpfwerke
2. Umbau der Abdämmung Nordfeld in ein Sturmflutsperrwerk
3. Bau einer neuen Abdämmung unterhalb von Nordfeld
  - 3.1 Abdämmung mit Sielentwässerung zur Außeneider
  - 3.2 Abdämmung mit Sielentwässerung in ein anderes Wattstromgebiet (z. B. Hever oder Piep)
4. Vergrößerung der Oberwassermenge der Eider.

Die Bearbeitung der Entwürfe, mit Ausnahme der Entwässerung durch Schöpfwerke, war ohne Modellversuche nicht möglich. Daher wurde sofort nach Beginn der Vorarbeiten ein Tidemodell der Eider (1 : 250 / 1 : 50) mit fester Betonsohle bei der Außenstelle Küste der Bundesanstalt für Wasserbau in Hamburg-Rissen in Auftrag gegeben. Als seewärtige Grenze des Modells war der Linienzug Süderhöft, Linnenplate, Hundeknöll gewählt worden, stromaufwärts reichte das Modell bis Rendsburg (Bild 1). Die Modellversuche sind in [3,1, 3,2, 3,4] behandelt. Zur Frage der Vergrößerung der Oberwassermenge durch Flutpolder im Bereich von Nordfeld oder durch Zuschußwasser aus dem Nord-Ostsee-Kanal wurden Überlegungen angestellt, die aber zu keinen brauchbaren Lösungen führten. Ursprünglich vorgesehene Modellversuche wurden daher zu diesen Fragen nicht ausgeführt. Neben den Modellversuchen wurden auch Tidewellenberechnungen nach dem von Schnoor [41] und Rose [39] beschriebenen Verfahren für einige Fälle ausgeführt [4,1, 4,2]. Da die Versuche mit Abdämmungen zwischen Nordfeld und Tönning keine befriedigenden Ergebnisse brachten, sollten noch Abdämmungen in der Außeneider untersucht werden. Das Modell in Hamburg-Rissen war dafür nicht mehr ausreichend. Es wurde daher beim Franzius-Institut für Grund- und Wasserbau der Technischen Hochschule Hannover ein Modell der Außeneider (1 : 600 / 1 : 100) gebaut, das unmittelbar an ein bereits vorhandenes Modell der Meldorfer Bucht grenzte (Bild 1) und mit diesem zusammen betrieben werden konnte, um auch die gegenseitige Beeinflussung von Baumaßnahmen in der Meldorfer Bucht und in der Außeneider beurteilen zu können [13, 38, 12, 1, 42]. Alle Abdämmungs-

Bild 3. Verlagerung der Eiderrinne von 1784 bis 1964



versuche mit Sielentwässerungen in der Eider ließen eine Verlandung des jeweiligen Außentiefs erwarten, die zu Schwierigkeiten für Vorflut und Schifffahrt führen mußte. Derartige Schwierigkeiten waren nicht zu erwarten, wenn man bei den im Modell untersuchten Abdämmungen keine Sielentwässerung zur Eider, sondern in ein anderes Wattengebiet wählt. Solche Ableitungen in die Hever, das Wesselburener Loch oder die Piep sind aber sehr teuer [38].

Da auch die Modellversuche für die Abdämmungen mit Sielentwässerungen sowohl in der Tideeider als auch in der Außeneider eine Schwächung des Ebbbestromes gegenüber dem Flutstrom im Außentief erwarten ließen, wurden durch weitere Versuche in Hamburg-Rissen Sperrwerke mit der Möglichkeit zur Beeinflussung der Tidebewegung entwickelt [38]. Der Gedanke dazu war aus den günstigen Ergebnissen des Spülbetriebes mit dem Siel Nordfeld entstanden unter Berücksichtigung der schon von Krey [20] angestellten Überlegungen. Die günstigen Ergebnisse der Modellversuche mit einer derartigen Anlage bei Tönning [3,3] führten dazu, auch Abdämmungen mit der Möglichkeit zur Beeinflussung der Tidebewegung weiter stromabwärts zu untersuchen [3,4, 3,5].

Schließlich wurde 1963 der Küstenausschuß gebeten, durch eine besondere Gutachtergruppe die gesamten bisher geleisteten Vorarbeiten zu prüfen und ggfs. Verbesserungen oder Ergänzungen vorzuschlagen. Das Gutachten [21] wurde im April 1964 erstattet. Es bestätigt, daß die Vorarbeiten des Wasser- und Schifffahrtsamtes Tönning erschöpfend gewesen sind und keine weiteren Lösungsvorschläge gemacht werden können. Als sicherste Lösung wird eine Abdämmung in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek angesehen mit gleichzeitiger Ableitung der Eider in die Piep. Das Gutachten bestätigt, daß Abdämmungen mit Sielentwässerung in der Eider nicht als brauchbare Gesamtlösungen des Eiderproblems angesehen werden können. Mangels praktischer Erfahrungen mit Sperrwerken, durch deren Betrieb die Tidebewegung beeinflusst wird, äußerten die Gutachter gewisse Bedenken gegen die Ausführung einer solchen Anlage. Die Anregungen der Gutachter wurden von den zuständigen Verwaltungen sorgfältig geprüft [22]. Es wurden zusätzliche gewässerkundliche Untersuchungen ausgeführt und es wurde durch weitere Modellversuche [3,6] nachgewiesen, daß die günstige Spülwirkung auch bei Anordnung des Sperrwerkes in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek erhalten bleibt.

Um die Räumkraft der heutigen normalen Tidewassermenge wirksam zu erhalten, hat die Vorarbeitenstelle im Juli 1963 den Vorschlag gemacht, das gegenwärtige Eiderästuar als Vorflut- und Verkehrsweg beizubehalten und in den Absperrdamm ein Siel von einer solchen Breite einzubauen, daß die normale Tide frei ein- und austreten kann. Ein einfaches Auslaßsiel würde den Eintritt der Tide in die künftige Binneneider und damit auch jegliche Sandeintreibung von außen her verhindern, aber andererseits würde dann als einzige Kraft zum Ausräumen des vor dem Siel abgelagerten Sandes das Niederschlagswasser der Eider zur Verfügung stehen. Zur Sicherstellung der Vorflut wird mit dem vorgeschlagenen Siel ein wesentlich wirksamerer Spülbetrieb als in Nordfeld durchgeführt werden können. Die durch das Siel einlaufende Flutwassermenge von rd. 36 Mill. m<sup>3</sup> kommt nach etwa 1/2- bis 2stündiger Rückhaltezeit (Aufstau gegenüber dem sinkenden Ebbwasserstand) als verstärkter Ebbestrom zur Wirkung, der die vor dem Damm angelagerten Sandmengen aus der Stromrinne auszuräumen vermag. Die Spülungen mit der gesamten Tidewassermenge lassen auch erwarten, daß der bei Flutstrom in die Tideeider eingetriebene Sand bei Ebbestrom wieder herausgebracht wird und damit eine weitere Versandung der Tideeider unterbleibt [38, 49].

Die Ergebnisse der Modellversuche haben gezeigt, daß durch den Spülstrom die Tide und die Strömung im günstigen Sinne beeinflusst werden, d. h. die Ebbestromgeschwindigkeiten werden verstärkt. Da der Feststofftransport in erster Linie von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig ist und bei einer Vergrößerung dieser Geschwindigkeit auch die Beschleunigung und die Turbulenz vergrößert werden, kann analog auf eine verstärkte Spülkraft und damit Räumkraft zumindest im künftigen Außentief geschlossen werden.

Die Modellversuche zeigten auch, daß bei der Größe der Sielöffnung der Eider Tideniedrigwasserstände erreicht werden, die für die Vorflut der anderen Entwässerungssiele ausreichen. Nach den Versuchsergebnissen soll das MTnw am Pegel Hundeknöll nicht höher eintreten als  $PN + 350 \text{ cm} = NN - 1,50 \text{ m}$  und der angestaute Binnenwasserspiegel am Pegel Nordfeld den Wasserstand von  $PN + 530 \text{ cm} = NN + 0,30 \text{ m}$  nicht überschreiten. Das neue Siel muß bei Sturmflutgefahr schon bei Tnw geschlossen werden. Es steht dann selbst bei hohen Oberwasserabflüssen für mehrere Tiden ausreichender Speicherraum bis zum Binnenwasserstand von  $NN + 2,00 \text{ m} = M\text{Thw} + 0,50 \text{ m}$  zur Verfügung [57, 58]. Außerdem sind in den Überlaufpoldern der Treene und dem umfangreichen Grabensystem der Niederungen Reservespeicherräume vorhanden. Die großen Sielöffnungen gestatten eine Entleerung des Speicherraumes bis zum jeweiligen Tnw, so daß nach einer Sturmflutperiode eine schnelle Entleerung des Speicherraumes möglich ist. Bei hohen Oberwasserzuflüssen und mittleren Tideverhältnissen kann das Siel bei Tnw geschlossen werden, um den Entwässerungssielen an der Tideeider für eine ganze Tide-dauer gute Vorflut zu bieten [38].

Unter Würdigung aller wirtschaftlichen und technischen Gesichtspunkte und unter Berücksichtigung des Gutachtens wurde schließlich von den beiden zuständigen Ministern, dem Bundesminister für Verkehr und dem Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten des Landes Schleswig-Holstein der Entschluß gefaßt, die Eider in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek sturmflutsicher abzdämmen und in dem Damm Siel- und Schiffsschleuse anzuordnen [22]. Hierüber wurde am 3. August 1965 ein Vertrag geschlossen. Die Minister sind der Auffassung, daß dieses Bauwerk den Küstenschutz in bestmöglicher Weise sicherstellt und den Entwässerungsbedürfnissen auf längere Zeit entspricht.

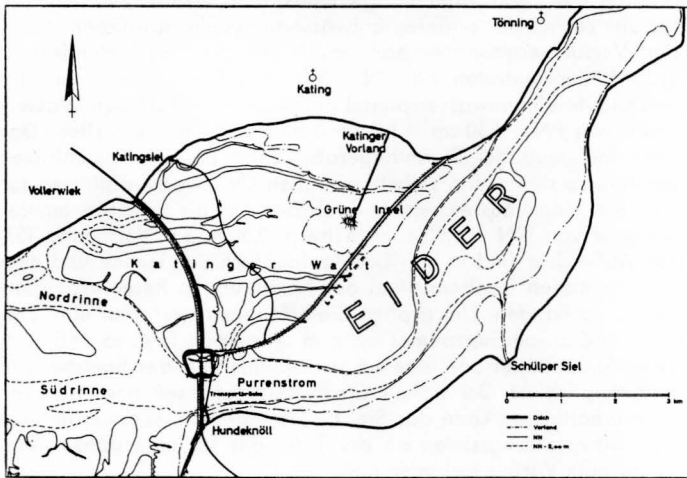
Das Sperrwerk soll so ausgeführt werden, daß mit ihm ein intensiver Spülbetrieb zur Offenhaltung des Außentiefs möglich ist. Eine später evtl. notwendige Ableitung der Eider in die Piep bleibt dabei immer noch denkbar. Das „breite Siel im Eiderdamm wäre dann die einzige vergebliche Anlage gewesen, deren Kosten allein aus dem auf lange Sicht ersparten Mehrbetrag für eine Ableitung zur Piep oder zur Hever voll gerechtfertigt sein würden“ (Lorenzen [22]). Statt einer Ableitung zur Piep oder Hever [17] wäre als späterer Schritt auch eine Schöpfwerkentwässerung an der Abdämmungsstelle nicht ausgeschlossen, wobei dann allerdings auf die durchgehende Schifffahrt von der Eider zur Nordsee verzichtet werden müßte [38]. Keine der für die Behebung der Mißstände im Eidergebiet bearbeiteten Lösungen gewährleistet, daß die Schifffahrt im bisherigen Umfang aufrechterhalten werden kann. Nur die vorgesehene Abdämmung mit der Schiffsschleuse zur Außeneider bietet der Schifffahrt noch die günstigsten Möglichkeiten.

#### 4. Bauplanung und Baubeginn

Nach der grundsätzlichen Entscheidung über die Abdämmung der Eider in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek kam es darauf an, möglichst schnell die Bauplanungen voranzutreiben. Die ersten Planungsarbeiten waren noch von der Vorarbeitenstelle Tönning ausgeführt worden, für die weiteren Planungen und die spätere Bauausführung wurde 1965 das Neubauamt Eiderabdämmung in Heide eingerichtet.

Der etwa 5 km lange Eiderdamm (Bild 4) läßt rund 57 km Seedeiche in die zweite Verteidigungslinie rücken. Nach dem von der Landesregierung Schleswig-Holstein festgesetzten Bestick soll die 3 m breite Krone 8,50 m über NN liegen; das sind 7,0 m über MThw bzw. fast 3,0 m über dem HHTw. Die 1:6 geneigte Außenböschung erhält eine Asphaltbetondecke. Die über der Binnenberme geplante Landesstraße wird als Tunnel durch den Sielträger geführt (Bild 6); sie verkürzt den Verkehrsweg von Dithmarschen nach Eiderstedt erheblich. Das Siel erhält in seiner Funktion als Rückhaltebauwerk und Sturmflutsperrwerk fünf Öffnungen zu je 40 m lichter Weite. Jede Sielöffnung wird mit zwei unabhängig voneinander einzusetzenden Toren, nämlich mit see- und binnenseitigen Segmentverschlüssen ausgestattet sein, die sich gegen einen 40 m freitragenden Spannbetonträger abstützen. Der Schifffahrt dient eine nördlich des Siels geplante Kammerschleuse mit 75 m nutzbarer Länge, 14 m lichter Breite und einer Drempttiefe

Bild 4. Lageplan der Eider von Hundeknöll/Vollerwiek bis Tönning



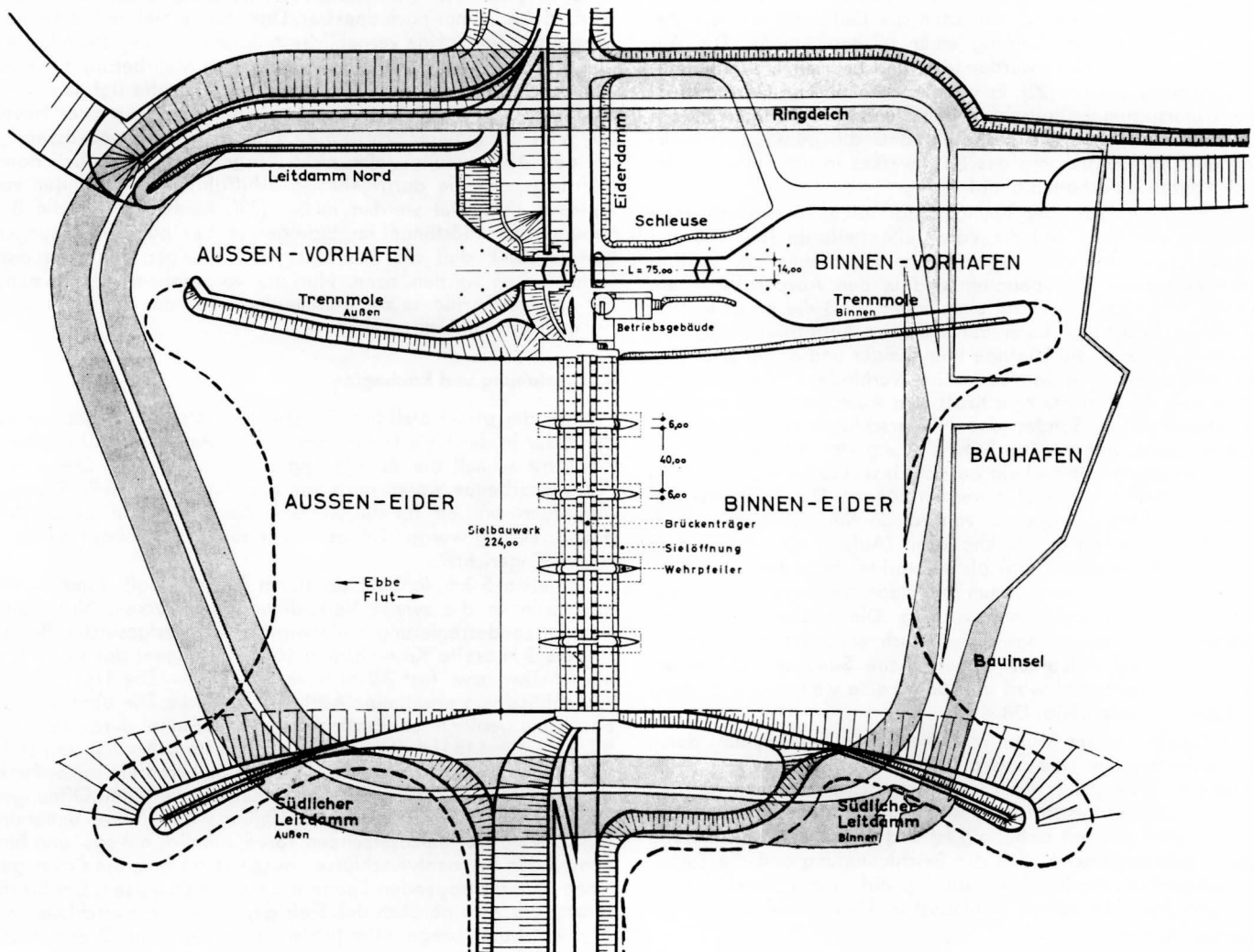
von NN-5,60 m. Auch hier ist durch zwei äußere Fluttorpaare die doppelte Sicherheit gegen Sturmfluten gewährleistet. Der Straßenverkehr wird mit einer Klappbrücke über das Außenhaupt der Schleuse geleitet. Durch einen aus hydraulischen Gründen erforderlichen Leitdamm, werden die „Grüne Insel“ und das Katinger Watt dem Tideeinfluß entzogen. Diese Gebiete werden der Erholung dienen. Das Siel und die Schleuse werden z. Z. in trockener Baugrube auf der Südspitze des Katinger Watts errichtet (Bild 5).

Die bisher genannten Modellversuche hatten eine Lösung des

Eiderproblems im Grundsatz erarbeiten sollen, die weiteren Modellversuche dienten dagegen der Einzelplanung der Abdämmung. Aus bautechnischen Gründen strebte man an, das Sielbauwerk und die Schiffsschleuse in einer Bauinsel auf dem Katinger Watt nördlich der tiefen Eiderrinne zu bauen. Modellversuche [3,7] sollten nachweisen, daß auch bei dieser Lage des Bauwerkes ein Erfolg des Spülbetriebes zu erwarten ist. Weitere Modellversuche in Hamburg-Rissen [3,8] befaßten sich mit den Einzelheiten des Bauablaufes. Außerdem wurden Anordnung und Form von Leitwerken untersucht [3,7, 3,8]. Zur weiteren Einzelplanung des Bauwerkes, der Größe der Öffnungen, Ausbildung der Pfeiler, Kolk-sicherung und Leitdammformen wurden von der Bundesanstalt für Wasserbau in Karlsruhe Versuche in einem Sondermodell mit beweglicher Sohle (1 : 66 2/3) ausgeführt [6]. Die Randwerte für diese Modellversuche lieferte das Tidemodell in Hamburg-Rissen. Zur Bemessung der Bauwerksteile (Segmente und Wehrträger) auf Wellendruck wurden zusätzlich Modellversuche im Windwellenkanal (1 : 25) des Waterloopkundig Laboratorium in De Voorst/Niederlande ausgeführt [59, 5]. Außerdem befaßte sich das Franzius-Institut noch mit Druckschlaguntersuchungen für den Wehrträger des Eidersieles [12,2]. Über die Versuche in Karlsruhe berichtet Dietz in [8, 9].

Neben den für die Bauausführung erforderlichen Modellversuchen mußten Naturuntersuchungen durchgeführt werden. In geologischen [40] und baugrundtechnischen Gutachten der Fachgruppen Geologie und Erd- und Grundbau der Außenstelle Küste der Bundesanstalt für Wasserbau wurde zu der Dammatrasse, der Gestaltung des Dammes und der Gründung des Bauwerkes Stellung genommen. Alle diese Arbeiten waren Grundlage für die Entwurfsbearbeitung durch das Neubauamt Eiderabdämmung in Heide und die mit der Bauausführung beauftragte

Bild 5. Siel- und Schleusenanlage (Im Grauton Bauinsel mit Ringdeich und Bauhaf)en)





Firmen-Arbeitsgemeinschaft. Am 29. März 1967 wurde mit dem Bau offiziell begonnen.

Träger der Baumaßnahme ist das Land Schleswig-Holstein. Planung und Bau führt die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung der Bundesrepublik Deutschland, Neubauamt Eiderabdämmung Heide unter Mitwirkung des Wasser- und Schifffahrtsamtes Tönning und des Marschenbauamtes Heide durch. Die Bauausführung liegt in der Hand mehrerer Arbeitsgemeinschaften und Einzelunternehmen. Während der Bauausführung wird versucht, einige Annahmen über Wellen- und Eisdruckbeanspruchungen, den Innendruck auf die undurchlässige Abdeckung der Außenböschung des Dammes und die Verteilung der Lasten des Sperrbauwerkes auf den Untergrund durch Naturmessungen zu erhärten. Die im Modell ermittelten Wellendrücke auf Einzelteile des Sielbauwerkes sollen durch Messungen in Anlehnung an die für die Deichsicherheit gewählte Bauwerkssicherheit überprüft werden. Hierfür sind in vertikaler und horizontaler Richtung Meßstellen in großer Zahl vorgesehen. Um so frühzeitig wie möglich Unterlagen über den Wellendruck und seine Auswirkungen zu erhalten und die Druckmeßgeber auf ihre Eignung bei Dauereinsatz im Seegebiet zu testen, werden an einem Pfahljoch der Transportbrücke zur Bauinsel der „Eiderabdämmung“ Wellendruckmessungen durchgeführt. Ebenso sind hier in Zusammenarbeit mit dem Franzius-Institut der Technischen Universität Hannover und der Bundesanstalt für Wasserbau Karlsruhe, die ersten Eisdruckmessungen und -beobachtungen (Eisbildung, Eisfestigkeit usw.) angelaufen. Um den Flächeneisdruck zu erfassen, ist eine Eisdruckmeßanlage ( $\phi$  1,20 m) an einem Dalben montiert, der gegen ein Brückenjoch abgestützt ist. Eine weitere Druckmeßvorrichtung besteht aus einem Druckschild mit 56 Druckgebern und einem elektronisch gesteuerten Empfangsgerät. Bisher wurden im stärksten Eisgang Eisdrücke von  $p = 20 \text{ kp/cm}^2$  gemessen.

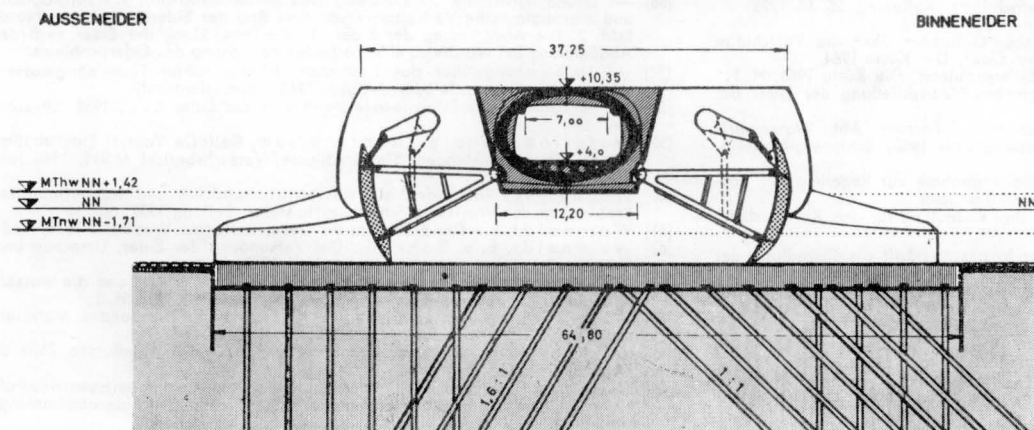
Neben den vorgenannten Messungen laufen umfangreiche hydrologische und morphologische Untersuchungen des Wasser- und Schifffahrtsamtes Tönning im Eiderästuar, um die Veränderungen vor und während der Bauzeit und später die Auswirkungen der neuen Eiderabdämmung erkennen und beurteilen zu können. Hierbei bedient man sich neben den herkömmlichen Geräten für Wasserstands-, Strömungs-, Wellen- und Feststoffmessungen modernster Meßgeräte wie z. B.

für die Lotung das elektroakustische Verfahren mit Hilfe von Ultraschall-Echographen

für die Ortung die elektronischen Streckenmeßverfahren, wobei die elektromagnetischen Wellen, d. h. die Wellen des unsichtbaren Bereiches, in der geodätischen Meßtechnik Anwendung finden und

im Rahmen der Luftbildmessung das „Wasserlinienverfahren“, wobei die wesentliche Eigentümlichkeit eines Watters der Wechsel von Trockenfallen und Überstauen im Rhythmus der Gezeiten ausgenutzt wird; die von einem Luftbildflugzeug in Zeitabständen von 10 bis 20 Minuten wiederholten Aufnahmen zeigen die Konturen des jeweiligen Wasserstandes und geben damit ein Formlinienbild des Geländes.

Bild 6. Querschnitt des Sieles und des durch den Sielträger führenden Straßentunnels



Die beiden letztgenannten Verfahren und ihre Anwendung im Eideraum sind in [45] und [48] eingehend beschrieben. Über die Ausbildung des Bauwerkes und seine Funktion wird in [28; 46, 47, 49, 24] berichtet, Einzelheiten über die Bauausführungen sind bisher in [66] und [24] kurz mitgeteilt worden.

## 5. Schlußbetrachtungen

Der vorliegende Aufsatz sollte in chronologischer Reihenfolge einen Überblick über die Vorgeschichte der neuen Eiderabdämmung und die Vorarbeiten geben. Auf eine Schilderung von Einzelheiten und eine kritische Wertung sowie auf eine Wiedergabe von Graphiken wurde weitgehend verzichtet; dazu wird auf die umfangreiche Literatur verwiesen. Am Beginn der Vorarbeiten für die neue Eiderabdämmung stand die Absicht, Vorflut und Schiffbarkeit der Eider, die durch die Folgen der Abdämmung bei Nordfeld stark beeinträchtigt worden waren, wieder zu verbessern oder doch wenigstens deren weitere Verschlechterung zu verhindern. Bei allen Überlegungen wurde stets dem Sturmflutschutz Rechnung getragen. Der Gedanke des Küstenschutzes ist nach der Katastrophensturmflut vom Februar 1962 stärker in den Vordergrund gerückt worden [51].

Die neue Eiderabdämmung in der Linie Hundeknöll-Vollerwiek wird den Küstenschutz auf jeden Fall wesentlich verbessern. Große Kosten für eine sonst notwendige Verstärkung der Deiche der Tideeider werden durch sie erspart [38]. Wenn darüber hinaus weitere Verschlechterungen der Vorflut und der Schiffbarkeit der Tideeider verhindert werden sollen, muß mit dem Sperrwerk ein intensiver Spülbetrieb ausgeführt werden. Vor allem in der ersten Zeit nach der Fertigstellung der Abdämmung sollte der Spülbetrieb besonders intensiv sein, um seine Wirkungen und Grenzen erkennen zu können. „Die Erfahrungen mit dem Spülbetrieb bei der Abdämmung Nordfeld haben gezeigt, daß durch intensive Spülungen starken Versandungstendenzen entgegen gewirkt werden kann. Auch zur Offenhaltung des Außentiefs für eine gute Vorflut und für den Schiffsverkehr muß ein regelmäßiger Spülbetrieb durchgeführt werden“; (MELF, Kiel [24]). Es läßt sich nicht mit Sicherheit sagen, daß der Spülbetrieb ausreichen wird, um günstige Vorflut und Schiffbarkeit der Tideeider auf die Dauer zu gewährleisten. Alle Natur- und Modellversuche konnten lediglich Hinweise geben, aber nicht jedes Risiko ausschließen [22, 38]. Folgemaßnahmen können möglich werden. Als solche Folgemaßnahmen sind denkbar die Ableitung der Eider in die Piep oder Hever oder – wenn man auf eine durchgehende Schifffahrt verzichtet – die Schöpfwerksentwässerung an der Abdämmung. Je intensiver der Spülbetrieb gestaltet werden kann, um so größer ist die Wahrscheinlichkeit, daß Folgemaßnahmen nicht oder nur in sehr ferner Zukunft notwendig werden. Um die eventuelle Notwendigkeit von Folgemaßnahmen und gewisser Korrekturen des Betriebes rechtzeitig zu erkennen, müssen gewässerkundliche Untersuchungen auch nach Fertigstellung der neuen Eiderabdämmung solange weitergeführt werden, bis klar zu erkennen ist, daß keine nachteiligen Veränderungen mehr zu erwarten sind. Hierzu wird man sich modernster Meßmethoden bedienen und die Untersuchungen auf das gesamte Wattenmeer vor der Dithmarscher und Eiderstedter Küste ausdehnen müssen. Die Betriebserfahrungen mit dem Eidersiel werden zeigen, wie Spülbetrieb und Sielentwässerung zweckmäßig zu kombinieren sind. Als Unbekannte aber bleibt die Entwicklung des Wattenmeeres im Eiderästuar bestehen.

Anschriften der Verfasser: Regierungsdirektor Dipl.-Ing. Josef Sindern, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Kiel, 23 Kiel-Wik, Hindenburgufer 247 und Regierungsbauinspektor Hans Rhode, Bundesanstalt für Wasserbau – Außenstelle Küste – 2 Hamburg 13, Moorweidenstraße 14

## Schrifttum

- [1] Bahr: Die Entwicklung des Küstenvorfeldes zwischen Hever und Elbe seit dem Ende des 16. Jahrhunderts, 1963 (unveröffentlicht)
- [2] Bundesanstalt für Wasserbau — Außenstelle Seebau —: Modellversuche für die untere Eider, Spülversuche mit und ohne Regulierung, 1953 (unveröffentlicht)
- [3] Bundesanstalt für Wasserbau — Außenstelle Küste —: Unveröffentlichte Berichte über Modellversuche  
1. Zwischenbericht über die Versuche für die Abdämmung der Eider unterhalb von Nordfeld; März 1962  
2. Versuche für die Abdämmung der Eider unterhalb von Nordfeld bei Sturmflut; Juli 1962  
3. Versuche mit einer Tidesteuerungsanlage; Juli 1962  
4. Versuche für verschiedene Zustände der Eider nach Beseitigung der Abdämmung Nordfeld; Versuche mit Tidesteuerungsanlage im Beltzustand IV; April 1963  
5. Versuche mit Sturmflutsperrwerk T3; November 1963  
6. Versuche für die Abdämmung Hundeknöll-Vollerwiek mit Sielbauwerk T4; März 1966  
7. Versuche für die Abdämmung Hundeknöll-Vollerwiek mit Sielbauwerken T5 und T6; Teil A, September 1967  
8. Versuche für die Abdämmung Hundeknöll-Vollerwiek mit verschiedenen Bauzuständen; Teil B, September 1968
- [4] Bundesanstalt für Wasserbau — Außenstelle Küste —: Tiderechnung für die Eider; (unveröffentlicht)  
1. Vollabdämmung unterhalb Nordfeld; Februar 1962  
2. Regelquerschnitt III; April 1963
- [5] Bundesanstalt für Wasserbau: Stellungnahme zu dem Versuchsbericht M 915 des Waterloopkundig Laboratoriums, Delft (59), 1968 (unveröffentlicht)
- [6] —: Untersuchungen mit beweglicher Sohle, April/Mai/Juli 1968 (unveröffentlicht)
- [7] —: Das Tideregime der Eider und die Abdämmung der Eider bei Hundeknöll-Vollerwiek. Bericht über Modellversuche aus den Jahren 1960 bis 1968 (unveröffentlicht)
- [8] Dietz, J. W.: Kolkbildung in feinen oder leichten Sohlmaterialien bei strömendem Abfluß. Diss. Universität Karlsruhe, 1968
- [9] —: Kolksicherung durch Befestigungsstrecken für das Eidersiel. Mitt.-Blatt Bundesanstalt für Wasserbau, Nr. 29, 1969
- [10] Dittmer, E.: Neue Beobachtungen und kritische Bemerkungen zur Frage der Küstensenkung. Die Küste, 1960
- [11] Fischer, O.: Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste. III. Teil Das Festland, Bd. 3 Eiderstedt, 1956, S. 54—71, Bd. 4 Stapelholm und Eiderniederung, 1958, S. 1—268, Bd. 5 Dithmarschen, 1957, S. 128 bis 150, Bd. 7 Hydrographie des Küstengebietes, 1955, S. 108—207
- [12] Franzius-Institut: 1. Modellversuche für die Außeneider, Berichte 1, 2 und 3, 1964 und 1965  
2. Drukkschlaguntersuchungen für den Wehrträger des Eidersieles, 1967 (unveröffentlicht)
- [13] —: Modellversuche für den Speicherkoog Dithmarschen, 1965 (unveröffentlicht)
- [14] Fülischer: Der Bau des Kaiser-Wilhelm-Kanals, Berlin 1898
- [15] Iversen, I.: Landwirtschaftliche Planung und betriebswirtschaftliche Neuordnung im Eidergebiet, Westküste 1938, H. 3
- [16] Jessen, W.: Chronik der Landschaft Stapelholm, Rendsburg 1950
- [17] Kambeck, W.: Die Eider-Lösung. Studie zur Abdämmung in der Linie Vollerwiek-Hundeknöll, Nordfriesland, 1965, Nr. 1
- [18] Kiehn, Fr.: Die alten Verbände im Eidergebiet und der Eiderverband, Westküste 1938, H. 3
- [19] König, D.: Einige ökologische Bemerkungen über das Eiderwatt. Deutsche Gewässerkundliche Mitteilungen 1957, H. 4/5
- [20] Krey, H.: Die Eiderabdämmung. Gutachtliche Äußerung 25. 10. 1926 (unveröffentlicht)
- [21] Küstenausschuß Nord- und Ostsee: Gutachten über die Vorschläge zur Behebung der Schwierigkeiten in der Eider, Die Küste 1964
- [22] Lorenzen, J. M.: Zur Lösung des Eiderproblems, Die Küste 1966, H. 1
- [23] Manssdorf: Gutachten zu dem Vorentwurf Abschließung der Eider bei Tönning. 25. 1. 1924 (unveröffentlicht)
- [24] Minister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten, Abt. Wasserwirtschaft, Kiel: Jahresbericht der Wasserwirtschaft 1968, Schleswig-Holstein, Wasser und Boden 1969, H. 6—7
- [25] Petersen, M.: Gewässerkundliche Stellungnahme zur Regelung der Vorflut im Eidergebiet vom 24. 8. 1956 (unveröffentlicht)
- [26] —: Die topographische Wattkarte und ihre Bedeutung für den Küstenschutz, Die Wasserwirtschaft 1959, H. 3
- [27] Petersen, M. und König, D.: Der Wasserhaushalt als Grundlage der wasserwirtschaftlichen Arbeiten. Wasser und Boden 1966, H. 10
- [28] Petersen, M.: Der Eiderdamm Hundeknöll-Vollerwiek als Folge künstlicher Eingriffe in den Wasserhaushalt eines Tidelflusses. Materialsammlung der Agrarsozialen Gesellschaft e. V., Nr. 62, Kiel 1967
- [29] Plate, L. und Schmidt: Gutachten in Sachen Rohwer und Genossen gegen Deutsches Reich, 1932 (unveröffentlicht)
- [30] Preußische Versuchsanstalt für Wasser-, Erd- und Schiffbau: Modellversuche für die Abdämmung der Eider bei Nordfeld 1936 (unveröffentlicht)
- [31] Ramming, H. G.: Gezeiten und Gezeitenströme in der Eider. Mitt. d. Inst. für Meereskunde der Univ. Hamburg, Nr. 1, 1962
- [32] Rodloff, W.: 1. Über Wattwasserläufe. Mitt. d. Franzius-Inst. der TH Hannover, H. 33  
2. Über die Morphologie einiger Wattgebiete der schleswig-holsteinischen Westküste. Die Küste (im Druck)
- [33] Rohde, H.: Die Kornzusammensetzung der Wattsande zwischen Elbe und Eider. Die Wasserwirtschaft 1963, H. 1
- [34] Rohde, H. und Timon, A.: Die Versandung der Eider. Weiterführung der Untersuchungen und künstlicher Spülbetrieb. Die Wasserwirtschaft 1963, H. 6 und 8
- [35] Rohde, H.: Die Häufigkeit hoher Wasserstände an der Westküste von Schleswig-Holstein. Die Küste 1964
- [36] —: Nachrichten über Sturmfluten früherer Jahrhunderte nach Aufzeichnungen Tönninger Organisten. Die Küste 1964
- [37] —: Die Veränderung der hydrografischen Verhältnisse des Eidergebietes durch künstliche Eingriffe. Deutsche Gewässerkundl. Mitt. 1965, Sonderheft
- [38] Rohde, H. und Timon, A.: Die Vorarbeiten zur Lösung des Eiderproblems. Die Wasserwirtschaft 1967, H. 5
- [39] Rose, D.: Über die quantitative Ermittlung der Gezeiten und Gezeitenströme in Flachwassergebieten mit dem Differenzenverfahren. Mitt. d. Franzius-Inst. d. TH Hannover, H. 18, 1960
- [40] Ruck, K. W.: Ein geologisches Profil durch die Eidermündung. Meyniana, Mitt. d. Inst. für Geologie der Univ. Kiel, 1969
- [41] Schnoor, E.: Anwendung des Differenzenverfahrens bei der Tidewellenberechnung in den von den Gezeiten beeinflussten Flüssen. Der Bauingenieur 1959, H. 6
- [42] Schwarze, H.: Modellversuche zur Ermittlung der Einflüsse von baulichen Maßnahmen im Tidegebiet auf die Tide. Mitt. d. Franzius-Inst. für Grund- und Wasserbau der TH Hannover 1966, H. 27
- [43] Sondern, J.: Die Eider, ein Sorgenkind seit eh und je. Heimatkalender Nordfriesland, 1958
- [44] —: Die hydrologischen und morphologischen Aufgaben im Küstenraum, dargestellt an den Aufgaben der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Kiel. Mitt. d. Franzius-Inst. für Grund- und Wasserbau der TH Hannover, 1966, H. 27
- [45] Sondern, J. und Kathage, F.: Das Wasserlinienverfahren/Serien-Einzelbildmessung — eine neue Art der Wattvermessung. Deutsche Gewässerkundl. Mitt. 1966, H. 6
- [46] Sondern, J.: Die neue Eiderabdämmung. Heimatkalender Nordfriesland 1967
- [47] —: Die Eider, Sorgenkind unseres Landes Schleswig-Holstein 1968, H. 1
- [48] Sondern, J. und Kathage, F.: Das Decca/Hi-Fix-System im Dienste der Küstenvermessung, Aufbau und Betrieb der Hi-Fix-Eiderkette. Allgemeine Vermessungsnachrichten 1968, H. 4
- [49] Sondern, J.: Die Eider und ihre Probleme. Wasser-Jahrbuch 1969
- [50] Suhr, H.: Der Eideraum — Geschichtliche Entwicklung und heutige Verhältnisse. Informationsdienst der Landesreg. Schleswig-Holstein 1959, H. 8
- [51] —: Generalplan: Deichverstärkung, Deichverkürzung und Küstenschutz in Schleswig-Holstein vom 20. 12. 63, Wasser und Boden 1964, H. 8
- [52] Vinck, Fr.: Über die Erfassung des Sinkstoff-Transportes in Tideflüssen. Die Wasserwirtschaft 1952, H. 1
- [53] Wasserbauamt Tönning: Bericht über die durch das Wasserbauamt Tönning ausgeführten Vorarbeiten zum Entwurf für die Eiderabdämmung 1926 (unveröffentlicht)
- [54] Wasser- und Schifffahrtsamt Tönning: Die Versandung der Eider, Ursachen und Gegenmaßnahmen Teil 1—4 und Sonderhefte 1952/53 (unveröffentlicht)
- [55] —: Erkenntnisse aus der Untersuchung und dem künstlichen Spülbetrieb für die Eider, 1957 (unveröffentlicht)
- [56] —: Grundlagenstudie „Die Eider“, 1963 (unveröffentlicht). 1. Hydrologische und morphologische Verhältnisse vor dem Bau der Eiderabdämmung Nordfeld. 2. Die Abdämmung der Eider. 3. Die Entwicklung der Eider nach der Abdämmung bei Nordfeld. 4. Vorarbeiten zur Lösung des Eiderproblems
- [57] —: Untersuchung über das Zusammenreffen erhöhter Tideniedrigwasserstände mit stärkeren Niederschlägen, 1963 (unveröffentlicht)
- [58] —: Berechnung des Binnenwasserstandes in der Eider . . . , 1968 (unveröffentlicht)
- [59] Waterloopkundig Laboratorium, Delft/De Voorst: Eiderabdämmung, Wellenbelastungen, Sielverschlüsse. Versuchsbericht M 915, 1968 (unveröffentlicht)
- [60] Wegner, H.: Die Eider, ein wasserwirtschaftliches und wasserbauliches Problem an der Westküste Schleswig-Holsteins. Bulletin 1959, Nr. 34
- [61] Weinnoldt, E.: Der Eiderplan als Gesamtaufgabe. Westküste 1938, H. 3
- [62] Weinnoldt, E. u. Bahr, M.: Die Versandung der Eider, Ursachen und Gegenmaßnahmen. Die Wasserwirtschaft 1952, H. 8
- [63] Weinnoldt, E. u. Kiehn, H.: Die Eiderabdämmung und die wasserwirtschaftlichen Maßnahmen im Eidergebiet. Westküste 1938, H. 3
- [64] Witt, K. H.: Die Wasserwirtschaft im Gebiet des Eiderverbandes. Materialsammlung der Agrarsozialen Gesellschaft Nr. 62, Kiel 1967
- [65] Wittmer, H. G.: Tideänderungen durch Einbauten in Tideflüssen. Mitt. d. Franzius-Inst. Nr. 13, 1958
- [66] Eiderdamm (1967 und 1969, herausgegeben von der Arbeitsgemeinschaft Eiderabdämmung in Zusammenarbeit mit dem Neubauamt Eiderabdämmung, Heide)