

Planung und Ausführung von Deicherhöhungen und Flußabdämmungen im Lande Bremen*)

Von Günther Traeger

Inhalt

I. Einleitung	108
II. Zwifache Gefährdung Bremens durch Sturmfluten der Nordsee und Hochwasser der Weser und ihrer Nebenflüsse	109
III. Überlegungen auf Grund der Holland-Sturmflut am 1. Februar 1953	111
IV. Sicherungen im Bremerhavener Raum	111
1. Allgemeine Betrachtungen	111
2. Modellversuche für die Sperrwerke in der Geeste	113
3. Ausbildung der Bauwerke	115
V. Sicherungen im Unterweserraum	118
1. Allgemeine Betrachtungen	118
2. Ergebnisse der Modellversuche	119
3. Schwierigkeiten bei Deicherhöhungen im Raum Lesum/Wümme	121
4. Plan Lesum-Sperrwerk	122
5. Weitere Abschleusungen	122
VI. Zusammenarbeit von Bund und Ländern	123

I. Einleitung

Von den Problemen, die der Küstenausschuß Nord- und Ostsee in den letzten Jahren untersucht und einer Klärung zugeführt hat, kommt aus der Sicht der bremischen Wasserwirtschaftsverwaltung der Frage nach den an den deutschen Nordseeküsten zu erwartenden Sturmflutwasserständen¹⁾ und nach dem hier erforderlichen Deichbestick eine besondere Bedeutung zu. Im Lande Bremen konnte man auf diesen Untersuchungen aufbauen, die notwendigen Folgerungen ziehen und die Maßnahmen in die Wege leiten, die zum Schutze der Bevölkerung und ihrer Wohn- und Arbeitsstätten nach den jetzigen Erkenntnissen unerlässlich sind.

Auf bremischem Gebiet befinden sich rund 150 km Deiche, davon etwa 88 km See-, Strom- und Flußdeiche unter dem Tideeinfluß der Nordsee, bei denen Maßnahmen zur Erhöhung zu treffen sind.

Beide Städte, Bremen und Bremerhaven, mit ihren Hafenanlagen und Industrien und dem größten Teil ihrer Wohngebiete sind auf Deichschutz angewiesen, da die Geländeoberfläche größtenteils zwischen NN + 1,0 m und + 3,0 m liegt und mit folgenden Wasserständen in der Weser gerechnet werden muß:

In Bremen: MThw (1941/50) NN + 2,22 m, HHThw (errechnet) an der Großen Weserbrücke künftig etwa NN + 6,0 bis + 6,5 m.

In Bremerhaven: MThw (1941/50) NN + 1,61 m, HHThw (errechnet) NN + 5,50 m.

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

¹⁾ Unter „Sturmflut“ wird in diesem Aufsatz ein Windstau von mehr als 1,75 m über MThw und unter „Windflut“ ein Windstau von 1,00 bis 1,75 m über MThw verstanden, vgl. LÜDERS, K.: Kleines Küstenlexikon. Bremen 1958.

II. Zwiefache Gefährdung Bremens durch Sturmfluten der Nordsee und Hochwasser der Weser und ihrer Nebenflüsse

Fragen wir uns, welche Teile von Bremen-Stadt nicht durch Sturmfluten von der See her und Hochwasser vom Oberlauf der Weser und ihrer Nebenflüsse gefährdet sind, so finden wir nur den hohen Geesthang in Bremen-Nord mit den Ortsteilen Lesum, St. Magnus, Vegesack, Blumenthal und den Bereich der Düne im alten Stadtkern von Bremen. Das sind flächenmäßig nur etwa 15 % des Gesamtgebiets.

Für das Gebiet zwischen Lesum, Wümme und Ochtum zeigt eine alte Überschwemmungskarte von 1881 (Abb. 2) recht anschaulich, welche Flächen in den Jahren 1880 und 1881 überflutet wurden und auch heute als gefährdet angesehen werden müssen. Die Überschwemmungskatastrophe des Jahres 1880 entstand für den Bereich des rechten Weserufer aus einem Wümmehochwasser, das einen großen Deichbruch im Niederblockland verursachte und in Verbindung

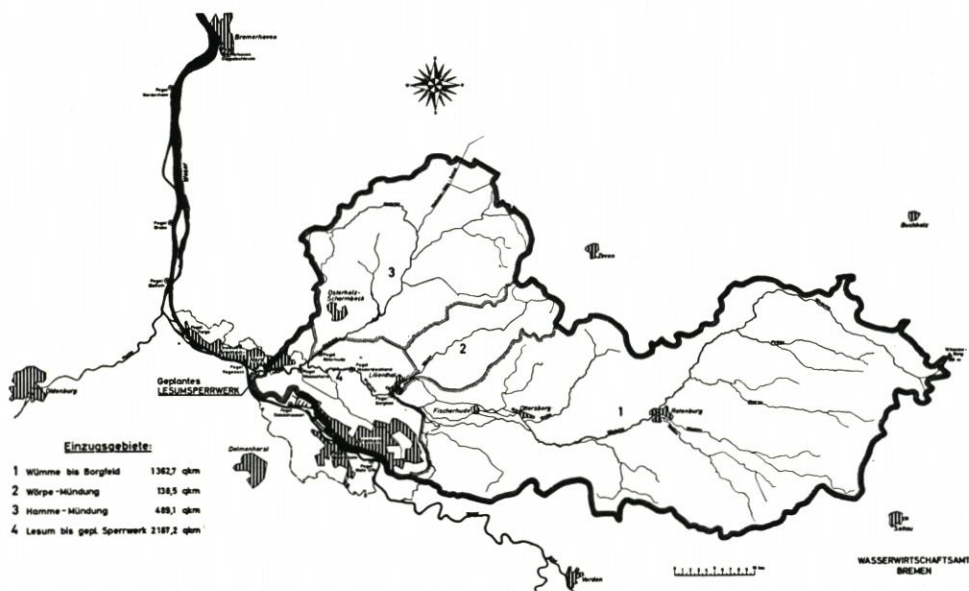


Abb. 1. Übersichtskarte der Unterweser und des Einzugsgebietes der Lesum

mit ungünstigen Tiden zu einer monatelangen Überschwemmung führte, und für den Bereich des linken Weserufer 1881 aus einem Weserhochwasser, das bei Thedinghausen die Deiche überflutete und zu einer Überschwemmung der gesamten Ochtumniederung bis an die Tore von Bremen führte.

Für das Gebiet von Bremen-Stadt sind also nicht nur die Weser, sondern auch die Nebenflüsse Lesum, Wümme und Ochtum als mögliche Ausgangspunkte für Überschwemmungskatastrophen anzusehen, wobei für den Bremer Raum erschwerend ist, daß hier Sturmfluten und Hochwasser der Weser im Falle eines Zusammentreffens besonders hohe Wasserstände verursachen können.

Auch für das Gebiet von Bremerhaven wissen wir von zahlreichen Überschwemmungen bis in die jüngste Zeit hinein. Hier werden regelmäßig die Deiche der Geeste überströmt und weite Flächen der Geestniederung unter Wasser gesetzt, wenn die Sturmfluten der Nordsee ihren Weg über die Außenweser in die Geeste, die das Stadtgebiet durchschneidet, nehmen.

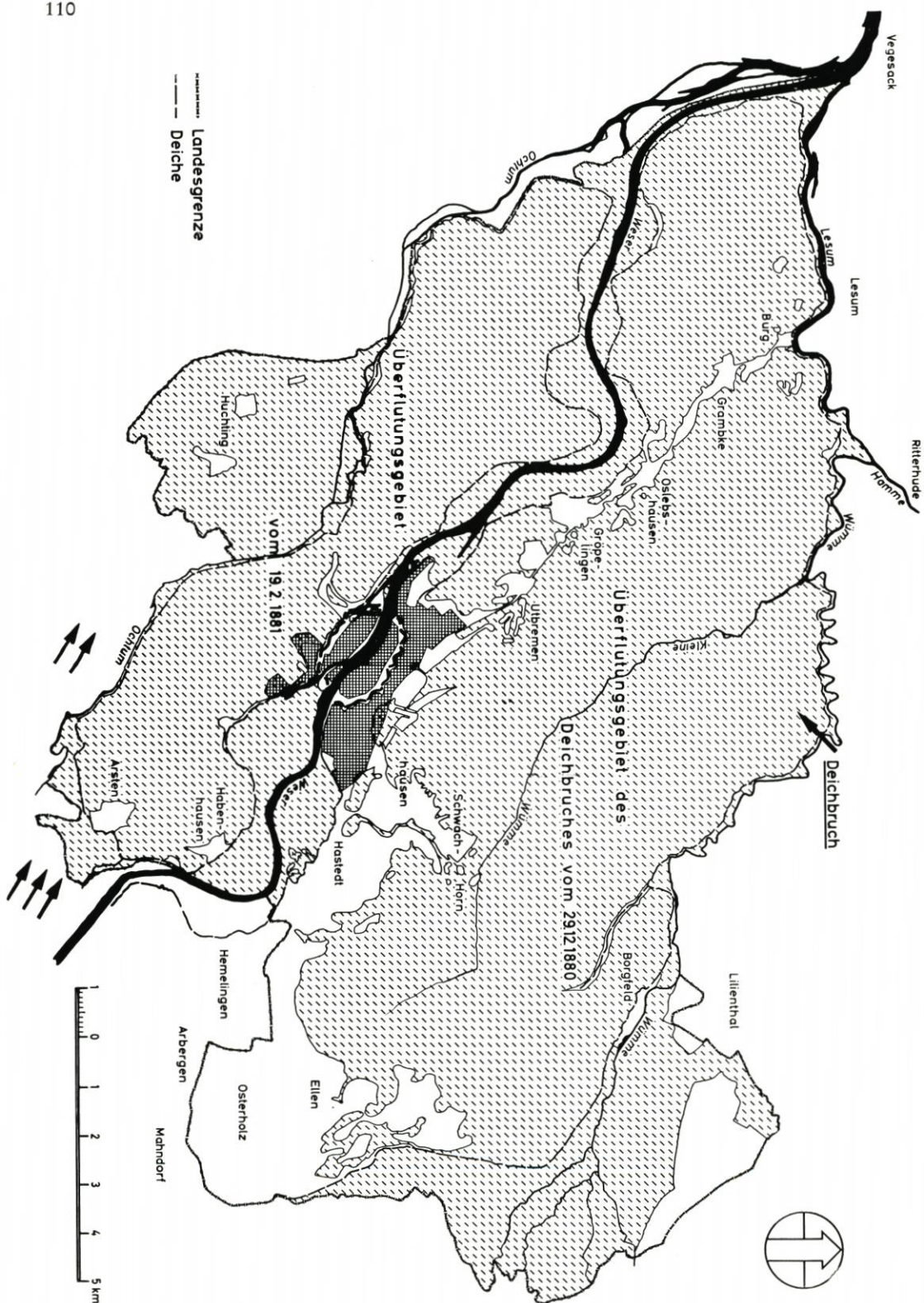


Abb. 2. Das Überflutungsgebiet der Katastrophenjahre 1880/81 im Bereich der Freien Hansestadt Bremen

Im Gegensatz zu den Bewohnern von Bremerhaven, wo die Geestedeiche stets Sorgen bereiteten und wo nach dem 1. Weltkrieg wiederholt Pläne zur Abschleusung der Geeste erörtert wurden, fühlte sich die Bevölkerung der Stadt Bremen nach den umfangreichen Deicherhöhungen, die Ende des vorigen Jahrhunderts nach den Katastrophenjahren von 1880/81 durchgeführt wurden, einigermaßen sicher, zumal auch der Ausbau der Unterweser durch Vertiefung und Verbreiterung des Flußbettes und Beseitigung gefährlicher Stromkrümmungen die Gefahr von Eisversetzungen und damit des Aufstaus des Frühjahrhochwassers stark vermindert hatte.

III. Überlegungen auf Grund der Holland-Sturmflut am 1. Februar 1953

Um so mehr mußte die Holland-Katastrophe vom 1. Februar 1953 erschrecken und die Meldung, daß dort mancherorts Sturmflutwasserstände beobachtet worden seien, die 0,50 bis 0,70 m über den höchsten bisher bekannten Wasserständen gelegen hätten. Umgehend angestellte Überlegungen führten zu der Schlußfolgerung, daß nach den neu gewonnenen Erkenntnissen sowohl in Bremerhaven als auch in Bremen mit dem Auftreten höherer Sturmflutwasserstände, als bisher angenommen, gerechnet werden müsse. Bei diesen Überlegungen fanden die vom Küstenausschuß herausgestellten, für das Auflaufen der Sturmfluten maßgeblichen Faktoren gebührende Berücksichtigung:

- a) Art des Sturmtiefs, verschieden hinsichtlich Tiefe, Ausdehnung, Fortpflanzungsgeschwindigkeit und Zugbahn; davon abhängig Windstärke, Sturmdauer und Windrichtung,
- b) Zeitpunkt des Auftretens des Sturmes bezüglich des Zusammentreffens mit einer Springtide oder Nipptide,
- c) Zeitpunkt des größten Sturmeffektes (Windstau z. Z. des astronomischen Niedrig- oder Hochwassers),
- d) säkulare Verschiebung des Höhenunterschiedes zwischen Meeresspiegel und Küste,
- e) Menge des Oberwassers der Weser und ihrer Nebenflüsse.

Für den Bereich Bremerhaven konnte zwischen den daran interessierten Verwaltungen verhältnismäßig schnell eine Einmütigkeit dahin erzielt werden, daß hier künftig allen Planungen ein Sturmflutwasserstand von NN + 5,50 m zugrunde gelegt werden soll anstelle von bisher NN + 5,04 m, dem Höchstwasserstand der Sturmflut von 1825.

Für die Unterweser bis Bremen mußte hingegen infolge ihres Ausbaues für die Schifffahrt und infolge landeskultureller Maßnahmen, z. B. Bedeichung und Abdämmungen in den ständig überschwemmungsgefährdeten Niederungsgebieten, mit Veränderungen schwerwiegender Art nicht nur gegenüber den Verhältnissen von 1825, sondern auch gegenüber den Verhältnissen von 1906²⁾ gerechnet werden. In dieser Erkenntnis faßten die Wasserwirtschaftsverwaltungen der Länder Niedersachsen und Bremen und die Bundeswasser- und -schifffahrtsverwaltung den Entschluß, sich durch einen großzügigen Modellversuch für die Unterweser von Bremerhaven bis Bremen und für ihre Nebenflüsse über die jetzt bestehende Sturmflut- und Hochwassergefährdung Klarheit zu verschaffen.

IV. Sicherungen im Bremerhavener Raum

1. Allgemeine Betrachtungen

Im Raum Bremerhaven hingegen konnte umgehend die Abschleusung der Geeste eingeleitet werden. Diese zeichnet sich vor den übrigen dort notwendigen Baumaßnahmen, und zwar Ufersicherungsarbeiten und Deicherhöhungen an der Außen- und Unterweser und in der

²⁾ HThw am Pegel Bremerhaven am 13. 3. 1906 : NN + 4,83 m.

Geestemündung, durch ihre Größe und Bedeutung aus. Sie bringt neben dem Schutz gegen Sturmfluten für die Geestenniederung gleichzeitig auch Vorflutverbesserungen.

Die Geeste durchfließt oberhalb Bremerhavens ein mehrere 1000 ha großes, entwässerungsbedürftiges Niederungsgebiet, dessen größter Teil von Mooren bedeckt ist, die eine Mächtigkeit von 4 bis 5 m haben.

Am niedrigsten liegt das Gebiet um den Altluneberger See, etwa 23 km von der Geestemündung entfernt, und zwar auf NN. Weiter nach der Küste zu hat sich das Gelände infolge des bei Überflutung stärker auftretenden Schlickfalles auf etwa $NN + 2,0$ m aufgehöhht.

Die Gezeiten der Nordsee

MThw (1941/50) bei Bremerhaven = $NN + 1,61$ m, MTnw (1941/50) = $NN - 1,79$ m beeinflussen die Vorflut im Unterlauf der Geeste auf einer Strecke von etwa 28 km.

Als erste größere Meliorationsmaßnahme wurde gegen Ende des 19. Jahrhunderts ein Sperrwerk, bekannt als Schiffdorfer Schleuse (Abb. 3), 9 km oberhalb der Mündung errichtet und durch Anlegung von sechs Durchstichen in der Geeste eine Verkürzung des Geestelaufes um etwa 7 km und damit eine Verbesserung des Abflusses erreicht. Das Sperrwerk erhielt drei Öffnungen von je 8 m lichter Weite, die durch Stemmtore geschlossen werden. Es sollten zunächst nur die höher auflaufenden Sommerfluten abgehalten werden, die zur Unzeit die Geestenniederung zu überschwemmen pflegten. Dem gleichen Zweck dienen auch die Sommerdeiche, die von der Schiffdorfer Schleuse bis an den Stadtrand von Bremerhaven den Geestelauf einfassen. Während des Winterhalbjahres werden diese Deiche regelmäßig bei Sturmfluten überströmt und die Niederungen weithin unter Wasser gesetzt. Kappstürze und Grundbrüche der Deiche sind dabei unausbleiblich. Versuchte Deicherhöhungen führten bei der Scharlage der Deiche am Geestefluß und dem moorigen Untergrund regelmäßig zu Rutschungen und Sackungen der Deiche.

Dieser Zustand ist für die Landwirtschaft in der Geestenniederung und für die sich nach der Niederung zu erweiternde Stadt Bremerhaven wenig erfreulich. Daher sind bereits seit 1923 Bestrebungen im Gange, die Geestenniederung von jeglichen Überflutungen freizuhalten und die Vorflutverhältnisse grundlegend zu verbessern. Bereits vor dem zweiten Weltkrieg lagen feste Planungen vor, die nach dem Kriege wieder aufgegriffen wurden. Endgültige Maßnahmen wurden zwingend notwendig, als sich in der zweiten Hälfte des Jahres 1956 an der Schiffdorfer Schleuse eine stärkere Unterläufigkeit bemerkbar machte, welche die Benutzbarkeit der Schleuse in Frage stellte.

Bei der Gemeinschaftsplanung, die zwischen den Wasserwirtschaftsämtern Bremen und Stade mit dem Ziel durchgeführt wurde, die Vorflutverhältnisse der Geeste durch ein näher zur Mündung anzulegendes Sielbauwerk zu verbessern und einen Schutz gegen alle Sturmfluten zu erreichen, stellte sich die Notwendigkeit heraus, im Geestelauf zwei Sperrwerke vorsusehen, und zwar:

das Tidesperrwerk in der Geeste oberhalb des Stadtgebietes von Bremerhaven, das der Regulierung der Wasserstände im unteren Geestelauf entsprechend den Erfordernissen der Landeskultur dienen und alle Fluten, die bis zu 1,0 m über MThw auflaufen, kehren soll, und

das Sturmflutsperrwerk in der Mündung der Geeste innerhalb des Stadtgebietes, das nur bei Fluten, die höher als 1,0 m über MThw auflaufen, geschlossen werden, in der übrigen Zeit aber der Schifffahrt freie Durchfahrt gewähren soll (Abb. 3).

Die Schifffahrt auf der Geeste im Stadtgebiet von Bremerhaven, nämlich der Verkehr zu den am Ufer gelegenen Lösch- und Ladeplätzen und besonders zu den hier befindlichen größeren Seeschiffswerften, mußte Berücksichtigung finden.

Die Sicherung des Bremerhavener Raumes wird erst nach der geplanten Erhöhung der

Deiche an der Außenweser und an der Geeste vor dem Sturmflutsperrwerk abgeschlossen sein. Das Bestick dieser Deiche ist je nach der Lage zur Richtung des Wellenangriffs und dem Vorhandensein eines Vorlandes und dessen Höhe verschieden. Es ist auf NN + 7,00 m an der Weser im Anschluß an den Deich des Landes Wursten, auf NN + 6,50 m an der Geeste und auf mindestens NN + 7,60 m an der der Strömung und dem Wellenangriff besonders ausgesetzten Schardeichstrecke zwischen Geestemündung und Lüneburg vorgesehen.

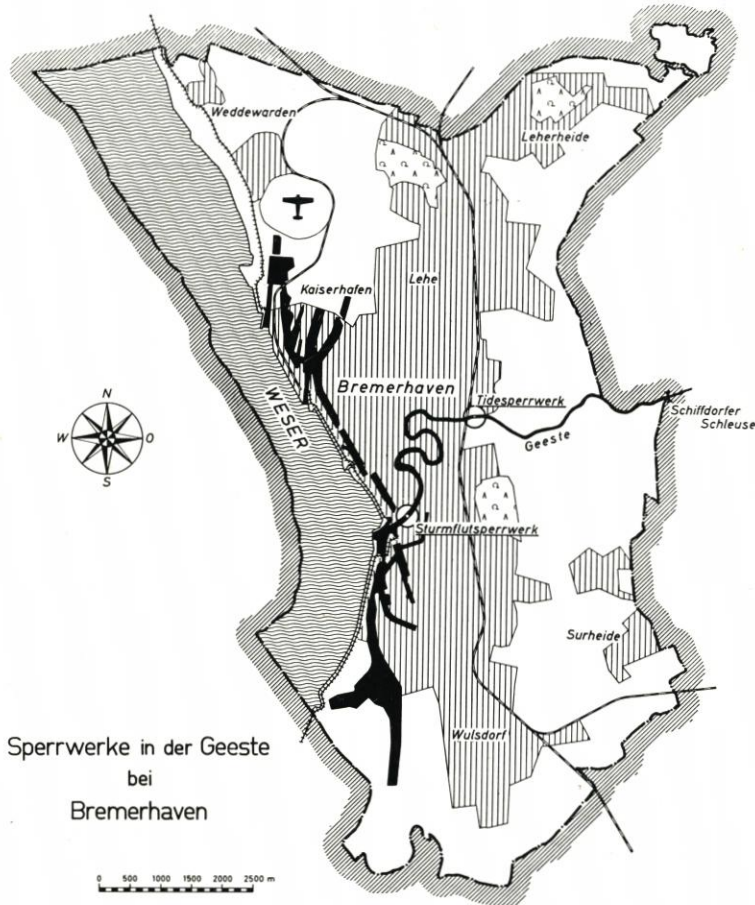


Abb. 3. Übersichtsplan Bremerhaven mit Eintragung der im Bau befindlichen Sperrwerke in der Geeste

2. Modellversuche für die Sperrwerke in der Geeste

Bei der Planung der beiden Sperrwerke ergaben sich einige Fragen, deren Klärung durch einen Modellversuch erforderlich erschien. Dieser Modellversuch wurde im Franzius-Institut der Technischen Hochschule Hannover durchgeführt, wobei der Unterlauf der Geeste von der Mündung bis zur Schiffdorfer Schleuse verkleinert im Maßstab 1 : 100 in der Versuchshalle des Instituts aufgebaut wurde. Es zeigte sich bei der Durchführung des Planfeststellungsverfahrens, daß es wertvoll ist, diese Versuchsergebnisse zur Hand zu haben. Da sich die Fragen

auch auf die Abmessungen der Durchflußöffnungen der geplanten Bauwerke bezogen, seien zunächst die entwurfsmäßigen Abmessungen genannt.

Tidesperrwerk:

Zwei Sielöffnungen von je 8 m lichter Weite und eine Kammerschleuse von 35 m Länge und 5,20 m Weite, Sohlenschwellen rund 2,4 m unter MTnw.

Sturmflutsperrwerk:

Eine Durchfahrtsöffnung von 24 m lichter Weite und eine Spül- bzw. Entlastungsöffnung von 7 m lichter Weite. Drempel auf rund 4,20 m unter MTnw.

Durch die Untersuchungen im Modell fanden die gestellten Fragen folgende Beantwortung:

A. Tidesperrwerk

1. Die geplanten Lichtweiten der beiden Sielöffnungen und der Schleuse sind ausreichend. Tritt höchstes Winterhochwasser auf ($Q = 38,4 \text{ m}^3/\text{s}$) und werden nur die beiden Sielöffnungen zur Entwässerung herangezogen, dann ergibt sich ein Sperrwerksstau von 3 cm, der auf 1 cm zurückgeht, wenn man zusätzlich die Schleuse zur Entwässerung heranzieht.
2. Eine stärkere Verschlickung der Geeste ist nach Anlage des Tidesperrwerks nicht zu befürchten, vielmehr ist zu erwarten, daß die Schlickzone flußabwärts rückt. Zu diesem Ergebnis kam das Institut auf Grund zahlreicher Messungen der zu erwartenden Strömungsgeschwindigkeitsänderungen. Als Vergleichsmaßstab wurde der Flächeninhalt der Geschwindigkeitskurven („ideeller Flutweg“ und „ideeller Ebbeweg“) herangezogen. Es ergab sich, daß das Verhältnis der „ideellen Ebbewege“ zu den „ideellen Flutwegen“ nach Einbau des Tidesperrwerks günstiger wird.
3. Die Frage, ob bei Auftreten einer Sturmflut während des Baues des Tidesperrwerks wesentliche Behinderungen des in die Geeste einströmenden Flutwassers und dadurch ungünstigere Wasserstände unterhalb des Sperrwerkes zu erwarten seien, solange das Sturmflutsperrwerk noch nicht betriebsfertig ist, wurde dahin beantwortet, daß die zu erwartenden Wasserstandserhöhungen gering sein würden (maximal 4 cm).

B. Sturmflutsperrwerk

1. Die Durchfahrt eines Schiffes von 140 m Länge und etwa 19 m Breite ist durch die planmäßig 24 m weite Durchfahrtsöffnung des Sperrwerks möglich. Hierzu ist eine Entlastungsöffnung nicht unbedingt notwendig, aber erwünscht. Bei den Untersuchungen zum Zwecke der guten Ansteuerung durch das geschleppte Fahrzeug erwies es sich als günstiger, die Achse der Durchfahrtsöffnung soweit wie möglich zur Mitte zu rücken.
2. Die Tonnenhofskaje am rechten Ufer unterhalb des Sturmflutsperrwerks kann vor zusätzlicher Verschlickung nur bewahrt werden, wenn eine Spülöffnung an diesem Ufer von mindestens 7 m Weite im Sperrwerk eingebaut wird. Dabei soll der rechte Sperrwerkspfeiler möglichst schmal werden — nicht stärker als 8 m (gewählt 7 m) —, wodurch auch eine gute Strömungsverteilung auf die ganze Flußbreite erreicht wird.
3. Wegen ihrer Spülaufgabe kann die Entlastungsöffnung nicht durch eine Vergrößerung der Sperrwerksdurchfahrt ersetzt werden. Günstig ist es für die Spülung, wenn zur Hochwasserstauzeit das Sturmfluttorpaar geschlossen und zunächst nur die Entlastungsöffnung für den Abfluß freigegeben wird. Die Tore sollen erst geöffnet werden, wenn der Wasserstandsunterschied binnen und außen den Betrag von 30 cm erreicht. Dies ist gegen Ende der Ebbe der Fall.

4. Auskolkungen können beiderseits des Sperrwerks entstehen. Eine Sohlensicherung muß vorgesehen und nach Bedarf eingebaut werden.
5. Während des Baues und nach Fertigstellung des Sturmflutsperrwerks treten keine besonderen Veränderungen in den Tidewasserständen ein.
6. Durch das Sturmflutsperrwerk wird keine stärkere Verschlickung der Geeste eintreten. Das Verhältnis der „ideellen Ebbewege“ zu den „ideellen Flutwegen“ ist günstig.
7. Die Wasserdrücke, die bei einem Schließen der Stemmtore der Hauptöffnung während des Auflaufens einer Sturmflut durch den Schwall vor und den Sunk hinter dem Tor auftreten können, wurden untersucht. Da der Schließvorgang selbst im Modell nicht naturgetreu nachgebildet werden konnte, wurde ein bestimmter Schließzustand untersucht. Die

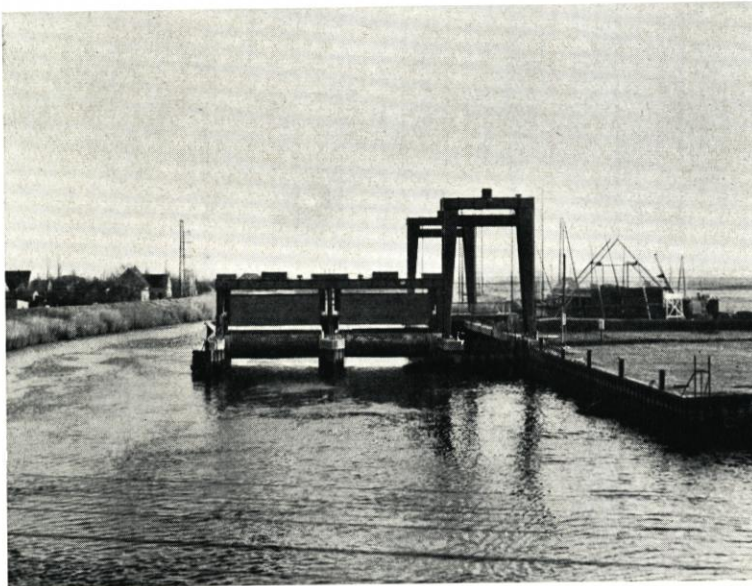


Abb. 4.
Tidesperrwerk,
Bauzustand 1959.
Die anschließende
Flußdurch-
dämmung
ist noch nicht
fertiggestellt

Entlastungsöffnung, die durch Schütze verschlossen wird, blieb dabei offen. Die Ergebnisse wurden durch Rechnung überprüft, hierzu wurde durch einen weiteren Modellversuch der Stößeinfluß des bei Sturmflut zu erwartenden Wellenganges ermittelt. Als Ergebnis wurde festgelegt, daß Tore und Antriebsvorrichtungen für einen Wasserüberdruck bemessen werden sollen, der einem erhöhten Wasserstand von 66 cm während des Schließvorganges bei einem Pegelstand von rund 1 m über MThw entspricht.

8. Der Stauraum zwischen Sturmflut- und Tidesperrwerk wird bei hohem Oberwasser der Geeste, wenn das Sturmflutsperrwerk zum Kehren der Tide eingesetzt wird, ein Absinken der Binnenwasserstände zur Folge haben.

3. Ausbildung der Bauwerke

Da die Modellversuchsergebnisse die Richtigkeit der gewählten Abmessungen des Tidesperrwerks bestätigt hatten und auch sonst keine nachteiligen Auswirkungen befürchten ließen, konnte mit seinem Bau begonnen werden.

Auf Grund der örtlichen Gegebenheiten wurden kombinierte Peiner-Krupp-Spundwände

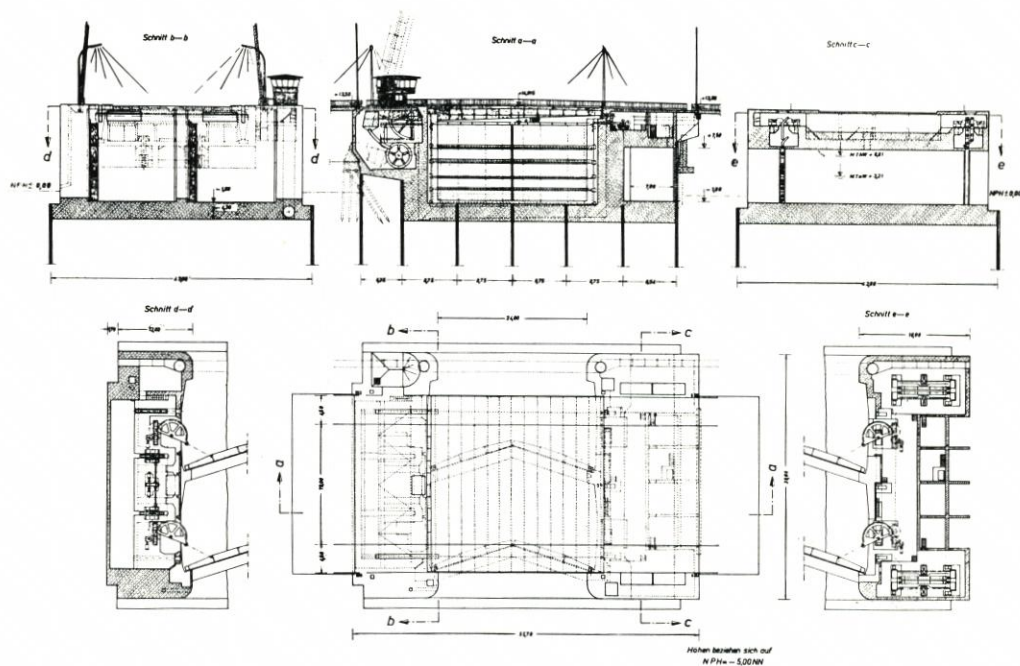


Abb. 5. Sturmflutsperrwerk in der Geeste (Entwurfszeichnung)

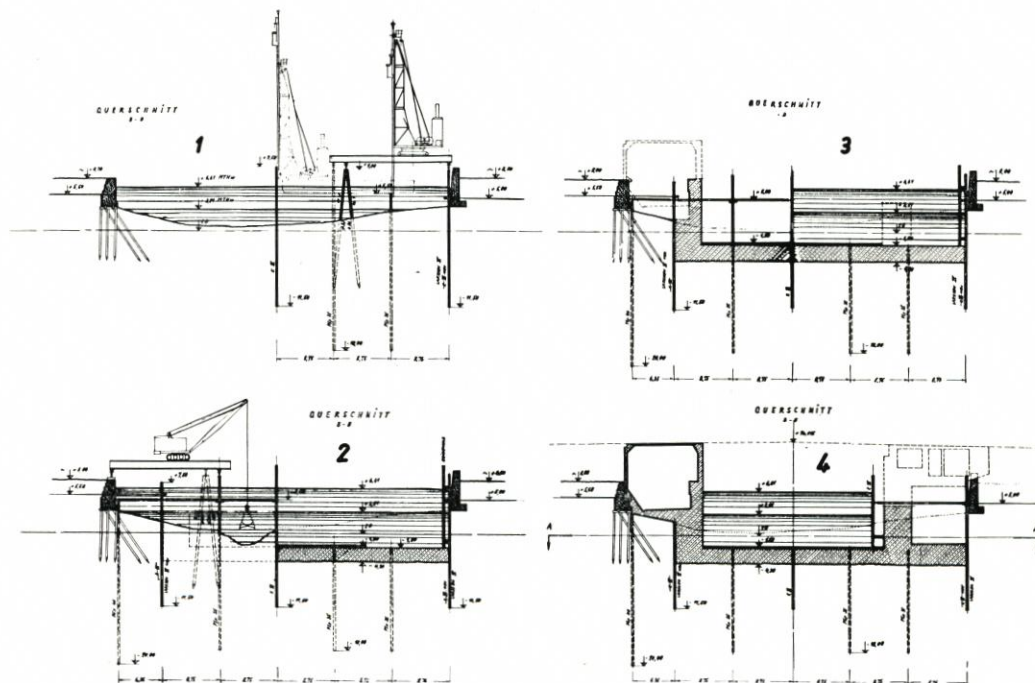


Abb. 6. Sturmflutsperrwerk in der Geeste (Darstellung der Bauzustände)

als Schleusenammerwände und Sielpfeiler sowie an den Spundwänden verankerte Colcrete-Betonsohlen für die Bauausführung des Tiefbauteils vorgesehen.

Die Schleuse erhält als Verschlüsse Hubtore, die sich auf die Sohle aufsetzen und in Nischen gleiten. Das Ausspiegeln des Wasserstandes beim Schleusen erfolgt durch geringes Anheben der Hubtore. Das eigentliche Sperrwerk mit seinen zwei Durchflußöffnungen erhielt Sieltore, die sich gegen den Drempel und den Aussteifungsbalken aus Stahlbeton abstützen. Dahinter wurden geteilte Hubschütze eingebaut, die es gestatten, bestimmte Wasserstände im Oberwasser zu halten und gegebenenfalls durch etwas verzögertes Öffnen beim Einsetzen des Sielzuges eine günstige Spül- und Räumwirkung im Unterlauf zu erzielen. Schlitzte zum Einbau von Dammbalken als Notverschlüsse sind an der Schleuse und den Sielöffnungen vorgesehen.

Die Anlage soll 1960 in Betrieb genommen werden, nachdem die Durchdämmung der Geeste erfolgt ist.

Wesentlich größer ist die Baustelle des Sturmflutsperrwerks in der hier 50 m breiten Mündungsstrecke der Geeste.

Die Notwendigkeit, das Sturmflutsperrwerk in dem unter starkem Schlickbefall leidenden unteren Geestelauf im Flußbett selbst herzustellen und während der Bauzeit eine Hälfte des Flusses für den Schiffsverkehr freizuhalten, war für den Entwurf und die gewählte Bauausführung von ausschlaggebender Bedeutung. Als günstig muß dabei gelten, daß das Bauwerk mit seiner Sohle in tragfähigen Sandschichten liegen wird, die eine Gründung unmittelbar auf den Sand gestatten. Auf Gründungsarbeiten in trockener Baugrube mußte verzichtet werden, da bei der hierfür erforderlichen weitreichenden Grundwasserabsenkung erfahrungsgemäß in diesem Raum mit nicht zu übersehenden Folgeschäden gerechnet werden mußte.

Die Notwendigkeit, Seeschiffen mit hohen Aufbauten die Durchfahrt zu gestatten, zwang dazu, für die große Durchfahrtsöffnung als Verschlusskörper Stemmtore vorzusehen, die auch bei strömendem Wasser geschlossen werden können. Die Oberkante der Tore wurde nur rund 40 cm über dem zu erwartenden HHThw festgelegt, da das gelegentliche Überschlagen von Wellen dem Bauwerk nicht schaden kann. Für die Entlastungsöffnung konnten hingegen Rollschütze gewählt werden. Aus Sicherheitsgründen waren doppelte Verschlusseinrichtungen vorzusehen. Damit ergaben sich zwangsläufig die Abmessungen des Baukörpers von rund 56 m $\times$ 42 m Grundfläche.

Eingefaßt wird das Bauwerk von Stahlspundwänden, wobei Flügelwände zum Schutz gegen seitliche Umläufigkeit ins Ufer einbinden und Flügeldämme den Anschluß an die Geeste-deiche bilden.

Der Bauvorgang erforderte weiterhin eine Mittelspundwand, die es ermöglicht, zunächst die Sohle des nördlichen Bauwerkteils in umspundeter Baugrube herzustellen und dann nach vorläufiger Freigabe der nördlichen Baugrube die südliche Bauwerkshälfte zu umspunden und in ihr den südlichen Pfeiler fertigzustellen. Anschließend sollen die Mittelwand und die Querwände der Südseite über der Sohle abgebrannt und als Stellwände um den noch zu errichtenden nördlichen Pfeiler gesetzt werden. Nach Freigabe der ganzen Hauptöffnung können die an Land montierten Stemmtore mit Hilfe eines großen Schwimmkranes eingesetzt werden. Mit der Montage der maschinellen und elektrischen Anlagen wird der eigentliche Bau des Sturmflutsperrwerks abgeschlossen werden.

Durch den Sperrwerksbau ergibt sich für die Stadt Bremerhaven gleichzeitig eine günstige Gelegenheit, eine bewegliche Brücke über die Geeste vorzusehen, die als Rollklappbrücke mit versenktem Gegengewicht ausgebildet werden soll.

Für die Ausbildung der Sohle und Pfeiler dieses Bauwerks kommt ein Sondervorschlag der

bauausführenden Firmengemeinschaft zum Zuge. Er sieht für die Sohle die Herstellung aus Colcrete-Beton (Betongüte B = 225) in einer durchgehenden Stärke von 2,5 m mit einer oberen Ausgleichsschicht aus Stahlbeton von 0,30 m Stärke vor. Die Sohlenfläche wird durch die Mittelspundwand und drei Reihen Stahlzugpfähle in fünf Felder gleicher Spannweite geteilt. Die Verankerung der Sohle gegen Auftrieb erfolgt durch Konsolen, die an die Spundwände bzw. an die Pfähle angeschweißt werden. Der auskragende Teil des Südfeilers wird durch eine Reihe Stahlstützpfähle abgefangen.

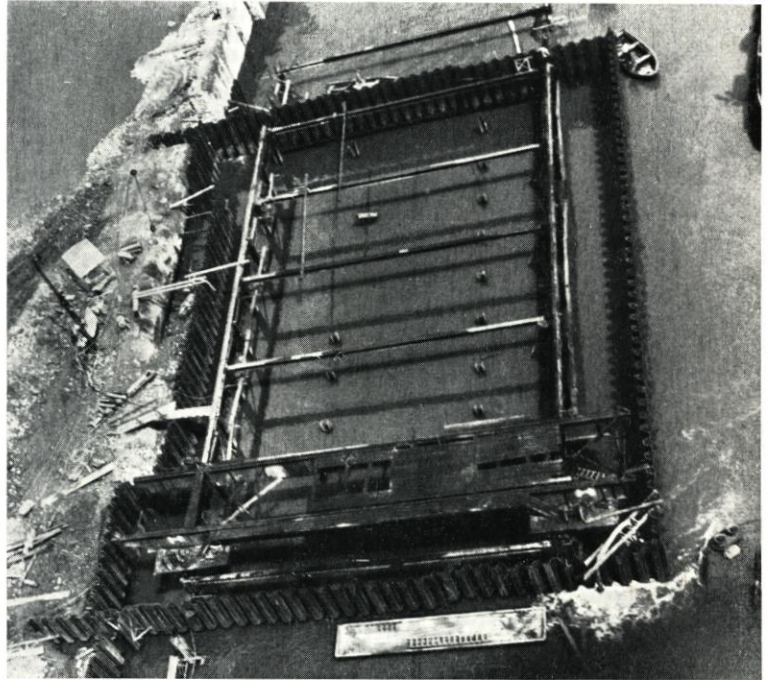


Abb. 7.
Bau des Sturmflutsperr-
werks in der Geeste.
Draufsicht auf die
Baugrubenumspundung
des nördlichen
Bauwerkteiles

Das Arbeitsprogramm sieht eine Fertigstellung des gesamten Betonbaues im Frühjahr 1960 und die Inbetriebnahme der Verschluss-einrichtungen im Herbst 1960 vor.

V. Sicherungen im Unterweserraum

1. Allgemeine Betrachtungen

Während durch die geschilderten Maßnahmen die Deichsicherheit von Bremerhaven nach den jetzigen Erkenntnissen in absehbarer Zeit gewährleistet sein dürfte, bietet die Sicherung des Unterweserraumes bis einschließlich Bremen noch erhebliche Schwierigkeiten.

Zwar hat man auf bremischem Gebiet bereits nicht unerhebliche Deicherhöhungen und Deichverstärkungen durchgeführt und hierbei zunächst die Stellen an Weser, Lesum und Ochtum vorgezogen, bei denen die Sturmflut vom 22. Dezember 1954, die in der Weser in Bremen etwa 2,20 m bis 2,30 m über MThw auflief, bereits dicht unter der Deichkrone stand, bzw. die Wellen diese sogar überfluteten. Dann aber wurden die Sicherungsmaßnahmen auf die Arbeiten zur Erhöhung der Deiche am Weserstrom begrenzt, da man Zeit benötigte, um zu prüfen, ob es nicht zweckmäßiger sei, anstelle von recht schwierigen und risikoreichen Deicherhöhungen an den

Nebenflüssen Sperrwerke an deren Mündung vorzusehen. Dieser Gedanke ist nicht neu, man hat ihn z. B. für den Lesum-Hamme-Wümme-Bereich seit Jahrhunderten verfolgt. Die voraussichtlichen Auswirkungen solcher Abschleusungen auf die Stromstrecken vor den Sperrwerken haben aber bisher stets zu gewichtigen Einsprüchen geführt, so daß man über unbefriedigende Teillösungen nicht hinauskam. Ein wichtiger Punkt der eingangs erwähnten Modellversuche für die Unterweser mußte daher die Feststellung der Auswirkungen von Abschleusungen der Nebenflüsse, und zwar der Hunte, der Lesum und der Ochtum, sein.

2. Ergebnisse der Modellversuche

Im Januar 1959 lag der Abschlußbericht des Franzius-Instituts zu den „Modellversuchen für die Unterweser und ihre Nebenflüsse“ vor, die an einem im Freigelände des Instituts im Maßstab
der Längen und Breiten 1:500
der Höhen, Tiefen und Gefälle 1:100

errichteten und als Tidemodell betriebenen Modell durchgeführt wurden³⁾. Aus ihm sollen die Punkte herausgegriffen werden, die für die Fragen der Deichsicherheit und Vorflut im Bremer Raum von besonderer Bedeutung sind.

1. Im Unterweser-Bereich unterhalb der stadtbremischen Häfen muß mit einem gegenüber den früheren Annahmen erheblichen Höherauflaufen der Sturmfluten gerechnet werden.

Die Ursachen hierfür sind zu suchen:

in der allgemeinen Möglichkeit des Höherauflaufens der Sturmfluten in der Wesermündung bei Bremerhaven gegenüber den bisherigen Annahmen,

in dem Ausbau der Unterweser, der das Auflaufen der Sturmfluten in der Weser begünstigt, in dem Fortfall früher zur Verfügung stehender Aufnahmeräume (Teufelsmoorgebiet, St. Jürgensland) und

in den laufenden Erhöhungen der Sommerdeiche, die vielfach mit dem Höherauflaufen der Windfluten in Zusammenhang stehen, welches wiederum durch den Ausbau der Unterweser verursacht wurde.

2. Im Lesum-Wümme-Gebiet sind bei höherem Wümmeoberwasser Wasserstände zu erwarten, die bereits bei nur wenig erhöhten Tiden eine Überflutung der ausgedehnten Wümmeniederungen zwischen Borgfeld und Fischerhude und damit im Sommer Ernteverluste herbeiführen und bei Zusammentreffen mit Sturmfluten zum Überlaufen der Winterdeiche an der Wümme führen müssen. Hierbei werden zunächst die etwas niedrigeren Deiche des St. Jürgenslandes auf niedersächsischer Seite, dann aber auch die bremischen Deiche betroffen.
3. Ein Wümmeausbau durch Begradigung des stark gewundenen Flußlaufes und Profilverbreiterungen im Unterlauf kann zwar bei hohem Oberwasser zu bestimmten Zeiten eine gewisse Entlastung für die Deiche an der Wümme bringen, wird andererseits aber Wind- und Sturmfluten den Weg ins Land öffnen und damit dort höhere Wind- und Sturmflutwasserstände hervorrufen.
4. Der Bau eines Sperrwerks in der Wümmemündung wird zwar eine Entlastung für den Wümmeaum, aber sehr wesentliche Wasserstandserhöhungen im Lesum-Hamme-Bereich (Pegel Wasserhorst), und zwar sowohl bei Windfluten als auch bei Sturmfluten (+ 0,90 m) verursachen und damit Lesum- und Hammedeiche, die Ritterhuder Schleuse

³⁾ Veröffentlicht in den Mitteilungen der Hannoverschen Versuchsanstalt für Grundbau und Wasserbau, Franzius-Institut der Technischen Hochschule Hannover, Heft 15a und 15b.

und das Schöpfwerk Wasserhorst, das den Bremer Raum mit einer Schöpfwerksleistung von max. 18 m³/s trocken hält, ferner Ortsteile von Lesum gefährden. Da bei einer Wümmeabschleusung der Aufnahmeaum für hohes Wümmeoberwasser kleiner als bei einer Lesumabschleusung sein würde, ist die nachgenannte Lesumabschleusung wirksamer als eine Wümmeabschleusung.

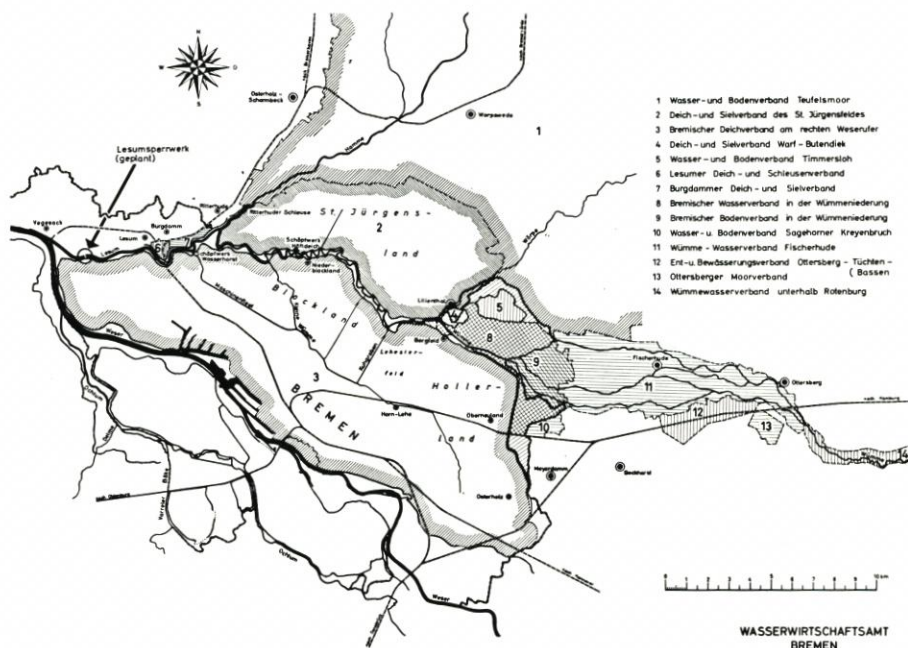


Abb. 8. Die Lage der an der Lesum-Abschleusung interessierten Gebiete und Verbände

5. Durch eine sturmflutkehrende Abschleusung der Lesum ist es möglich, den gesamten Lesum-, Hamme- und Wümme-Raum vor den Einwirkungen von Wind- und Sturmfluten in einer solchen Weise zu schützen, daß
 - a. Erhöhungen der Winterdeiche an Lesum, Hamme und Wümme sowohl auf bremischer wie niedersächsischer Seite vermieden werden und weiterhin auch die bremischen Anwohner des Steindammes bei Lesum und die Bewohner des niedersächsischen Ortes Lilienthal Sicherheit gegen Überflutungsgefahr erhalten und
 - b. daß unerwünschte Überflutungen der großen Wümme-niederung von Borgfeld bis Ottersberg durch ergänzende kleine Sommerdeicherhöhungen auf Bremer Gebiet und zusätzlichen Ausbau der Wümme auf niedersächsischem Gebiet vermieden werden.
6. Vor einer Lesumabschleusung durchgeführte Bedeichungsmaßnahmen und Ausbauten des oberen Wümme-Gebietes, insbesondere auch Regulierungsmaßnahmen in den weiten Niederungs- und Moorgebieten des Kreises Rotenburg, werden die Nöte des unteren Gebietes noch vermehren und zu Gefährdungen von Wohngebieten des Raumes Borgfeld, Lilienthal und Burgdamm-Ritterhude sowie der Wümme-Winterdeiche auf bremischer und niedersächsischer Seite führen.
7. Durch einen Sperrwerksbau in der Lesum wird bei Sturmfluten beim jetzigen Ausbaustand der Weser bei Vegesack in der Weser eine zusätzliche Wasserstandserhöhung

von etwa 25 bis 30 cm verursacht werden und eine Wasserstandserhöhung von 7 bis 10 cm bei Elsfleth, die im Gebiet der Hunte jedoch abklingt. Die an der Ochtummündung zu erwartenden Wasserstandserhöhungen werden infolge des derzeitigen großen Aufnahmevermögens der Ochtumniederung sehr schnell abklingen.

8. Auch eine Abschleusung der Hunte, die zum Schutze der Stadt Oldenburg in Erwägung gezogen wird, wird zur zusätzlichen Erhöhung der Sturmflutwasserstände in der Unterweser bis Bremen führen und sich bei Vegesack mit etwa 22 cm bemerkbar machen.
9. Ähnliches gilt für die Ochtumabschleusung.
10. Durch die Abschleusung von Hunte, Lesum und Ochtum wird eine Summierung der zusätzlichen Wasserstandserhöhungen bei Sturmflut eintreten, die bei Vegesack etwa 58 bis 68 cm betragen wird.
11. Sollten die Sperrwerke auch bei Windfluten geschlossen werden, so muß auch mit einem Höherauflaufen der Windfluten vor den Sperrwerken gerechnet werden und dieses Berücksichtigung finden.
12. Auch weitere Winterbedeichungen im Unterweserraum werden Erhöhungen der Sturmflutwasserstände um mehrere Dezimeter mit sich bringen. Da sie sich im Falle gleichzeitiger Nebenflußabschleusungen mit den von diesen verursachten Wasserstandserhöhungen addieren würden, darf man sie nicht außer acht lassen und muß den Wert oder Unterwert neuer Eindeichungen auch in dieser Hinsicht genau abwägen.
13. Günstig ist die Beobachtung, daß in der Weser für den eigentlichen Stadtbereich von Bremen in Zukunft nicht mehr mit so hohen Wasserständen zu rechnen ist, wie es in früheren Zeiten vor dem Ausbau der Unterweser der Fall war. In diesem Gebiet hat ehemals der Einfluß des Oberwassers der Weser überwogen. Hier hat sich der Ausbau des Strombettes im günstigen Sinne ausgewirkt.

Die Modellversuche bestätigten, daß im Unterweser-Gebiet ein Höherauflaufen der Fluten zu erwarten ist, daß Deicherhöhungen unvermeidbar sind und daß schließlich ein wirksamer Schutz der Nebenflußgebiete durch Bau von Sperrwerken an ihren Mündungen unter tragbaren Wasserstandserhöhungen in der Weser erreicht werden kann.

3. Schwierigkeiten bei Deicherhöhungen im Raum Lesum/Wümme

Eingangs wurde erwähnt, daß der letzte große Deichbruch im Bremer Raum an der Wümme eintrat. Hier ist auch jetzt die Deichsicherheit infolge unzureichender Höhe der Deiche auf einer Strecke von mehr als 25 km Länge nicht mehr gewährleistet. Die erforderlichen Deicherhöhungen würden auf sehr erhebliche Schwierigkeiten stoßen.

Erstens befinden sich im Untergrund der Deiche sowohl im Lesum-Gebiet, vor allem aber im Wümme-Gebiet unter einer Kleidecke von wechselnder Stärke Schlick-, Torf- und Moorschichten, bei denen zusätzliche Belastungen durch Deicherhöhungen sofort eine Bruchgefahr befürchten lassen. Auf den zahlreichen Schardeichstrecken am Wümmelauf ist diese Gefahr besonders groß.

Zweitens liegen auf bzw. erhöht am Deich die zahlreichen Bauerngehöfte der Ortsteile Oberblockland und Niederblockland. Es bestehen somit nicht nur Bedenken, daß bei Deicherhöhungen Grundbrüche eintreten und der ganze erhöhte Deich in die Wümme abrutscht, was in früheren Zeiten häufig beobachtet wurde, sondern es ist auch damit zu rechnen, daß die zahlreichen Gehöfte bei Deicherhöhungsarbeiten durch Setzungen des Untergrundes Schaden erleiden, daß die Gebäude Risse erhalten, ja, daß sie sogar vom Einsturz bedroht sind. Prak-

tisch würde die Durchführung der erforderlichen größeren Deicherhöhung in diesem Gebiet bedeuten, daß ein sehr großer Teil der Gehöfte verlegt und neu aufgebaut werden müßte.

Deichboden schließlich steht in den Gebieten nicht zur Verfügung, sondern müßte unter erheblichen Kosten herangeschafft werden.

Ähnliche Verhältnisse liegen auch am anderen Wümme-Ufer im Gebiet des St. Jürgenslandes vor, wo der Deich noch etwas niedriger als der Bremer Deich ist und bei der Sturmflut kurz vor Weihnachten 1954 bereits erheblich bedroht war.

Im Deichsicherungsinteresse muß gefordert werden, daß die auf Grund der Erkenntnisse des Höherauflaufens der Fluten notwendig werdenden Deicherhöhungen auf möglichst kurze Strecken und auf das Gebiet beschränkt werden, auf dem der Untergrund solche Erhöhungen fraglos zuläßt. Dies ist das Gebiet der Weserdeiche.

4. Plan Lesum-Sperrwerk

Für das Nebenflußgebiet von Lesum, Hamme und Wümme ist die Sicherung gegen Sturmfluten durch ein Sperrwerk an der Mündung der Lesum aus den im Vorstehenden genannten Gründen die einfachste, sicherste und wirtschaftlichste Lösung (Abb. 8, links).

Hinsichtlich der Betriebsweise des Sperrwerks würde seitens der bremischen interessierten Verbände und Wasserwirtschaftsverwaltung der Wunsch bestehen, das Öffnen und Schließen des Sperrwerks der Oberwasserführung von Hamme und Wümme anzupassen. Windfluten müssen im Sommer und Sturmfluten jederzeit, im Sommer und Winter, gekehrt werden; sonst sollte das Sperrwerk geöffnet gehalten werden. Hierdurch würden erreicht:

1. Möglichst geringe Änderung der bisherigen Wasserstands- und Strömungsverhältnisse (Erhaltung des bisherigen Sielzuges und der Bewässerungsmöglichkeit für die landwirtschaftlich genutzten Gebiete).
2. Keine Veränderung der Geschiebepbewegung in Weser, Lesum, Hamme und Wümme, da sonst vermutlich die Gefahr von Fahrwasserverflachungen in der Unterweser und von Aufsandungen des Flußbettes von Hamme, Wümme und Lesum besteht.
3. Keine Störung der Abwasseraufnahmefähigkeit von Lesum und Wümme (Abwassereinleitungen aus dem Ortsteil Lesum, aus Osterholz-Scharmbeck, Ritterhude, Lilienthal und aus den Notauslässen von Bremen).
4. Keine Behinderung der Schifffahrt und des Wassersports.
5. Keine Störung der Fischereiverhältnisse.
6. Erhaltung der natürlichen Verhältnisse der Flußgebiete (Naturschutz).

5. Weitere Abschleusungen

Wenn die Bedeutung einer künftigen Abschleusung der Lesum zum Schluß der Ausführungen herausgestellt wurde, so ist dies im Hinblick auf die besondere Dringlichkeit dieser Planung sowohl für das Bremer Gebiet am rechten Weserufer als auch für die niedersächsischen Niederungen an Hamme und Wümme geschehen. Zweifellos kommt auch der Frage der Abschleusung der Hunte für die Stadt Oldenburg und der Ochtum für das bremische und niedersächsische Gebiet am linken Weserufer im Rahmen der notwendigen Sicherungsmaßnahmen hervorragende Bedeutung zu. Im Rahmen dieses Berichtes näher darauf einzugehen, würde aber zu weit führen und die gesteckten Grenzen überschreiten.

VI. Zusammenarbeit von Bund und Ländern

Abschließend sei dem Wunsch und der Hoffnung Ausdruck gegeben, daß es gelingen möge, die als notwendig erkannten Maßnahmen zur Wiederherstellung der Deichsicherheit durchzuführen und abzuschließen, ehe eine neue Katastrophensturmflut eintritt.

Möge der Geist der guten Zusammenarbeit zwischen Dienststellen des Bundes und der Länder Niedersachsen und Bremen, wie er sich beim Bau der Geesteabschleusung und bei dem Modellversuch für die Unterweser bewährt hat, für den gesamten Unterweserraum ein gutes Omen sein.