347197

Z 8

Waterbouwkundig Laboratorium
Borgerhout
BIBLIOTHEEK

KORREKTION DER SCHELDE

GUTACHTEN

DES

Oberbaudirektors FRANZIUS und des *Bauinspektors* DE THIERRY,

zu Bremen.

AMÉLIORATION DE L'ESCAUT

RAPPORT

DE

MM. FRANZIUS, *Oberbaudirektor*, et DE THIERRY, *Bauinspektor*,

à Brême.

Bruxelles. — J. GOEMAERE, imp. du Roi,
21, rue de la Limite.

KORREKTION DER SCHELDE

GUTACHTEN

DES

Oberbaudirektors FRANZIUS und des *Bauinspektors* DE THIERRY,

zu Bremen.

AMÉLIORATION DE L'ESCAUT

RAPPORT

DE

MM. FRANZIUS, *Oberbaudirektor*, et DE THIERRY, *Bauinspektor*,

à Brême.

Bremen, den 3 Februar 1900.

Euerer Excellenz,

Beehren wir uns in Verfolg des sehr geschätzten Schreibens vom 28 August vorigen Jahres in dem Nachstehenden unsere Bermerkungen zu überreichen zu dem Gutachten, welches die Herren Conrad und Welcker auf Veranlassung des Herrn Bürgermeisters der Stadt Antwerpen in der Angelegenheit der Schelde Korrektion erstattet haben.

Die Auffassungen, welche die obengenannten Herren in jenem Gutachten niedergelegt haben, stehen in vielen Beziehungen in so schroffen Widerspruch zu den unsrigen, dass wir nach reiflicher Ueberlegung zu der Ueberzeugung gelangten, unsere abweichenden Anschauungen würden am besten dadurch zum Ausdruck kommen, dass wir dieselben Fragen, welche die Stadt Antwerpen den Herren Conrad und Welcker vorlegte, von unserem Gesichtspunkte aus beantworteten.

Wir haben daher in dem folgenden Gutachten zunächst die von der Stadt Antwerpen in zwei Fragen zusammengefassten Bedenken gegen die Ausführung des grossen Durchstichs einer eingehenden Erörterung unterworfen.

Sodann haben wir das Projekt Van Mierlo, welches die Herren Conrad und Welcker zur Ausführung empfehlen, einer Prüfung unterzogen und haben schliesslich mit thunlichster Kürze auf einzelne Punkte eingehen zu müssen geblaubt, welche in den von der Stadt Antwerpen gestellten Fragen nicht beruhrt sind, aber nach den uns gemachten Mittheilungen zu weiteren Bedenken gegen die Ausführung des Durchstichs Veranlassung gegeben haben.

Den Gegensatz zwischen unseren Anschauungen und denjenigen der Herren Conrad und Welcker glaubten wir nicht in jedem einzelnen Punkt hervorheben zu müssen; wir waren vielmehr bestrebt, die von der Stadt Antwerpen erhobenen Bedenken eingehend zu prüfen, gewissermassen als ob wir von der Stadt Antwerpen aufgefordert worden wären, zu jenen Bedenken Stellung zu nehmen.

Bei der Behandlung und Widerlegung eines jeden einzelnen Einwands bemühten wir uns unsere Anschauungen möglichst eingehend zu begründen, indem wir uns von dem Gedanken leiten liessen, dass bei den divergirenden Ansichten nicht etwa das Gewicht der einen oder anderen Autorität den

An Seine Excellenz den Minister der Finanzen und der öffentlichen Arbeiten
Herrn de Smet de Naeyer, Brüssel.

Brême, le 3 février 1900.

EXCELLENCE,

Comme suite à votre lettre du 28 août de l'année dernière, nous avons l'honneur de vous transmettre ci-joint notre avis au sujet du rapport fait par MM. Conrad et Welcker, à la demande de M. le Bourgmestre de la ville d'Anvers, sur la question de l'amélioration de l'Escaut.

Les appréciations émises par ces Messieurs dans leur rapport sont, à divers points de vue, tellement en contradiction avec notre manière de voir, qu'après mûre réflexion, nous sommes arrivés à la conviction que le meilleur moyen de faire ressortir la divergence des opinions, serait de répondre à notre tour aux questions que la ville d'Anvers a soumises à MM. Conrad et Welcker.

Nous avons donc examiné d'une manière approfondie, dans notre avis, les objections contre l'éxécution de la Grande Coupure, résumées en deux questions par la ville d'Anvers.

Ensuite, nous avons procédé à l'examen du projet Van Mierlo, dont MM. Conrad et Welcker recommandent l'exécution et, finalement, nous avons cru devoir aborder aussi brièvement que possible certains points non soulevés dans les questions posées par la ville d'Anvers, mais qui ont aussi donné lieu, d'après ce que nous avons appris, à des objections contre l'exécution de la Grande Coupure.

Nous n'avons pas cru devoir faire ressortir, pour chaque point spécial, la contradiction entre notre manière de voir et celle de MM. Conrad et Welcker; nous nous sommes efforcés plutôt d'examiner de très près les objections soulevées par la ville d'Anvers, tout comme si elle nous avait demandé notre avis à ce sujet.

Dans l'examen et la réfutation de chacune de ces objections, nous avons cherché à étayer nos arguments aussi solidement que possible, nous disant qu'en présence de la divergence des opinions, ce n'était pas le poids de telle ou telle autorité qui devait décider, mais qu'une justification basée sur de

A Son Excellence Monsieur de Smet de Naeyer, Ministre des Finances et des Travaux publics, à Bruxelles.

Ausschlag geben könne, sondern dass einzig und allein die rein sachliche Begründung des Projekts dessen Anerkennung erringen müsse.

Mit Anwendung gewisser Palliativmittel könnte vielleicht bis zu einem gewissen Grade den Bedürfnissen der jetzigen Schiffahrt genügt werden, aber die Entwickelung des modernen Schiffbaues weist mit gebieterischer macht darauf, dass nur diejenigen Häfen ihre Stellung behaupten werden, welche in ihren sämmtlichen Einrichtungen, wozu die Zukömmlichkeit in erster Linie gehört, dieser zukünftigen Entwickelung Rechnung tragen.

Von diesem Gesichtpunkte aus ist der grosse Durchstich, dessen Ausführung keinerlei Gefahren für die bestehende Schiffahrt bietet, die einzige Lösung, welche nicht nur dem Bedürfnisse der jetzigen Schiffahrt, sondern, und dies in vollem Maasse, der fernen Zukunft Rechnung trägt.

Unsere bei früherer Gelegenheit ausgesprochene Ueberzeugung, dass die Ausführung des grossen Durchstichs das radikalste und erfolgreichste Mittel sei zur Beseitigung aller jetzt bestehenden Mängel in der Verbindung Antwerpens mit der See, ist durch die eingehenden Untersuchungen, zu welchen das vorliegende Gutachten uns Anlass gegeben hat, nur gefestigt, und wenn wir am Schlusse unserer Betrachtungen nach wie vor die Ausführung des grossen Durchstichs befürworten, so lassen wir uns hierbei von dem Hauptgedanken leiten, dass kein Opfer gescheut werden darf, um dem Antwerpener Hafen die Stellung, die er sich im Welthandel erobert hat, zu erhalten.

Genehmigen Eure Excellenz die Versicherung unserer grössten Ergebenheit.

L. Franzius,
Oberbaudirektor.

G. de Thierry,
Bauinspektor.

pures considérations de fait devait seule emporter l'approbation du projet.

En ayant recours à des palliatifs on pourrait peut-être répondre, dans une certaine mesure, aux exigences de la navigation actuelle, mais l'accroissement continu des dimensions des navires démontre clairement que seuls les ports qui tiendront compte de ce fait dans leurs installations — dont la voie d'accès est une des principales —, pourront conserver leur situation.

A ce point de vue, la Grande Coupure, dont l'exécution n'offre aucun danger pour la navigation existante, est la seule solution tenant compte, non seulement des nécessités de la navigation moderne, mais également — et ceci dans une mesure complète — des besoins de l'avenir.

La conviction que nous avons eu l'occasion d'exprimer antérieurement, que l'exécution de la Grande Coupure est le moyen le plus radical et le plus efficace de remédier à toutes les défectuosités que présente actuellement la voie de communication entre Anvers et la mer, a été raffermie encore par l'examen détaillé auquel nous nous sommes livrés avant de formuler l'avis ci-joint et si, en terminant l'exposé de notre manière de voir, nous préconisons, après comme avant, l'exécution de la Grande Coupure, nous nous laissons guider par cette considération capitale, qu'il ne faut reculer devant aucun sacrifice pour conserver au port d'Anvers la situation qu'il a conquise dans le commerce mondial.

Veuillez agréer, Excellence, l'assurance de notre haute considération.

L. Franzius,
Oberbaudirektor.

G. de Thierry,
Bauinspektor.

KORREKTION DER SCHELDE.

GUTACHTEN

DES

Oberbaudirektors FRANZIUS und des *Bauinspektors* DE THIERRY,
zu Bremen.

I. Erste Frage. — Bei der Beurtheilung der ersten Frage, welche die Stadt Antwerpen den Herren Conrad und Welcker vorgelegt hat und welche lautet :

« Wird eine Rinne von mindenstens 8m. unter Niedrigwasser unter Ein-
» wirkung der Ebbe und Fluth ohne Unterbrechung längs der rechten oder
» östlichen Hälfte des Stromes, in der ganzen Ausdehnung des Durchstichs
» entstehen und sich erhalten ?

muss zunächst festgestellt werden, dass der Durchstich in vollem Umfange künstlich durch Baggerungen hergestellt werden soll und erst dann der Wirkung der Tideströmungen frei gegeben werden darf, wenn die projectmässigen Querschnittgrössen überall vorhanden sind. Bei der Herstellung des projectmässigen Querschnittgrössen wird ausserdem längs des rechten Ufers eine Rinne von grösserer Tiefe etwa $8^{m}.50$ unter Niedrigwasser zu baggern sein, um hierdurch der tiefen Rinne die Lage, welche dieselbe naturgemäss einnemen muss, von vornherein zuzuweisen. Durch ein derartiges Vorgehen wird, von dem Augenblick, wo der Durchstich den Tideströmungen geöffnet sein wird, das richtige Verhältniss zwischen Querschnittgrössen und Wassermengen gewährleistet und dagegen verhütet, dass lokale Auskolkungen und Versandungen, die mit ungleichmässigen Profilgrössen verbunden sind, sich einstellen. Da hierdurch eine tiefe Rinne von mindestens 8m. unter Niedrigwasser dem rechten Ufer entlang durch Baggerung hergestellt werden soll, und mit voller Sicherheit hergestellt werden kann, scheidet die Frage, ob diese Rinne unter Einwirkung von Ebbe und Fluth entstehen wird, aus und es erübrigt die Frage zu prüfen, ob man darauf rechnen kann, dass die einmal künstlich geschaffene Rinne sich erhalten werde.

Es sei zunächst darauf hingewiesen, dass der eminente französische Ingenieur Fargue, welcher bisher den Grundsatz vertreten hat, dass gerade Strec-

AMÉLIORATION DE L'ESCAUT.

RAPPORT

DE

MM. Franzius, *Oberbaudirektor*, et de Thierry, *Bauinspektor*,
à Brême.

I. Première question. — La première des questions qui ont été soumises par la ville d'Anvers à MM. Conrad et Welcker est formulée comme suit :

« Sous l'action des marées, un chenal de 8 mètres au moins de profon-
» deur sous marée basse se produira-t-il et se maintiendra-t-il sans solu-
» tion de continuité dans la moitié droite ou orientale du fleuve, sur toute
» la longueur de la grande coupure? »

Dans l'examen de cette question, un fait s'impose tout d'abord à l'attention. C'est que la coupure sera réalisée complètement d'une manière artificielle, à l'aide de dragages, et qu'elle ne sera livrée à l'action des courants de marée que lorsque les sections tranversales, prévues au projet, auront été obtenues partout. Lors du creusement de la cunette projetée, il y aura lieu de draguer, le long de la rive droite, un chenal d'une profondeur plus grande, soit de $8^{m}.50$ sous marée basse, afin d'assigner d'avance à ce chenal la position qu'il doit occuper naturellement. En procédant de la sorte, on assure, à partir du moment où la coupure sera ouverte, le rapport voulu entre les sections transversales et les débits et, d'autre part, on évite qu'il se produise des érosions locales ou des atterrissements, lesquels vont de pair avec des irrégularités dans les surfaces des sections transversales. De cette manière, on créera par dragages, le long de la rive droite, un chenal de 8 mètres au moins de profondeur sous marée basse; on est certain de pouvoir le faire. Ainsi donc, la question de savoir si ce chenal se produira sous l'action du jusant et du flot disparaît et il ne reste plus qu'à se demander si l'on peut compter sur le maintien de ce chenal, une fois qu'il aura été créé artificiellement.

Faisons d'abord, à ce propos, la remarque suivante : L'éminent ingénieur français Fargue, qui, jusqu'à présent, a défendu ce principe que dans une

ken in einem Flusse vermieden werden sollten, weil dieselben eine Unbeständigkeit in der Lage der tiefen Rinne zur Folge hätten, in anerkennenswerther Weise gelegentlich des VII internationalen Schiffahrtscongresses in Brüssel die unumwundene Erklärung abgegeben hat, dass seine Theorien bei Tideflüssen keine Bestätigung finden. Wenn noch vielfach die Meinung verbreitet ist, dass um eine beständige Lage der Fahrinne zu erzielen, es nothwendig sei, den Flusslauf so zu gestalten, dass er aus einer Aufeinanderfolge von Krümmungen besteht, so beruht diese irrige Ansicht in den meisten Fällen auf der Beobachtung der Thatsache, das alle im *Naturzustande* befindlichen Flüsse sich schlängeln, und, dass auch bei einem nur für *Mittelwasser* korrigirten Flusse der Thalweg gewunden ist.

Es muss zugegeben werden, dass da, wo das Niedrigwasserbett eines Flusses nicht genügend festgelegt ist — wobei est gleichgültig ist, ob dieser Fluss im Fluthgebiet liegt oder nicht — die Lage der Stromrinne unbeständig ist, und dass es in einem solchen Flusse, namentlich dann, wenn die Sohle, wie es bei der Schelde der Fall ist, aus leicht beweglichem Sande besteht, oft nur unbedeutender, und selten genau zu ermittelnder, Ursachen bedarf, um auf grosse Strecken Verschiebungen in der Lage der Stromrinne oder des Thalwegs herbeizuführen.

Sobald aber das Niedrigwasserbett des Flusses genügend festgelegt ist; hört auch die Möglichkeit auf, dass der Strom sich in mehrere Rinnen theilt, wie dies bei einem mangelhaft oder ganz unkorrigirten Flusse geschieht.

Die Festlegung des Niedrigwasserbettes ist hiernach derjenige Factor, von welchem die *Beständigkeit* in der Lage der tiefen Rinne in erster Linie abhängt. Die etwaige Krümmung dieses Niedrigwasserbettes ist jedoch für die *Lage* der tiefen Rinne insofern massgebend, dass während bei festgelegtem Niedrigwasserbett in einem geraden Flusslauf die tiefe Rinne sich in der Mitte des Stromes halten wird, in einem gekrümmten Lauf dagegen die Rinne vermöge der Centrifugalkraft sich nach dem concaven Ufer verlegen wird. Die Grösse der Centrifugalkraft ist dem Quadrat der Geschwindigkeit direct, dem Krümmungsradius umgekehrt proportional. Auf einer geraden Strecke, wo der Krummungsradius $R = \infty$, ist die Centrifugalkraft $= 0$; für die Lage und Tiefe der Rinne ist somit daselbst lediglich die Geschwindigkeit und die Beschaffenheit der Flusssohle massgebend. Ist das Profil übermässig gross, so findet eine Geschwindigkeitabnahme statt, die Lage der Rinne ist veränderlich und diese wird sich dort bilden, wo die Flusssohle den geringsten Widerstand bietet. Will man auf einer geraden Flussstrecke eine Rinne von bestimmter Tiefe und Lage haben, so ist es unumgänglich nothwendig, wie bereits erwähnt, durch Leitdämme ein Profil festzulegen, in welchem die Geschwindigkeiten stets gross genug sind um die Ablagerungen von Sinkstoffen zu verhindern.

Als Beweis für die Thatsache, dass die Festlegung des Niedrigwasserbettes genügt, um auf einer geraden Flussstrecke die Beständigkeit der tiefen Rinne zu gewährleisten, glauben wir auf die Unterweser verweisen zu müssen. Die Strecke zwischen Brake und Bremerhaven, welcher das Beispiel entnom-

rivière il faut éviter les parties droites, parce que dans ces sections, le chenal de navigation n'est pas stable, a, d'une manière dont il faut lui savoir gré, à l'occasion du VII[e] Congrès international de navigation à Bruxelles, déclaré catégoriquement que ses théories ne se confirment pas pour les rivières à marée. Si l'on trouve encore fort répandue l'opinion d'après laquelle, pour assurer une position stable au chenal de navigation, il faut tracer le cours de la rivière de manière qu'il soit constitué par une série de courbes succcessives, cette opinion erronée est fondée, dans le plus grand nombre de cas, sur l'observation du fait que toutes les rivières *à l'état naturel* serpentent et que même une rivière corrigée seulement pour les *eaux moyennes* a son thalweg tortueux.

Il faut reconnaître que, là où le lit des eaux basses d'une rivière n'est pas suffisamment fixé, — il est indifférent que cette rivière se trouve ou non dans la région maritime, — la position du chenal est instable et que, dans une rivière de l'espèce, particulièrement lorsque le plafond, comme c'est le cas pour l'Escaut, est constitué par du sable très mobile, des causes souvent insignifiantes et que rarement on peut préciser, suffisent pour provoquer, sur de grandes longueurs, des déplacements du chenal ou du thalweg.

Mais dès que le lit d'étiage de la rivière est suffisamment fixé, il n'est plus possible que le courant se partage en plusieurs chenaux, comme c'est le cas pour une rivière mal ou non corrigée.

La fixation du lit des eaux basses est par conséquent le facteur dont dépend en premier lieu la *stabilité* de position du chenal. Toutefois la courbure du lit des eaux basses influe sur la *position* du chenal, en ce sens que, alors que dans un lit fixé des eaux basses, en ligne droite, le chenal occupera le milieu du lit, dans un lit courbe, au contraire, le chenal sera déplacé par la force centrifuge vers la rive concave. L'intensité de la force centrifuge est directement proportionnelle au carré de la vitesse et inversement proportionnelle au rayon de courbure. Sur une section droite de rivière, où le rayon de courbure $R = \infty$, la force centrifuge est $= 0$; donc la situation et la profondeur du chenal dépendent uniquement de la vitesse de l'eau et de la nature du lit de la rivière. Si la section transversale est démesurément grande, la vitesse diminue, la situation du chenal devient variable et celui-ci se creusera là où le lit offre le moins de résistance. Si donc, sur une section droite de rivière, on veut réaliser un chenal d'une profondeur et d'une situation déterminées, il est absolument nécessaire de limiter, comme il a déjà été dit, à l'aide de jetées conductrices, le profil transversal, de manière que les vitesses soient toujours suffisamment grandes pour empêcher le dépôt des matières solides charriées par l'eau.

Comme preuve du fait qu'il suffit de fixer le lit mineur pour assurer la stabilité du chenal sur une section droite de rivière, nous croyons devoir invoquer le Weser inférieur. La section Brake-Bremerhaven, à laquelle l'exemple est emprunté, correspond, en ce qui concerne les débits et les

men ist, entspricht, was die Wasserbewegung und die allgemeinen Verhältnisse anbelangt, annähernd der Strecke der Schelde zwischen Antwerpen und Bath.

Es muss allerdings mit allem Nachdruck darauf hingewiesen werden, dass langwierige Verhandlungen wegen der Abschliessung des Nebenarms zwischen dem Festlande und der sogen. Lune Plate den Ausbau des Niedrigwasserbettes zwischen Dedesdorf und Nordenham auf einer Länge von vier Kilometer bis jetzt verhindert haben. Aus diesem Grund konnte auch die Beseitigung der Sandbank nördlich der Dedesdorfer Plate bis jetzt nicht in Angriff genommen werden. Zwischen Dedesdorf und Nordenham ist daher noch annähernd derselbe Zustand wie vor Beginn der Korrektionsarbeiten.

Die Fluthwassermenge beträgt :

i/ Bremerhaven . .	136,8	Millionen	cbm. ;
i/ Bath	187	—	—
i/ Brake.	37	—	—
i/ Antwerpen . . .	59,3	—	—

Die Ebbewassermenge :

i/ Bremerhaven . .	139,7	—	—
i/ Bath	191,4	—	—
i/ Brake.	41,1	—	—
i/ Antwerpen . . .	63,1	—	—

Zwischen Sandstedt und Nordenham (vergleiche die anliegende Karte II) ist das Niedrigwasserbett der Weser auf einer Länge von 16 Kilometer fast ganz gerade. Die Herstellung einer in ihrer Lage beständigen Fahrrinne auf dieser Strecke erschien den Anhängern der Farguesschen Theorien als ein Unternehmen von äusserst fraglichem Erfolge schon deshalb, weil die Breiten des Hochwasserbettes innerhalb sehr weiter Grenzen schwanken. Es beträgt nämlich die Hochwasserbreite am oberen Ende dieser Strecke bei Kilometer 46, 2,000 m. ; 2 Kilometer unterhalb ist die Hochwasserbreite nur noch 800 m., nimmt aber bei Kilometer 50 wieder bis auf 1,600 m. zu, um bei Kilometer 54 wiederum bis auf 800 m. abzunehmen. Dazu kommt, dass die Lage desHochwasserbettes zu dem begradigten Niedrigwasserbette die denkbar ungüntigste war. *Durch Festlegung des Niedrigwasserbettes liegt trotz dieser ungünstigen Momente* die Fahrrinne seit ihrer ersten Ausführung beständig in der Mitte, ohne dass es besonderer Nachhülfe durch Baggerungen bedarf. Diese 16 Kilometer lange Strecke wird für die Befahrung bei Nacht durch zwei Richtungslinien, welche annähernd eine 16 Kilometer lange gerade Linie bilden mit Hilfe von Leitfeuern bezeichnet. Es bedarf keiner Ausführung, dass man an die Anlage von so kostspieligen Leuchtthürmen deren Höhe 28 m. und 26 m. beträgt nicht hätte denken können, wenn die Fahrinne nicht absolut festliegend wäre.

circonstances générales, sensiblement à la section de l'Escaut comprise entre Anvers et Bath.

C'est avec grande insistance que nous appuyons sur le point suivant : Des négociations interminables, portant sur la fermeture du bras secondaire qui sépare la rive de l'îlot appelé « Lune Plate », ont empêché jusqu'à ce jour la régularisation du lit mineur entre Dedesdorf et Nordenham, sur une longueur de quatre kilomètres. Pour cette même cause, l'on n'a pu encore, jusqu'à présent, commencer à faire disparaître le banc de sable qui se trouve au Nord de l'îlot dit : « Dedesdorfer Plate ». Il en résulte que la situation de la rivière entre Dedesdorf et Nordenham est encore sensiblement la même qu'avant les travaux de correction.

Les débits de flot sont :

à Bremerhaven	136,8	millions	de mètres cubes ;
à Bath . . .	187	—	—
à Brake . . .	37	—	—
à Anvers . .	59,3	—	—

Les débits du jusant sont :

à Bremerhaven	139,7	millions	de mètres cubes ;
à Bath . . .	191,4	—	—
à Brake . . .	41,1	—	—
à Anvers . .	63,1	—	—

Entre Sandstedt et Nordenham (*voir* la carte annexe II), le lit mineur du Weser est presque complètement droit sur une longueur de 16 kilomètres. La création d'un chenal de situation stable parut aux partisans des théories de Fargue une entreprise dont le succès devait être extrêmement douteux, d'autant plus que les largeurs du lit majeur oscillent entre des limites fort éloignées. En effet, à l'origine amont de cette section, au kilomètre 46, la largeur à marée haute est de 2,000 m. ; à 2 km. en aval, elle n'est plus que de 800 m., mais au kilomètre 50, elle remonte à 1,600 m. pour diminuer ensuite et retomber à 800 m. au kilomètre 54. Ajoutons encore que la situation du lit majeur était, par rapport à celle du lit mineur, en ligne droite, la plus désavantageuse qu'on pût imaginer. Par *la fixation du lit mineur* et *malgré les circonstances défavorables,* le chenal navigable se trouve, depuis son creusement, exactement au milieu du lit, sans qu'il ait fallu intervenir par des dragages. Sur cette section, de 16 km. de longueur, la route à suivre par les navires est indiquée par deux alignements qui forment sensiblement une ligne droite longue de 16 km. et marqués la nuit par des feux de direction. Il est inutile d'ajouter qu'on n'aurait pas songé à l'établissement de phares coûteux, dont la hauteur atteint 28 m. et 26 m., si le chenal de navigation ne s'était trouvé fixé d'une manière absolue.

Wenn es also möglich ist auf langen geraden Strecken einer tiefen Fahrrinne eine beständige Lage zu geben, so wird die Beständigkeit in der Lage der tiefen Rinne bei einem gekrümmten Lauf in Folge der hierbei auftretenden Kräfte mit viel grösserer Sicherheit vorausgesagt werden können.

Bei einer gekrümmten Flussstrecke macht sich nämlich die Centrifigalkraft geltend und verlegt, wenn nicht besondere örtliche Umstände dies verhindern, die tiefe Rinne in die Concave. Es ist ohne weiteres klar, dass je kleiner der Krümmungsradius, desto grösser die Centrifugalkraft sein wird, welche dadurch zum Ausdruck kommen wird, dass die Sohle des concaven Ufers tiefer ausgehöhlt werden wird und die grossen Tiefen in grösserer Nähe des concaven Ufers sich bilden werden, als auf solchen Strecken wo die Centrifugalkraft in Folge eines grösseren Krümmungsradius kleiner ist. Das Maass der Vertiefung längs des concaven Ufers ist jedoch nicht allein von der Grösse der Centrifugalkraft sondern auch von der Bodenbeschaffenheit des Bettes und der Ufer abhängig. Dort, wo das concave Ufer unter Wasser eine flache Böschung aufweist und wo ausserdem das Ufer gegen den Stromangriff widerstandsfähig ist, wird man selbst in sehr scharfen Krümmungen, wo sich unter anderen Umständen grosse Uebertiefen bilden würden, nur unbedeutende Vertiefungen auffinden.

Diesen Naturgesetzen sind alle Wasserläufe unterworfen, wobei allein die verschiedenartige Combination der einzelnen Factoren als Eigenthümlichkeit gelten darf, und die Schelde macht keine Ausnahme. Man betrachte die Krümmungen bei Austruweel und oberhalb des Forts La Perle. Infolge der ausserordentlich scharfen Krümmungen, oder, was desselbe bedeutet, des kleinen Krümmungsradius, erlangt die Centifugalkraft an diesen Stellen eine solche Grösse, dass die Sohle bis auf 17 und 18m. unter Niedrigwasser vertieft wird, während dort, wo die Krümmungen schwächer sind, dieses Maass bei Weitem nicht erreicht wird. Obwohl der Krümmungsradius an dem Kai du Rhin bei Weitem nicht so klein ist als in der stärkeren Krümmung bei Austruweel, so bestätigen die grossen Tiefen, welche an dieser Stelle angetroffen werden, ebenfalls die vorstehenden Ausführungen, indem sie den Beweis liefern, dass eine steile Böschung, in diesem Falle eine verticale Wand, die Bildung grosser Tiefen begünstigen. Oberhalb des Kai St. Michel beträgt die Tiefe vor den Kais 8m. und nimmt stellenweise auf 7m. unter Niedrigwasser ab. Diese Tiefen sind für den Tiefgang der meisten Dampfer noch genügend, sie werden aber zweifellos zunehmen, wenn das Niedrigwasserbett der Schelde vor dem südlichen Theil der Kais ausgebaut und festgelegt sein wird, denn die Querschnittsgrössen sind vor dem Kai de la Station zu gross, und da hier die Kais fast geradlinig sind, kann nur eine Einschränkung der Querschnitte die erwünschte Tiefenzunahme bewirken.

Bei dieser Gelegenheit glauben wir darauf hinweisen zu müssen, dass die unmittelbar vor einigen Kais in Antwerpen beobachteten Abnahmen der Tiefen keineswegs durch Ablagerungen von Sinkstoffen des Flusses verursacht sind. Derartige Ablagerungen finden sich auch in geschlossenen Häfen und rühren von den Ladungen der Schiffe her. Wie von der Verwaltung der Ponts et Chaussées mitgetheilt wird, haben auch die vor den Kais in Antwerpen vor-

S'il est possible de donner à un chenal, sur une longue section droite, une position stable, on peut prédire avec beaucoup plus d'assurance la fixité de ce chenal sur une partie courbe, à cause des forces qui, dans ce cas, entrent en jeu.

En effet, sur une section courbe de rivière, la force centrifuge produit son effet et déplace le chenal vers la courbe concave, à moins que des circonstances locales ne s'y opposent. Sans autre démonstration, il est clair que, plus le rayon de courbure sera petit, plus grande sera la force centrifuge. Et celle-ci agira de telle sorte que le lit se creusera davantage contre la rive concave et que les grandes profondeurs se rapprocheront plus de cette rive que sur des sections de rivière où la force centrifuge est moindre, parce que leur rayon de courbure est supérieur. L'approfondissement le long de la rive concave ne dépend toutefois pas uniquement de l'intensité de la force centrifuge, mais aussi de la nature du terrain du lit et de la berge. Là où la rive concave présente sous eau un talus plat et est, en outre, capable de résister aux attaques du courant, on ne constatera que des approfondissements insignifiants, même dans de très fortes courbes, alors que dans d'autres circonstances se produiraient de grands excès de profondeur.

Tous les cours d'eau sont soumis à ces lois naturelles ; ce sont les combinaisons diverses des facteurs isolés qui constituent les cas particuliers, et l'Escaut ne fait pas exception à cette règle. Que l'on considère les coudes à Austruweel et en amont du fort La Perle. Par suite de la courbure extrêmement forte, ou, ce qui revient au même, du faible rayon de courbure, la force centrifuge acquiert en ces endroits une telle intensité que le lit s'approfondit jusqu'à 17 et 18 mètres sous marée basse, tandis qu'ailleurs, où les courbures sont moindres, ces profondeurs ne sont pas atteintes à beaucoup près. Bien qu'au quai du Rhin les rayons de courbure ne soient pas, tant s'en faut, aussi petits que ceux du coude plus prononcé d'Austruweel, l'existence de grandes profondeurs devant ce quai confirme également les théories qui précèdent ; elle prouve qu'un talus raide, dans ce cas une paroi verticale, favorise la formation de grandes profondeurs. En amont du quai St-Michel, la profondeur devant le mur est de 8 mètres, et par endroits elle tombe à 7 mètres sous marée basse. Ces profondeurs sont encore suffisantes pour le tirant d'eau du plus grand nombre de steamers, mais elles augmenteront, sans aucun doute, lorsque le lit mineur aura été amélioré et fixé devant la partie sud des quais, car les sections transversales sont trop grandes devant le quai de la Station, et, comme la ligne des quais y est presque droite, seule une réduction de la section transversale peut produire l'augmentation désirable de la profondeur.

A cette occasion, nous croyons devoir faire remarquer que les diminutions de profondeur constatées contre certains murs de quai ne sont nullement dues au dépôt de matières charriées par le fleuve. Des dépôts de l'espèce se rencontrent également dans les bassins fermés et proviennent des cargaisons des navires. D'après les renseignements fournis par l'Administration des Ponts et Chaussées, il résulte des investigations faites devant les quais que les dits

genommenen Untersuchungen ergeben, dass die fraglichen Untiefen aus Steinkohlen, Gusseisen und Bleistücken, sowie aus Steinen, welche beim Laden und Löschen der Schiffe über Bord gefallen sind, bestehen, zwischen welchen und unter deren Schutz sich allerdings sodann auch Sandablagerungen bilden.

Der Bildung der unter den Namen « Rug » bekannten Untiefe liegen dagegen ganz andere Ursachen zu Grunde. Diese Untiefe wird durch die scharfe Krümmung bei Austruweel und den fast unvermittelten Uebergang aus dieser scharfen Krümmung in die oberhalb anschliessende annähernd gerade Strecke veranlasst. In der eigentlichen Krümmung ist die Rinne sehr schmal und tief. Bei Fluth herrschen in dieser Rinne heftige Strömungen, durch welche das concave Ufer und die Flusssohle stark angegriffen werden. Die lebendige Kraft wird in der Krümmung sehr verbraucht, indem höchst wahrscheinlich eine nicht unwesentliche Hebung des Wasserspiegels auf der concaven Seite hervorgerufen wird. Der plötzliche Uebergang des Fluthstromes in die annähernd gerade anschliessende Strecke ist daher mit einer Geschwindigkeits Abnahme verbunden, welche die Ablagerung der mitgeführten Sinkstoffe gestattet. Hierdurch wird eine Untiefe gebildet, welche durch die Ebbeströmung nicht wieder beseitigt werden kann, weil deren in der geraden Strecke nicht gesteigerten Geschwindigkeiten, hierzu nicht ausreichen.

Wenn man nun der Frage näher treten will, ob die Centrifugalkraft nach Fertigstellung des Durchstichs gross genug sein wird, um die Erhaltung einer tiefen Rinne von mindestens 8 m. unter Niedrigwasser längs des rechten Ufers auch im unteren Theil des Durchstichs zu gewährleisten, so muss zunächst berücksichtigt werden, dass die Ausführung des Durchstichs eine Aenderung sowohl der Wassermenge als auch der Geschwindigkeiten zur Folge haben wird. Die Grösse der Centrifugalkraft berehnet sich nach der Formel

$$P = \frac{m\, v^2}{r\, 2g};$$

wenn daher die beiden Factoren m und v grösser werden, ist es ohne weiteres klar, dass die Vergleiche der jetzigen Tiefenverhältnisse bei bestimmten Krümmungsradien mit den zu erwartenden Tiefen in dem projectirten Durchstich *ohne Berücksichtigung der grösseren Wassermengen und namentlich der grössere Geschwindigkeiten zu ganz irreführenden Schlussfolgerungen Anlass geben muss.*

Die Ausführung des Durchstichs wird zunächst zur Folge haben, dass die Dauer der Fluth in Antwerpen um 19 Minuten grösser sein wird, als gegenwärtig. Dieser grösseren Fluthdauer entsprechend wird eine Vermehrung der Wassermenge, welche in die Schelde oberhalb Antwerpen und in deren Nebenflüsse eindringen wird, statt finden. Der Vortheil dieser vergrösserten Fluthdauer wird ferner um so besser ausgenutzt werden können, je besser der Zustand des Niedrigwasserbettes der oberen Schelde sein wird. Wenn also, wie es in der Absicht der Regieruug liegt, eine durchgreifende Korrek-

hauts-fonds sont constitués par des blocs de charbon, des gueuses de fonte, des saumons de plomb, ainsi que par des moellons, qui sont tombés par dessus bord lors du chargement et du déchargement des navires ; entre ces matériaux et sous leur abri se sont produits ensuite des dépôts de sable.

La formation du haut-fond connu sous le nom de Rug est due à des causes tout autres. Ce haut-fond est la conséquence de la forte courbe d'Austruweel et du passage presque brusque de ce coude prononcé à la section quasi droite qui lui fait suite vers l'amont. Dans le coude même, le chenal est très étroit et profond. Au flot, des courants intenses s'y produisent, qui attaquent fortement la rive concave et le fond du lit. La force vive est fortement réduite dans le coude, en même temps que, très probablement, il se produit un relèvement assez sensible de la nappe liquide du côté concave. Au passage brusque du courant de flot dans la section quasi droite qui lui fait suite, il se produit, par conséquent, une diminution de vitesse, laquelle permet aux matières solides charriées par l'eau de se déposer. Il se forme ainsi un haut-fond qui ne peut être détruit par le courant de jusant, parce que celui-ci n'est pas assez fort dans la section droite.

Examinons de plus près la question de savoir si, après l'achèvement de la grande coupure, la force centrifuge sera suffisamment grande pour assurer dans la partie aval de la coupure le maintien d'un chenal d'au moins 8 mètres de profondeur sous marée basse. Nous devons tout d'abord tenir compte de ce que l'exécution de la coupure aura pour conséquence un changement aussi bien des débits que des vitesses. L'intensité de la force centrifuge se calcule à l'aide de la formule

$$P = \frac{m\,v^2}{r\,2g};$$

si donc les deux facteurs m et v augmentent, il est clair, sans autre démonstration, que la comparaison des profondeurs actuelles, correspondant à des rayons de courbure déterminés, avec les profondeurs auxquelles on peut s'attendre dans la coupure projetée, *doit conduire à des conclusions erronées, si l'on ne tient pas compte de l'augmentation des débits et particulièrement des vitesses.*

L'exécution de la coupure aura d'abord pour conséquence que la durée du flot, à Anvers, sera de 19 minutes plus grande qu'actuellement. A cette plus grande durée de flot correspondra une augmentation des volumes d'eau qui pénètreront dans l'Escaut en amont d'Anvers et dans ses affluents. L'avantage de cette plus grande durée de flot pourra d'autant mieux être utilisé que le lit mineur de l'Escaut amont se trouvera dans une situation meilleure. Si donc on procède à une amélioration générale du lit mineur en amont d'Anvers, comme le Gouvernement en a l'intention, il se produira un abais-

tion des Niedrigwasserbettes der Schelde oberhalb Antwerpen zur Ausführung kommt, wird eine ganz erhebliche Senkung des Niedrigwasserspiegels daselbst eintreten. Diese Senkung des Ebbespiegels wird neben dem unmittelbaren eminenten Vortheil einer Verbesserung der Vorfluthen aller nach der Schelde entwässernden Ländereien, den Raum für die vermehrte Wassermenge schaffen, welche ihrerseits für die Erhaltung eines tiefen Fahrwassers von grösster Bedeutung sein wird. Diese Aufgabe wird vorzugsweise dem Ebbestrom zufallen.

Der vergrösserten Fluthdauer entsprechend wird eine Abnahme der Ebbedauer um genau dasselbe Maass, um welches die Fluthdauer zunehmen wird, also um 19 Minuten eintreten. Da somit auf der einen Seite eine Vergrösserung der Fluth Wassermenge eintreten wird und diese vermehrte Wassermenge in kürzerer Zeit zum Abfluss kommen muss, wird nothwendigerweise die mittlere Geschwindigkeit der Ebbe sich auch vergrössern. In der Formel, welche die Grösse der Centrifugalkraft ausdrückt, ist die Geschwindigkeit v in der zweiten Potenz enthalten, da nun diese zum Quadrut erhobene Geschwindigkeit mit der secundlichen Wassermenge m multiplicirt wird, wobei der Begriff der Wassermenge im Sinne der Mechanik also $\frac{G}{g}$ aufzufassen ist, so ist es einleuchtend, dass diejenige Centrifugalkraft P, welche gegenwärtig genügt, um Tiefen von 8 m. in einer Krümmung von bestimmtem Radius r zu erhalten — diese selben Tiefen demnächtst bei vergrösserter Wassermenge m und vergrösserter mittleren Geschwindigkeit v in Krümmungen von grösserem Radius zu erhalten im Stande sein wird.

Aber auch ganz abgesehen davon, dass die Ausführung des Durchstichs eine wesentliche Verbesserung in der Wasserbewegung herbeiführen wird, welche bei dem Vergleich der jetzigen mit dem künftigen Zustand nicht ausser Acht gelassen werden darf, ist es nicht statthaft, aus der Thatsache, dass im jetzigen Scheldelauf Tiefen von 8 m. unter Niedrigwasser längs des concaven Ufers an solchen Stellen beobachtet werden, die sich an Strecken anschliessen, deren Krümmungsradius kleiner als 2000 m. ist und deren Bogenlänge kleiner ist als 800 m. (S. 9 des Gutachtens des Herren Conrad und Welcker) zu folgern, dass die demnächstigen Tiefen im Durchstich die von uns in Aussicht gestellten 8 m. unter Niedrigwasser längs des rechten Ufers nicht erreichen werden, weil gerade die zum Vergleich herangezogene jetzige Scheldestrecke zwischen Antwerpen und Kruisschans im höchsten Grade mangelhaft ist.

In den ersten Jahre nach Fertigstellung des Durchstichs, wo die Kaimauer noch nicht bis zum unteren Theil des Durchstichs fortgeführt sein kann, wird die tiefe Rinne voraussichtlich nicht hart dem concaven Ufer folgen, weil es aus practischen Gründen nicht zweckmässig sein wird, dem concaven Ufer eine übermässig steile Böschung zu geben. Die Fortführung der Kaimauer und die damit verbundene Herstellung einer verticalen Wand an

sement très sensible de la cote de marée basse. Outre l'avantage direct et important que l'on trouvera ainsi de faciliter l'assèchement de tous les terrains qui évacuent leurs eaux vers l'Escaut, cet abaissement des marées basses procurera l'espace nécessaire pour loger les débits majorés de flot, lesquels, à leur tour, sont de la plus grande importance pour la conservation d'un chenal navigable profond. Ce sera surtout au courant de jusant qu'incombera cette mission.

A l'augmentation de durée du flot correspondra une diminution de la durée du jusant de même importance, c'est-à-dire de 19 minutes. Or, comme il se produira, d'une part, une majoration du débit de flot et que, d'autre part, ce volume d'eau majoré devra s'écouler dans un temps plus court, nécessairement la vitesse moyenne du jusant augmentera. Dans la formule qui donne l'intensité de la force centrifuge la vitesse v figure à la deuxième puissance et comme la vitesse au carré doit être multipliée par la masse d'eau débitée par seconde m, — le mot masse étant pris dans le sens qu'on lui donne en mécanique, c'est-à-dire $\frac{G}{g}$ (1) — il est clair que la force centrifuge P, qui suffit aujourd'hui à maintenir des profondeurs de 8 mètres dans une courbe de rayon r, sera en état de maintenir, avec des masses d'eau plus grandes m et des vitesses plus grandes v, les mêmes profondeurs dans des courbes d'un rayon plus grand.

Même si l'on fait abstraction de l'amélioration qu'apportera au régime du fleuve l'exécution de la grande coupure, amélioration qui ne peut être négligée dans la comparaison de la situation actuelle avec la situation future, on ne peut, du fait que dans le lit actuel de l'Escaut on trouve des profondeurs de 8 mètres sous marée basse le long des rives concaves qui se raccordent à des sections dont le rayon de courbure est inférieur à 2,000 mètres et dont l'arc a moins de 800 mètres de longueur (p. 9 du rapport de MM. Conrad et Welcker), conclure que les profondeurs qui se produiront dans la coupure n'atteindront pas, le long de la rive droite, les 8 mètres que nous avons annoncés, précisément parce que la section de rivière qui a servi de base de comparaison, celle d'Anvers à Kruisschans, est défectueuse au premier chef.

Pendant les premières années qui suivront l'achèvement de la coupure, alors que les murs de quai n'auront pas encore été continués jusqu'à l'extrémité aval de celle-ci, le chenal ne serrera pas de trop près la rive concave, parce qu'on ne jugera pas utile de mettre cette rive sous un talus trop raide. Le prolongement du mur de quai et la substitution, qui en résulte, d'une paroi verticale à un talus plat, aura immédiatement pour effet de

---

(1) G, poids du corps.

Stelle der flachen Böschung wird jedoch sofort die Wirkung haben, die tiefe Rinne unmittelbar nach dem Fusse der Mauer zu verlegen, weil, wie bereits erwähnt, eine verticale Wand, selbst in einer schwachgekrümmten Flussstrecke, die Schaffung und Erhaltung grosser Tiefen begünstigt.

Wir legen daher besonderen Werth darauf hervorzuheben, dass nach unserer Ueberzeugung auch unterhalb Kilometer 13 der Bau von Kais mit genügender Wassertiefe unmittelbar davor möglich sein wird, weil der Einfluss der Concaven von Liefkenshoek sich erst am untersten Ende des Durchstichs geltend machen kann. Dass die tiefe Rinne von der Concaven längs des rechten Ufers des Durchstichs in die Concave bei Liefkenshoek übergehen muss, ist unvermeidlich, es liegt aber gar kein Grund vor anzunehmen, dass dieser Uebergang sich schon zwei Kilometer oberhalb des bei Kilometer 16 liegenden Inflexionspunktes ausbilden soll, namentlich, wenn man berücksichtigt, dass schon jetzt die grossen Tiefen unterhalb Kruisschans am rechten Ufer liegen. Die Tiefen auf diesem Uebergang hängen, wie die Tiefen auf jeder geraden Flussstrecke von den Breitenabmessungen des Niedrigwasserbettes in erster Linie ab. In derselben Weise wie durch Festlegung des Niedrigwasserbettes auf geraden Strecken, nach den bereits oben gemachten Ausführungen, eine Rinne von beständiger Lage und bestimmter Tiefe erzielt werden kann, ist durch dasselbe Mittel die Möglichkeit gegeben, jeden Uebergang, der im Grunde genommen nichts weiteres ist, als eine kurze gerade Strecke, so auszubilden, dass die Rinne eine beständige Lage und eine bestimmte Tiefe hat. Die Erhaltung bestimmter Tiefen auf jedem Uebergang ist von der Wassergeschwindigkeit und diese von der seitlichen Einschränkung abhängig.

Ist die Geschwindigkeit so gross, dass nicht nur Sandablagerungen verhütet werden, sondern auch die Sohle angegriffen wird, so liegt es durchaus in dem Bereich der Möglichkeit, einen Uebergang zu schaffen, auf welchem die Wassertiefen ebenso gross, wenn nicht gar grösser sind, als auf den anschliessenden Flussstrecken und zwar durch continuirliche seitliche Einschränkung. Die Beziehungen, welche überall zwischen Wassermenge, Querschnittsgrösse und Geschwindigkeit bestehen, gelten auch für Uebergangstrecken. Wenn daher in Folge einer lokalen Einschnürung der Querschnitt auf einer Uebergangstrecke eingeschränkt wird, so wird bei einer gegebenen Wassermenge die Geschwindigkeit eine Erhöhung erfahren, um die alte Relation zwischen Wassermenge und Querschnittgrösse aufrecht zu erhalten. Besteht nun die Flusssohle aus einem Material, welcher bei dieser vergrösserten Geschwindigkeit in Bewegung gesetzt wird, so wird die Sohle des Ueberganges sich vertiefen bis wiederum der Gleichgewichtszustand und die diesem entsprechende Relation zwischen Wassermenge, Querschnittsgrösse und Geschwindigkeit wieder hergestellt ist. Die Mächtigkeit des betreffenden Flusses spielt bei dem Uebergang aus einer Concaven in die folgende entgegengesetzte Concave ebenso wenig eine Rolle, wie bei der Festlegung des Niedrigwasserbettes auf einer mehrere Kilometer langen geraden Flussstrecke. Die Einwirkung der Profileinschränkung wird sich allerdings auf den ganzen Querschnitt erstrecken müssen, aber es ist dies zweifellos nur von Vortheil für die nutzbare Fahrwassertiefe und Fahrwasserbreite. Die Herren Conrad und Welcker

déplacer le chenal vers le pied du mur, parce que, selon ce qui a déjà été dit, une paroi verticale favorise, même dans un chenal peu courbe, la création et le maintien de grandes profondeurs.

Nous attachons, en conséquence, une valeur toute particulière à affirmer avec certitude la possibilité de construire également en aval du Kil. 13 des quais avec une profondeur d'eau suffisante à leur pied, parce que l'influence de la courbe concave de Liefkenshoek ne pourra se faire sentir qu'à l'extrémité aval de la coupure. Que le chenal doive passer de la courbe concave de la rive droite de la coupure à la courbe concave de Liefkenshoek, c'est inévitable; mais il n'existe aucun motif pour que ce passage se produise déjà 2 kilomètres en amont du point d'inflexion, qui se trouve placé au Kil. 16, d'autant plus que maintenant déjà les grandes profondeurs se trouvent à Kruisschans sur la rive droite. Dans ce passage les profondeurs dépendent, en premier lieu, tout comme sur une section droite, des dimensions transversales du lit mineur. De même que par la fixation du lit mineur sur des sections droites du fleuve, on peut, d'après les principes énoncés ci-dessus, créer un chenal stable et d'une profondeur déterminée, de même on peut, à l'aide du même moyen, disposer tout passage d'inflexion, qui en somme ne constitue qu'une courte section droite, de manière que le chenal soit stable de position et ait une profondeur déterminée. Le maintien de profondeurs déterminées à un passage d'inflexion dépend de la vitesse de l'eau et celle-ci, à son tour, dépend des resserrements du lit.

Si la vitesse est tellement grande que non seulement elle empêche des ensablements de se produire, mais encore que le lit soit attaqué, on possède complètement le moyen de créer, à l'aide de rétréciseements continus, un chenal d'inflexion dans lequel les profondeurs sont aussi fortes, si pas plus, que dans les sections contiguës du fleuve. Les relations qui existent partout entre les débits, les sections transversales et les vitesses sont également applicables aux passages d'inflexion. Si donc, par suite d'un rétrécissement local, la section transversale a été réduite sur un passage d'inflexion, la vitesse subira, pour un débit donné, un accroissement tel que l'ancienne relation entre le débit et la section transversale continue à subsister. Si maintenant le lit est formé d'un terrain qui peut être attaqué par cette vitesse majorée, le lit s'approfondira jusqu'à ce que l'équilibre soit rétabli ainsi que les relations correspondant à cet état, entre le débit, la section transversale et la vitesse. L'importance du fleuve en question joue aussi peu un rôle au passage d'une courbe concave à la suivante, de courbure inverse, que dans la fixation du lit mineur sur une section droite du fleuve, d'une longueur de plusieurs kilomètres. Certes, l'effet du rétrécissement du profil devra s'étendre sur toute la section transversale, mais il ne pourra être qu'avantageux au point de vue de la profondeur utile et de la largeur du chenal navigable. MM. Conrad et Welcker invoquent à l'appui de leur manière de voir, différente de la nôtre, deux exemples empruntés à des rivières néerlandaises.

führen als Beweis für ihre abweichende Anschauung zwei Beispiele niederländischer Flüsse an.

Diese Beispiele sind jedoch nicht glücklich gewählt. Zunächst müssen wir darauf hinweisen, das obwohl die Herren Conrad und Welcker auf S. 5 und 7 ihres Gutachtens grosses Gewicht darauf legen, dass die grösste Vorsicht bei dem Vergleich mit anderen Tideflüssen obwalte, um zu verhüten, dass aus falschen Analogien auch falsche Schlüsse gezogen werden, die Verhältnisse bei den herangezogenen Beispielen nur sehr geringe Analogie mit den Verhälnissen auf der Schelde haben. Die Schelde ist in erster Linie ein Tidefluss und zwar ein Tidefluss bei dessen Regime die Fluthwassermenge den Hauptfactor bildet.

Der Unterschied zwisschen der Schelde und der Mündung der Maas, selbst bei Hoek van Holland, geht am deutlichsten aus folgender Zusammenstellung hervor:

	Fluth-intervall.	DAUER DER		MITTLERE WASSERMENGE		Oberwassermenge die in einer Tide z. Abfluss. gel.	Prozentuales Verhältniss der Oberwassermenge zur Ebbewassermenge.
		Fluth	Ebbe	Fluth Cbm.	Ebbe Cbm	Cbm.	
Schelde bei Lillo.	4m 45	5h.48m.	6h.57	92,589,000	96,457,000	4,068,000	4.2 p. c.
Maasmündung bei Hoek van Holland	1m 64	5h.22m.	7h.05	39,600,000	62,100.000	22,500,000	36.2 p. c.

Bei Lillo beträgt das Fluthintervall der Schelde 4.45 m., und bei einer Fluthwassermenge von über 92 Millionen cbm. ist die Oberwassermenge so gering, dass sie mit 4 Millionen cbm. nur 4.2 % der Ebbewassermenge beträgt. Bei dem Rotterdam'schen Waterweg am Hoek van Holland ist das Fluthintervall dagegen fast nur 1/3 so gross, wie bei der Schelde und zwar 1.64 m. Viel erheblicher ist jedoch die Abweichung im Verhältniss zwischen Oberwassermenge und Ebbewassermenge, denn beim Waterweg repräsentirt schon bei niedrigem Oberwasser die Wassermenge 36.2 % der Gesammtwassermenge, gegenüber 4.2 % bei der Schelde. Sie ist daher im Verhältniss beim Waterweg fast neunmal so gross, wie bei der Schelde.

Aber abgesehen davon, dass die Verhältnisse bei der Mündung des Rotterdam'schen Waterwegs verschieden sind von den Verhältnissen auf der Schelde, darf die Thatsache, dass bei der Mündung des Rotterdam'schen Waterwegs die tiefe Rinne vom Profil 173 (Vergleiche die anliegende Karte III) abwärts nicht mehr in unmittelbarer Nähe des concaven rechten Ufers liegt, nicht einem zu grossen Krümmungsradius zugeschrieben werden.

Die rechtsseitige Niedrigwasserlinie springt unterhalb Profil 173 plötzlich ganz erheblich zurück hinter der ideellen Fortsetzung der Niedrigwasserlinie oberhalb dieses Profils. Dieser Unterbrechung der Continuität kann die tiefe Fahrinne nicht folgen, weil die Wirkung des Niedrigwasser Leitdammes oberhalb Profil 173 nicht mit dem Abschluss dieses Werks aufhört, sondern sich noch unterhalb dieses plötzlichen Abschlusses erstreckt. Das landsei-

Toutefois, ces exemples ne sont pas heureusement choisis. D'abord, nous ferons remarquer que MM. Conrad et Welcker (p. 5 et 7 de leur rapport) attachent une grande importance à ce que la plus grande prudence commande les comparaisons que l'on établit entre des rivières à marée, et ce afin d'éviter que d'analogies fausses on ne tire de fausses conclusions. Or, les exemples cités se rapportent à des situations qui n'ont que des analogies bien faibles avec celles de l'Escaut. Avant tout, l'Escaut est une rivière à marée, et, notons-le bien, dans le régime de laquelle le débit de la marée joue le rôle principal.

La différence entre l'Escaut et l'embouchure de la Meuse, même au Hoek van Holland, est bien mise en évidence par le tableau suivant :

	Amplitude de la marée.	DURÉE DU		DÉBIT MOYEN		Débit supérieur pendant une marée.	Rapport du débit supérieur au débit de jusan .
		flot	jusant	flot. Mètres cubes.	jusant. Mètres cubes.	mètres cubes.	
Escaut à Lillo. .	4m.45	5 h. 48 m. 5.50	6 h. 37 m. 6.35	92,389,000	96,457,000	4,068,000	4.2 p. c.
Embouchure de la Meuse au Hoek van Holland. .	1m.64	5 h. 22 m.	7 h. 03 m.	39,600,000	62,100,000	22,500,000	36.2 p. c.

A Lillo, l'amplitude de la marée de l'Escaut est de 4m.45, pour un débit de flot de plus de 92 millions de mètres cubes et le débit supérieur est tellement minime qu'avec ses 4 millions de mètres cubes, il n'atteint que 4.2 % du débit du jusant. Au Hoek van Holland, l'amplitude de la marée du Waterweg de Rotterdam atteint à peine le tiers de celle de l'Escaut, soit 1m.64. Toutefois, la différence est bien plus considérable en ce qui concerne les rapports entre le débit supérieur et le débit de jusant; car, au Waterweg, par eaux basses d'amont, ce rapport représente déjà 36 % du débit total, contre 4.2 % à l'Escaut. Au Waterweg cette différence est donc, relativement, neuf fois aussi grande qu'à l'Escaut.

Mais abstraction faite de ce que les conditions de régime du Waterweg de Rotterdam diffèrent des conditions du régime de l'Escaut, le fait qu'à l'embouchure du Waterweg de Rotterdam, en aval du profil 173 (*voir* la carte annexe III), le chenal ne serre pas la rive droite concave, ne doit pas être attribué à un rayon de courbure trop grand.

En aval du profil 173, du côté de la rive droite, la ligne des eaux de marée basse recule brusquement, d'une manière très sensible, en arrière du prolongement supposé de la ligne des eaux de marée basse en amont de ce profil. Le chenal navigable ne peut se plier à cette interruption de continuité, parce que l'effet de la jetée basse longitudinale, en amont du profil 173, ne cesse pas à l'extrémité de cet ouvrage, mais continue à se faire sentir en

tige Ende der Nord Mole liegt somit unter Schutz des Niedrigwasser Leitdammes.

Ein zweiter Factor von grosser Bedeutung darf aber bei der Untersuchung der Gründe, weshalb die tiefe Rinne nicht der Concaven folgt, auch nicht überschen werden. Nämlich die umfangreichen Baggerungen, welche jährlich ausgeführt werden, um die Fahrrinne sowohl hinsichtlich ihrer Tiefen als auch ihrer Lage zu erhalten.

Im seinem Bericht für den Brüsseler Schifffahrtscongress theilt der Ingenieur des Rotterdam'schen Waterwegs, Herr Ramaer, auf S. 17 mit, dass innerhalb und vor der Mündung des Waterwegs die Tiefen künstlich um 1.5 m. grösser erhalten werde, als weiter oberhalb, damit die ein und auslaufenden Schiffe bei Seegang nicht aufstossen, und dass die Erhaltung dieser Tiefen die jährliche Baggerung von 5 bis 600,000 cbm erfordert.

Die von den Herren Conrad und Welcker angeführte Rinne ist somit eine Rinne, welche im Wesentlichen künstlich durch Baggerungen *geschaffen* und in ihrer *Lage* erhalten wird, kann also nicht zum Beleg für die Ansicht dienen, dass nicht immer die tiefe Rinne an der concaven Seite liegt.

Das zweite von den Herren Conrad und Welcker angeführte Beispiel der Maas bei Alem ist nicht viel glücklicher gewählt. Hier handelt es sich um eine Flussstrecke weit oberhalb der Fluthgrenze von nur 130 bis 140 m. Breite und von geringer Tiefe im Vergleich zur Schelde. Die Nachstehenden Angaben sind dem vom Waterstaat veröffentlichten Werk : « Tienjarig » overzicht der waargenomen waterhoogten langs de Nederlandsche hoofd- » rivieren, de Zeeuwsche stroomen, de Noordzee, de Zuiderzee, de Wadden, » enz., 1881-1890 », und zwar der Bijlage B : « Opgave van de rivierwerken, » gemaakt in het tienjarig tijdvak 1881-1890 in de rivieren :

. . . . . .

» Maas, p. 1110-1112. »

. . . . . .

entnommen.

Aus der dort angegebenen Darstellung geht hervor, dass der in den Jahren 1886, 1887 und 1888 hergestellte Durchstich durch den sogenannten Piekenwaard in einer Tiefe von 2.90 m. unter mittlerem Sommer Wasserstand gegraben wurde und, dass diese Tiefe lediglich durch Einwirkung der Strömung auf die in der Bijlage 3 des Gutachtens der Herren Conrad und Welcker angegebene Tiefe von 3.50 m. unter mittlerem Sommer Wasserstand, also um 0.60 m. vergrössert worden ist. Wenn nun die Centrifugalkraft, welche im übrigen und weitaus längsten Theil des Durchstichs, eine verhältnissmässig so erhebliche Vertiefung längs des concaven Ufers hervorgerufen hat, nicht vermocht hat, die tiefe Rinne zwischen dem Profil 12 (Vergleiche die anliegende Karte IV) und dem obere Ende des Durchstichs längs

aval de cette jetée, qui se termine brusquement. Il se fait donc que l'extrémité du môle nord, côté des terres, se trouve sous la protection de la jetée basse.

Un second facteur, de grande importance, ne doit pas être perdu de vue dans la recherche des causes pour lesquelles le chenal ne serre pas la rive concave, savoir : les dragages considérables qu'on exécute tous les ans afin de conserver au chenal sa profondeur et sa position.

Dans le rapport qu'il a présenté au Congrès de navigation de Bruxelles, M. Ramaer, ingénieur du Waterweg de Rotterdam, dit (p. 17), que dans l'embouchure du Waterweg et devant celle-ci on entretient artificiellement une profondeur supérieure de 1m.50 aux profondeurs amont, afin que les navires entrant et sortant ne puissent échouer par gros temps. Il ajoute que l'entretien de ces profondeurs nécessite annuellement le dragage de 5 à 600,000 mètres cubes.

Le chenal pris comme exemple par MM. Conrad et Welcker est donc un chenal qui, en réalité, a été *créé* et qui est *entretenu* artificiellement par dragages; il ne peut donc être invoqué comme preuve à l'appui de la thèse que le chenal ne serre pas toujours la rive concave.

Le choix du deuxième exemple cité par MM. Conrad et Welcker, celui de la Meuse à Alem, n'est guère plus heureux. Ici, il s'agit d'une section de rivière située fort en amont de la région maritime, ayant seulement 130 à 140 mètres de largeur et des profondeurs fort petites par rapport à celles de l'Escaut. Les renseignements qui suivent ont été empruntés à l'ouvrage publié par le Waterstaat : « Tienjarig overzicht der waargenomen waterhoogten » langs de Nederlandsche hoofdrivieren, de Zeeuwsche stroomen, de » Noordzee, de Zuiderzee, de Wadden, enz., 1881-1890 », savoir à l'annexe *B* : « Opgave van de rivierwerken, gemaakt in het tienjarig tijdvak » 1881-1890 in de rivieren.

. . . . . .

» Maas, p. 1110-1111. »

. . . . . .

De l'exposé qu'on y trouve il résulte que la coupure, qui a été faite, pendant les années 1886, 1887 et 1888, à travers le Piekenwaard, a été creusée à une profondeur de 2m.90 sous la cote des eaux moyennes d'été et que cette profondeur a été portée à 3m.50, profondeur renseignée à l'annexe 3 du rapport de MM. Conrad et Welcker, par la seule action du courant; celui-ci a donc produit un approfondissement de 0m.60. Si la force centrifuge a été impuissante à déplacer le chenal vers la rive droite entre le profil 12 (*voir* la carte annexe IV) et l'extrémité amont de la coupure, alors que dans la partie restante de celle-ci elle a produit un approfondissement relativement si considérable, les causes en sont, pour autant que les documents dont nous disposons permettent d'en juger, les circonstances locales suivantes: D'abord,

des rechten Ufers zu verlegen, so sind, soweit das vorliegende Material erkennen lässt, die folgenden besonderen Verhältnisse die Veranlassung. Zunächst springt das rechte Ufer gerade im Profil 12 gegen die im Allgemeinen concav laufende Uferlinie vor, und wirft den Strom nach der linken Seite. Diese Wirkung des vorspringenden rechten Ufers wird durch die Ablagerungen vor der oberen Abzweigung des alten Arms verstärkt. Diese Ablagerungen ihrerseits hängen aber mit der Wirksamkeit des alten abgeschnittenen Armes zusammen. Der im Jahre 1887 ausgeführte Sperrdamm liegt mit seiner Krone am rechten Ufer 3.82 m. am linken 3.07 m. über mittlerem Sommer Wasserstand. Der an der Abzweigung des alten Armes vom Durchstich hergestellte Leitdamm in der sogenannten Normallinie hat eine Länge von 93 m. und schliesst den alten Arm nicht gänzlich ab. Er liegt an seinem oberen Ende 0.70 m. und an seinem unteren 1.54 m. über mittlerem Sommer Wasserstand. Das Vorland liegt nach der Höhe des Sperrdamms zu urtheilen etwa 3 m. über mittlerem Sommer Wasserstand. Da nun der mittlere Winter Wasserstand der Jahre 1881-1890 = 4.38 — 2.89 = 1.49 m. höher liegt als der mittlere Sommer Wasserstand, so ist es ohne weiteres klar, dass das Wasser vom Fluss aus theils durch die Oeffnung im Leitdamm, theils durch Ueberströmen des niedrigen Leitdammes in den oberhalb des Sperrdamms liegenden Theil des alten Flusslaufs bei jeder Anschwellung des Flusses eindringt, und nach deren Ablauf auf demselben Wege wieder ausfliesst.

Der alte Flussarm bewirkt durch die plötzliche Querschnittserweiterung einen Energieverlust, welcher dem Geschiebe die Gelegenheit giebt, sich abzulagern. Dass die Sommer Wasserstände die Untiefen nicht zu beseitigen vermögen ist eine Erscheinung welche im Oberlauf derjenigen Flüsse, welche nur für Mittelwasser corrigirt sind, stets wiederkehrt. Es kann auch nicht erwartet werden, dass selbst in einer gekrümmten Flussstrecke die niedrigen Sommer Wasserstände vorhandene Ablagerungen wieder beseitigen; zunächst, weil die Geschwindigkeiten der Sommer Wasserstände schon an sich geringer sind, als diejenigen der grobe Geschiebe führenden Winter Wasserstände, sodann aber weil diese Sommer Wasserstände sich in einem zu breiten Flussbett bewegen.

Die auf der Maas bei Alem, einem oberen Flusslauf beobachteten Erscheinungen können daher nicht ohne Weiteres auf einem Tidefluss, wie die Schelde, welche ein regelrecht ausgebautes Niedrigwasserbett erhalten soll, übertragen werden.

Mit grösserer Berechtigung könnte dagegen aus der Thatsache dass die Wirkung des Stromes nicht vermocht hat am oberen Ende des Durchstichs bei Alem die tiefe Rinne aus der Lage, die sie vor Herstellung des Durchstichs hatte, zu verlegen, gefolgert werden, dass auf der Schelde der Uebergang von der Concaven des Durschstichs in diejenige von Liefkenshoek sich unmöglich schon zwischen den Kilom. 13 und 15 bilden könne, weil die tiefe Rinne unterhalb des Durchstichs längs des rechten Ufers liegt.

In beiden von den Herren Conrad und Welcker angeführten Beispielen ist somit die Abweichung von der allgemeinen Regel in ganz besonderen örtlichen Verhältnissen begründet. Das Beispiel der Mündung des Rotter-

précisément dans le profil 12, la rive droite, qui est concave dans son allure générale, présente une saillie brusque, laquelle rejette le courant vers la rive gauche. Cet effet de la saillie de la rive droite est renforcé par les dépôts qui se produisent devant l'embouchure amont de l'ancien bras. A leur tour, ces dépôts dépendent du fonctionnement de celui-ci. La barrage de ce bras, construit en 1887, a sa plate-forme du côté de la rive droite à $3^m.82$ et du côté de la rive gauche à $3^m,07$ au-dessus des eaux moyennes d'été. La jetée basse établie au défluent de l'ancien bras, suivant la ligne dite normale, a une longueur de 93 mètres et ne ferme pas complètement l'ancien bras. A son extrémité amont, elle se trouve à $0^m.70$ et son extrémité aval à $1^m.56$ au-dessus des eaux moyennes d'été. A en juger d'après la hauteur du barrage, le terrain naturel se trouve environ à 3 mètres au-dessus des eaux moyennes d'été; mais comme la côte des eaux moyennes d'hiver, pendant les années 1880-1890, dépasse de $4^m.38 - 2^m.89 = 1^m.49$ la côte des eaux moyennes d'été, il va de soi qu'à chaque crue, les eaux de la rivière pénètrent en partie par l'ouverture dans la jetée basse, en partie par dessus cette jetée dans la partie de l'ancien lit de rivière située en amont du barrage; à la décrue, l'eau sort par le même chemin.

L'ancien bras de rivière provoque, par l'élargissement brusque de section qu'il occasionne, une perte d'énergie, laquelle permet aux galets de se déposer. Que les eaux d'été ne parviennent pas à faire disparaître les hauts-fonds, c'est là un phénomène qui se produit toujours dans le cours supérieur des rivières qui ne sont corrigées que pour les eaux moyennes. On ne doit pas non plus croire que, même dans une section courbe de rivière, les eaux basses d'été puissent entraîner ces dépôts; d'abord parce que les vitesses des eaux d'été sont moindres que celles des eaux d'hiver, qui charrient de gros galets; ensuite parce que les eaux d'été se meuvent dans un lit trop large.

On voit donc que les observations faites à Alem, sur la Meuse, rivière à débit supérieur, ne peuvent être appliquées sans réserves à une rivière à marée telle que l'Escaut, à laquelle on donnera un lit mineur constitué selon les règles de l'art.

Du fait que l'action du courant n'a pas pu, à l'origine amont de la coupure d'Alem. faire quitter au chenal la position qu'il occupait avant le creusement de la coupure, on serait bien plus autorisé à conclure, par contre, qu'à l'Escaut il sera impossible que le passage de la rive concave de la coupure vers la rive concave de Liefkenshoek se produise déjà entre les Kilomètres 13 et 15, parce que, en aval de la coupure, les grandes profondeurs se trouvent contre la rive droite.

Ainsi donc, dans les deux exemples cités par MM. Conrad et Welcker, l'exception à la règle générale provient de circonstances particulières tout à fait locales. L'exemple de l'embouchure du Waterweg de Rotterdam, où, par

dam'schen Waterwegs, wo durch bauliche Maasnahmen und durch die Ausführung jährlich wiederkehrender umfangreicher Baggerungen der tiefen Rinne eine bestimmte Lage gegeben und erhalten wird, widerspricht daher ebensowenig, wie das Beispiel der Maas bei Alem der im Anfang dieses Gutachtens aufgestellten These, dass die tiefe Rinne der Concaven folgt, wenn sie nicht durch besondere örtliche Umstände oder künstliche Maasnahmen gehindert wird, dem Naturgesetz zu folgen.

Während die Herren Conrad und Welcker in Aussicht stellen, dass die tiefe Rinne von 8 m. unter Niedrigwasser dem concaven rechten Ufer nur im oberen Theil des Durchstichs etwa bis zum Kilometer 10 folgen wird (S. 13 *ad B.* des Gutachtens der genannten Herren) kommen wir dagegen auf Grund der vorstehenden Betrachtungen zu der schon früher ausgesprochenen Ueberzeugung, dass die Ausführung des Durchstichs die Möglichkeit bieten wird, mindestens 5,000 lfd. m. Kais zu bauen, längs welchen die Erhaltung einer durchgehenden Tiefe von mindestens 8 m. unter Niedrigwasser ohne Anwendung künstlicher Mittel (Baggerungen), lediglich durch die Wirkung der Stromkraft mit aller Bestimmtheit in Aussicht gestellt werden kann, und dass höchst wahrscheinlich weitere 2,000 m. mit denselben Wassertiefen ausgebaut werden können, wenn eine entsprechende Einschränkung der Profilbreiten durch Vorbauen der Niedrigwasserlinie vor dem linken Ufer stattfindet.

II. Zweite Frage. — Die zweite Frage lautet :

« Für den Fall, dass die Ausführung des Durchstichs beschlossen werden » sollte, besteht die Gefahr von Versandungen und einer Erschwerung der » Schifffahrt während der Zeit, wo beide Arme der Strömung offen sein » werden? Ist die Gewissheit vorhanden, dass der alte Arm abgeschlossen » und der neue von der Schifffahrt benutzt werdenkann, ohne dass die Schiff- » fahrt unterbrochen zu werden braucht ?

» Wenn die Ausführung scheitern sollte, könnte der alte Arm wieder für » die Schifffahrt eröffnet und der Durchstich geschlossen werden ? »

Während der Herstellung des Durchstichs wird an dem bestehenden Zustand nichts geändert, weil der ganze Durchstich innerhalb zweier Fangedämme hergestellt werden soll und diese Fangedämme die Baustelle des Durchstichs gegen das Eindringen von Fluthwasser schützen werden, genau wie gegenwärtig die Deiche die ganze Polder Niederung vor Ueberschwemmungen schützen.

Von der Fertigstellung des Durchstichs bis zu dem Augenblick, wo die Schifffahrt das neu geschaffene Fahrwasser ausschliesslich benutzen wird, sind zwei Perioden zu unterscheiden. Während der ersten muss der untere Fangedamm beseitigt und an der Stelle, wo sich dieser befand, das projectmässige Profil durch Baggerung hergestellt werden. Es fragt sich hierbei ob es möglich sein wird, diesen Fangedamm so rasch zu beseitigen, dass das Fluthwasser ohne übermässige Geschwindigkeiten in den Durchstich ein-

la construction d'ouvrages et par l'exécution de dragages importants, renouvelés tous les ans, on a créé le chenal et où on le maintient dans une position déterminée, est, aussi peu que l'exemple de la Meuse à Alem, en contradiction avec la thèse exposée en tête de ce rapport. Nous disons donc que le chenal suit la courbe concave, à moins qu'il ne soit empêché de suivre la loi de la nature par des circonstances locales ou par des dispositions artificielles.

Tandis que MM. Conrad et Welcker prévoient que le chenal de 8 mètres de profondeur sous marée basse suivra la rive droite concave seulement dans la partie amont de la coupure, soit jusqu'au Kilomètre 10 (p. 13, *ad. B.* du rapport de ces Messieurs), nous arrivons, en nous basant sur les considérations qui précèdent, à la certitude que nous avons déjà exprimée précédemment : L'exécution de la coupure permettra la construction d'au moins 5,000 mètres de quais, le long desquels, on peut le prédire avec toute assurance, un chenal d'au moins 8 mètres de profondeur sous marée basse se maintiendra sans emploi de moyens artificiels (dragages), par la seule action du courant. et, très probablement, on pourra construire encore 2,000 mètres avec la même profondeur à leur pied, si l'on réduit sur cette section la largeur des profils, à l'aide d'ouvrages à construire sur la rive gauche, devant la ligne des eaux basses.

II. Seconde question. — La seconde question est formulée comme suit :

« Au cas où l'on déciderait l'exécution de la coupure, y aurait-il danger » d'ensablement et d'entrave à la navigation pendant la période durant » laquelle les deux bras seront ouverts aux courants? Y a t-il certitude que » l'ancien bras pourra être barré et le nouveau livré à la navigation sans » interruption de celle-ci?

» Si le plan devait échouer, pourrait-on rouvrir l'ancien bras à la navi- » gation et fermer la coupure? »

Pendant le creusement de la coupure, rien ne sera changé à la situation actuelle; toute la coupure sera creusée à l'intérieur de deux batardeaux et ces batardeaux préserveront la fouille de l'invasion de l'eau de la marée, tout comme les digues protègent maintenant les terrains bas des polders contre les inondations.

Depuis l'achèvement de la coupure jusqu'au moment où la navigation pratiquera exclusivement le nouveau chenal, il faut distinguer deux périodes : Pendant la première, le batardeau aval devra être démoli et, à l'emplacement qu'il aura occupé, la section transversale projetée devra être creusée à l'aide de dragages. Ici se pose la question de savoir s'il sera possible de démolir assez rapidement ce batardeau, pour que l'eau puisse pénétrer dans la coupure et en sortir au jusant sans que des vitesses exagé-

dringen und bei der Ebbe wieder ausströmen kann, und ob hierbei Versandungen im alten Fahrwasser zu befürchten sind.

Es wird sich empfehlen, den unteren Fangedamm zuerst zu beseitigen, weil vor der völligen Freigabe des Durchstichs für die Schifffahrt derselbe als Fluthreservoir wirken muss und die zur Füllung erforderlichen Wassermengen, wie später dargelegt werden soll, zweckmässiger an einem Punkt der Schelde entnommen werden, welcher der Mündung nahe liegt, als von einem weiter oberhalb belegenen Punkte, wo die Abgabe der in den Durchstich fliessenden Wassermengen, höchst wahrscheinlich, wegen des mangelhaften Zustandes des Flusses zwischen Antwerpen und Kruisschans, auf Kosten des oberen Flusslaufs geschehen würde.

Um die Beseitigung des Fangedamms möglichst rasch bewirken zu können, und um die Gewissheit zu haben, dass die Verbindung zwischen der Schelde und dem Durchstich sich erst dann bildet, wenn der eigentliche Fangedammkörper auf ein Minimum reduzirt ist, wird es sich empfehlen, trotz der höheren Kosten sowohl beim unteren wie beim oberen Fangedamm Spundwände anzuwenden. Diese brauchen jedoch nicht höher zu sein, als das Vorland und können neben dem alten Deiche liegen oder von einem neuen überschüttet werden, müssen aber jedenfalls tiefer als die neue Flusssohle reichen.

Nach der Fertigstellung des Durchstichs wird man an die Beseitigung zunächst des unteren Fangedammes herantreten, wobei der über Hochwasser liegende Theil des Fangedamms wegzuschaffen und gleichzeitig der zum Schutze der Spundwand im Innern stehen gebliebene Erdkörper mit Hilfe von Baggergeräthen, zu beseitigen sein wird. Es wird auf diese Weise thatsächlich möglich sein, die Verbindung zwischen Schelde und dem Durschstich herzustellen, ohne die geringste Gefahr, dass Boden in schädlichen Mengen in die Schelde treibe und zu Versandungen, welche der Schifffahrt hinderlich sein könnten, Anlass gebe.

Der Wasserstand im Durchstich wird sich während der Aushebung annähernd auf halber Fluthhöhe einstellen, so dass ein Ueberdruck von etwa 2.5 m. zu erwarten ist. Wenn nun an einer beliebigen Stelle des Fangedamms die im Durchstich befindlichen Bagger den letzten Rest Erde während der ersten Stunden der Fluth beseitigen, so wird in einem gegebenen Augenblick die Fluth in der Schelde höher stehen, als der Wasserstand des Durchstichs, und dieser Ueberdruck wird genügen, um den stark geschwächten Fangedammkörper zu durchbrechen. Die Fluth wird sich alsdann mit Gewalt in den Durchstich ergiessen, um denselben in dem Maasse, wie die Fluth in der Schelde steigt, bis auf Hochwasserhöhe zu füllen. Die starke Strömung wird die Oeffnung selbstthätig erweitern und hierbei wird ohne Zweifel eine grössere Bodenmenge, sowie eine grosse Anzahl freigespühlter Spundbohlen in den Durchtich hineingetrieben werden. Aber während die treibenden Spundbohlen am Ufer in Sicherheit gebracht werden können, wird zwar der Boden sich ablagern, jedoch mit Leichtigkeit vor der völligen Eröffnung des Durchstichs wieder weggebaggert werden können.

Während der Ebbe, welche auf die erste eindringende Fluth folgt, wird

rées se produisent, et si, à cette occasion, des ensablements ne sont pas à craindre dans l'ancien chenal.

Il est recommander que l'on démolisse le batardeau aval en premier lieu, parce qu'avant d'être livrée à la navigation, la coupure devra fonctionner comme réservoir de marée et que les volumes d'eau nécessaires à son remplissage pourront, ainsi qu'il sera montré plus tard, être empruntés à l'Escaut plus judicieusement en un point rapproché de l'embouchure qu'en un point situé plus en amont, où l'abandon de ce volume d'eau se ferait fort probablement au détriment de la partie amont du fleuve, à cause de l'état défectueux de celui-ci entre Anvers et Kruisschans.

Afin de hâter autant que possible la démolition du batardeau et afin d'obtenir la certitude que la communication entre l'Escaut et la coupure s'établira seulement lorsque le batardeau proprement dit sera réduit à un minimum, on fera bien, malgré l'accroissement de dépenses qui en résultera, d'avoir recours à des files de palplanches aussi bien au batardeau aval qu'à celui d'amont. Ces palplanches ne devront pas dépasser le terrain naturel; elles pourront être battues devant l'ancienne digue ou bien être couvertes par une nouvelle, mais, en tout cas, elles devront descendre sous le plafond du nouveau lit.

Après l'achèvement de la coupure, on devra entamer d'abord la démolition du batardeau aval, en déblayant la partie qui dépasse la marée haute en même temps qu'on enlevera, à l'aide de dragages, le bloc de terre qui aurait été laissé à l'intérieur pour la protection de la ligne de palplanches. En procédant de la sorte on pourra établir la communication entre l'Escaut et la coupure, sans courir le moindre danger que des terres s'introduisent en quantités nuisibles dans l'Escaut et y provoquent des dépôts gênants pour la navigation.

Pendant la période d'exécution, l'eau atteindra dans la coupure sensiblement la côte de mi-marée, de sorte qu'on peut s'attendre à une pression d'eau d'environ 2 m. 1/2. Lorsque les dragueurs, qui se trouvent dans la coupure, seront occupés, en un point quelconque dú batardeau, pendant les premiers heures du flot, à draguer les derniers restes de terre, il arrivera, à un moment donné, que les eaux de flot dans l'Escaut se trouveront à un niveau supérieur à celui des eaux de la coupure; cette surcharge suffira pour rompre le batardeau dejà considérablement affaibli. Le flot se jettera alors avec violence dans la coupure. pour la remplir jusqu'à marée haute, au fur et à mesure que le flot montera dans l'Escaut. Ce courant violent élargira l'ouverture, et, sans aucun doute, un assez grand volume de terres ainsi qu'un grand nombre de palplanches déchaussées, seront entraînées dans la coupure, Pendant que les palplanches qui flotteront, seront ramenées sur la rive, les terres se déposeront, mais elles pourront fort facilement être draguées avant l'ouverture complète de la coupure.

Pendant le jusant succédant au premier flot qui aura envahi la coupure,

sich nun der Durchstich bis zur Niedrigwasserhöhe entleeren; aber die Bodenmenge, welche die Strömung etwa von dem Rest des Fangdamms in die Schelde reissen könnte, wird, wenn eine derartige Bodenbewegung überhaupt stattfindet, aus folgenden Gründen nur ganz gering sein können. Unter der Voraussetzung, dass der Wasserspiegel die Höhe von halber Fluth hat, wird die zwischen halber Fluth und Hochwasser in den Durchstich eindrigende Wassermenge rund 10,6 Millionen cbm. betragen. Da diese Wassermenge in etwa 3 Stunden einströmen muss, wird die mittlere secundliche Wassermenge rund 980 cbm. betragen. Die secundliche Wassermenge wird im Anfang viel kleiner, gegen Ende der Fluth dagegen, wo die Oeffnung im Fangedamm sich allmählich vergrössert haben wird, viel grösser als die durchschnittliche sein.

Der Fassungraum des Durchstichs zwischen Hoch und Niedrigwasser beträgt rund 20 Millionen cbm. Diese Wassermenge wird sich nun während der ganzen Ebbedauer d. h. in 6 h. 37 min. durch die Oeffnung im Fangedamm wieder in die Schelde ergiessen. Die mittlere secundliche Wassermenge, welche die Oeffnung im Fangedamm passiren muss, beträgt daher rund 850 cbm.

Es bedarf wohl keiner weiteren Ausführung, um darzulegen, das die in den letzten Stunden der Fluth in dem Fangedamm geschaffene Oeffnung gross genug sein wird, um die vorstehend berechneten 850 cbm. pro Secunde ohne übermässige Geschwindigkeit durch die Oeffnung im Fangedamm wieder in die Schelde ablaufen zu lassen.

Es ist ganz ausgeschlossen, dass auch nur ein Theil des mit der Fluth in den Durchstich hineingetriebenen Bodens bei der Ebbe in die Schelde gelange, weil die Querschnitte im Durchstich in ihrem projectmässigen Abmessungen so berechnet sind, dass eine mittlere Wassermenge von über 4,000 cbm. pro Secunde durchfliessen kann. Die Oeffnung welche die Strömung selbstthätig in dem Fangedamm schaffen wird, kann daher aus demselben Gründe auch nur ein Viertel des an dieser Stelle später erforderlichen Querschnitts besitzen. Beim Durchfluss einer durchschnittlichen Wassermenge von 850 cbm. werden folglich oberhalb des Fangedamms nur so geringe Geschwindigkeiten auftreten, dass der abgelagerte Boden nicht wieder in Bewegung gebracht werden kann.

Sollte aber auch wirklich während der Ebbe eine Erweiterung der von der Fluth geschaffen Oeffnung stattfinden, so werden auf jeden Fall die in die Schelde gelangenden Bodenmengen ganz geringfügig sein. Eine Ablagerung, selbst dieser unbedeutenden Bodenmengen im Fahrwasser ist nicht zu befürchten, weil, von dem Augenblick, wo der Durchstich sich mit Fluth füllen und mit Ebbe entleeren muss, die Wasserbewegung in der Schelde unterhalb Lillo eine verstärkte sein wird. Diese vermehrte Wasserbewegung wird wohl eine Verbesserung, aber keinenfalls eine Verschlechterung des Fahrwassers zur Folge haben.

Es könnten vielleicht Zweifel darüber gehegt werden, ob es auch in Wirklichkeit möglich sein wird, die Verbindung zwischen dem Durchstich und der Schelde in dem gewünschten Augenblick herzustellen, ob man hierin

celle-ci se videra jusqu'à la cote de marée basse, mais le volume de terre que le courant pourrait enlever au batardeau et amener dans l'Escaut, si toutefois pareil déplacement de terre se produit, sera très minime et ce pour les motifs suivants : En supposant que le niveau des eaux dans la coupure atteigne la cote de mi-marée, le volume d'eau qui pénétrera entre demi-marée et marée haute dans la coupure sera d'environ 10.6 millions de mètres cubes; comme ce volume d'eau doit entrer en 3 heures environ, le débit moyen par seconde sera de 980 mètres cubes environ. Au début, le débit par seconde sera beaucoup plus petit que le débit moyen, tandis qu'il sera plus grand vers la fin du flot, lorsque l'ouverture dans le batardeau se sera agrandie progressivement.

La capacité de la coupure entre marée haute et marée basse est d'environ 20 millions de mètres cubes. Ce volume d'eau devra rentrer dans l'Escaut par l'ouverture dans le batardeau pendant la durée du jusant, c'est-à-dire en 6 h. 37 m. Le débit moyen qui, par seconde, devra passer par l'ouverture dans le batardeau, sera, par conséquent, d'environ 850 mètres cubes.

Il ne sera certainement pas nécessaire d'entrer dans des explications plus longues pour établir que l'ouverture produite dans le batardeau pendant les dernières heures du flot sera assez grande pour laisser écouler dans l'Escaut le débit calculé ci-dessus, de 850 mètres cubes par seconde, sans que des vitesses exagérées soient à redouter.

Il est tout à fait inadmissible que même une partie seulement des terres chassées par le flot dans la coupure puisse être amenée par le jusant dans l'Escaut, vu que les sections transversales de la coupure seront calculées de manière à pouvoir écouler 4,000 mètres cubes par seconde. Pour le même motif, il suffira que l'ouverture, que le courant creusera dans le batardeau, n'ait que le quart de la section nécessaire plus tard au droit de ce batardeau. Avec un débit de 850 mètres cubes par seconde, les vitesses en amont du batardeau seront tellement faibles que les terres qui auront été déposées ne pourront plus être entraînées.

Mais encore, si, pendant le jusant, l'ouverture pratiquée par le flot devait s'élargir, les masses de terre qui pourraient parvenir dans l'Escaut ne seraient, en tout cas, que fort minimes. Un dépôt dans le chenal, même celui de ces masses de terre insignifiantes, n'est pas à craindre, parce que, dès que la coupure devra se remplir au flot et se vider au jusant, les débits de l'Escaut en aval de Lillo seront augmentés. Cette majoration des débits aura certainement pour conséquence une amélioration et nullement une détérioration du chenal navigable.

Des doutes pourraient peut-être s'élever sur la possibilité d'établir la communication entre l'Escaut et la coupure à l'instant choisi; on pourra se demander si, sous ce rapport, on n'est pas à la merci du hasard ou si, enfin,

nicht vielmehr ganz dem Zufall preisgegeben sein wird und ob schliesslich die, während der letzten drei Stunden der Fluth in den Durchstich einströmende Wassermenge eine genügende Oeffnung im Fangendamm schaffen kann.

Diese Zweifel haben aber keine Berechtigung, denn eine ganz ähnliche Aufgabe ist unter viel schwierigeren Verhältnissen mit vollständigem Erfolg im Frühjahr 1895 bei Eröffnung des Durchstichs an der Mündung der Weichsel gelöst worden. Hier wurde der Durchstich auch im Schutze von Fangedämmen hergestellt, aber um an Kosten zu sparen, war der Durchstich nicht in seinen endgültigen Abmessungen, sondern nur im 59 m. Breite ausgehoben worden. Das Frühjahrs Hochwasser sollte, in den Durchstich geleitet werden und die noch zu beseitigenden Bodenmengen in die Ostsee schwemmen. Die Verhältnisse waren hierbei ungleich schwieriger, wie bei der Schelde. Die Durchstechung des Fangedamms durfte erst dann vorgenommen werden, als das Eis in den benachbarten Mündungsarmen : der Danziger und der Elbinger Weichsel, vollständig abgetrieben war. Wegen der sich in diesen Armen beim Eisabgang stets bildenden Eisstopfungen war ferner die Höhe des Wasserstandes der Weichsel in dem Augenblick, wo die Durchstechung erfolgen konnte, nicht im Voraus genau zu bestimmen. Trotz dieser erschwerenden Umstände wurde die Aufgabe glänzend und in der erwarteten Weise gelöst. Am 31 März 1895 wurde Nachmittags der Fangedamm durchstochen und nach Verlauf von 16 Stunden hatte der Strom 2 Millionen cbm. aus dem Durchstich beseitigt und in die Ostsee geschwemmt.

Eine so umfangreiche Bodenbewegung durch die selbstthätige Wirkung der Strömung, war bei der Weichsel statthaft, weil dieser Boden in die See getrieben wurde, wo die Küstenströmung für dessen Vertheilung sorgte. Eine ähnliche Bauweise kann selbstverständlich bei der Schelde nicht in Frage kommen, weil örtliche Versandungen des Fahrwassers auch unterhalb Bath zu befürchten wären, wenn plötzlich Millionen von cbm. durch die Strömung versetzt würden. Aus diesem Grunde wird das grösste Gewicht darauf gelegt, dass der Durchstich in seinen vollen projectmässigen Abmessungen hergestellt wird, und dass auch der zur Beseitigung des Fangedamms fortzuschwemmende Erdboden auf das geringste zulässige Maass beschränkt bleibe.

Bevor nun an die Beseitigung des oberen Fangedamms geschritten werden kann, wird mit Hilfe der Bagger der volle Querschnitt an der Stelle des unteren Fangedamms herzustellen sein. Wie lange diese Arbeit und die Wiederbeseitigung der in den Durchstich hineingetriebenen Bodenmenge dauern wird, hängt einzig und allein von der Leistungsfähigkeit der hierbei benutzten Bagger ab. Da aber die Aushebung des Durchstichs jedenfalls mit den stärksten zu Gebote stehenden Apparaten erfolgen soll, so kann auch die Zeit, welche verstreichen wird, von dem Augenblick. wo der untere Fangedamm durchstochen worden ist, bis zu dem Augenblick, wo die Beseitigung des oberen Fangedammes in Angriff genommen wird, wenn nicht etwa Stunden, so doch nur wenige Tage betragen.

la masse d'eau qui pénétrera dans la coupure, pendant les dernières trois heures du flot, pourra produire dans le batardeau une ouverture suffisante.

Ces doutes ne sont pas fondés, car un problème entièrement analogue a été résolu, avec un succès complet, dans des conditions bien plus difficiles. au printemps de 1895, lors de l'ouverture d'une coupure à l'embouchure de la Vistule. Cette coupure avait également été exécutée à l'abri de batardeaux, mais, pour réduire la dépense, on n'avait pas donné à la coupure ses dimensions définitives et on ne l'avait creusée qu'à 50 mètres de largeur au plafond. On se proposait d'introduire les crues du printemps dans la coupure et les terres qui restaient à déblayer devaient être entraînées par les courants dans la mer Baltique. Les circonstances étaient, dans ce cas, beaucoup plus défavorables qu'à l'Escaut. Le batardeau ne pouvait être percé que lorsque la glace aurait entièrement disparu dans les bouches voisines : la Vistule de Dantzig et la Vistule d'Elbing. A cause des embâcles qui se produisent toujours dans ces bras lors du dégel, on ne pouvait pas déterminer d'avance exactement la hauteur des eaux de la Vistule au moment du percement du batardeau. Malgré ces circonstances difficiles, le problème fut résolu d'une manière brillante et dans les conditions prévues. Le batardeau fut percé le 31 mars 1895, dans l'après-midi, et au bout de 16 heures le courant avait entraîné et déversé dans la Baltique 2 millions de mètres cubes de terre.

Un déplacement de terre de cette importance, par la seule action des courants, pouvait être admis à la Vistule, parce que ces terres étaient amenées en mer, où les courants littoraux se sont chargés de leur dispersion. Il va de soi qu'il ne peut être question d'avoir recours à pareil mode d'exécution à l'Escaut, parce que des ensablements locaux du chenal seraient à craindre, même en aval de Bath, si des millions de mètres cubes de terre étaient déplacés subitement par les courants du fleuve. C'est pour ce motif que l'on attache la plus grande importance à ce que la coupure soit creusée complètement aux dimensions qui seront admises au projet et à ce que le volume de terre qui pourra être entraîné par les eaux lors de la démolition du batardeau soit réduit à un minimum.

Avant de procéder à la démolition du batardeau amont, il faudra, à l'aide de dragueurs, réaliser entièrement le profil prévu à l'emplacement du batardeau aval. La durée de ce travail et celle de l'enlèvement des terres introduites dans la coupure dépendra uniquement de la puissance des dragueurs qu'on emploiera. Or, comme on se propose d'employer au creusement de la coupure les engins les plus puissants qui existent, le temps qui se passera depuis le percement du batardeau aval jusqu'au moment où on pourra entamer la démolition du batardeau amont, se réduira, si pas à des heures, au moins à peu de jours.

In dieser Zwischenzeit wird der Durchstich sich als ein Fluthbecken mit jeder Fluth füllen und bei Ebbe wieder entleeren.

Die Ansichten über die Wirkung der Fluthbecken sind getheilt. Am Schluss des Abschnittes XV ihres Berichts über die Scheldemündung, gelegentlich der V internationalen Binnenschiffahrtscongress in Paris 1892 haben sich die Herren Troost und Vandervin über Fluthbecken folgendermaassen geäussert : « Ist das Mündungsgebiet genügend breit, wie dies bei der » Schelde der Fall ist, die einen förmlichen kleinen Meeresarm bildet, so » ist die Kommunikation mit dem grossen Reservoir des Ozeans so kurz und » leicht, dass die Becken daselbst gewissermassen direct das für sie nöthige » Wasser schöpfen können und auch stets einen genügenden Abfluss fin- » den. Es erscheint sogar wahrscheinlich, dass sie in diesem Falle in kräf- » tiger Weise zur Unterhaltung der die Verbindung zwischen Meer und » Fluss herstellenden Einfahrt beitragen und die Bildung von Schwellen » hindern. » Wir stimmen mit dieser Ansicht völlig überein. Bei den zahlreichen Fluthbecken, welche durch die Ausführung der Unterweserkorrektion entstanden sind, ist sie auch vollauf bestätigt worden. Es kann daher auch für die Schelde nur eine günstige Wirkung von dem Vorhandensein eines 20 Millionen cbm. bei jeder Fluth aufspeichernden Fluthbeckens erwartet werden. Die untere Schelde kann auch zweifellos die zur Füllung des Durchstichs erforderliche Wassermenge von 20 Millionen cbm. leisten, ohne jegliche nachtheilige Wirkung auf den Zustand des Fahrwassers, namentlich dann, wenn durch die beabsichtigte und nur zu empfehlende Korrektion der Schelde bis zur belgisch-holländischen Grenze eine allmählige Zunahme der Profilgrössen vorher erzielt worden ist.

Es darf bei der Beurtheilung der Frage, ob die Schelde diese grössere Wassermenge ohne Nachtheil, weder für den oberen, noch für den unteren Flusslauf liefern kann, nicht übersehen werden, dass diese Mehrleistung von 20 Millionen cbm. gering ist, im Vergleich zu den Wassermengen, welche mit Fluth in das Mündungsgebiet der Schelde eindringen.

Die Fluthwassermenge, welche bei Antwerpen nur 59 Millionen cbm. beträgt, wächst schon bei Lillo auf etwa 92 1/2 Millionen und bei Bath sogar auf über 187 Millionen cbm. Die zur Füllung des Durchstichs erforderliche Wassermenge beträgt daher nur etwas über 10 p. h. der Fluthwassermenge bei Bath. Bei der Korrection der Unterweser hat in Farge, einem Punkt, der über 40 Kilometer von Bremerhaven entfernt liegt, eine Vermehrung der Fluthwassermenge von 5.4 auf 10.6 Millionen cbm. also um rund 100 p. c. statt gefunden. Die auf der Schelde zu erwartende Vermehrung an einem Punkte, welcher dem ungeheuren Reservoir des Mündungsgebietes viermal näher liegt, als beim angeführten Beispiel der Weser kann als geringfügig betrachtet werden im Vergleich zu der Vermehrung der Wassermenge, welche auf der Weser ohne jegliche Benachtheiligung der anschliessenden Flussstrecke erzielt worden ist. Es ist daher mit alle Sicherheit zu erwarten, dass das Fluthbecken bei der Schelde, wie die Herren Troost und Vandervin in dem bereits erwähnten Bericht ganz zutreffend bemerkten, aus dem nur etwa 11 Kilometer entfernten grossen Reservoir

Pendant cette intervalle, la coupure fonctionnera comme bassin de marée, qui se remplira à chaque flot et se videra à chaque jusant.

Les avis sont partagés sur l'action des réservoirs de marée. A la fin du chapitre XV de leur rapport au Ve Congrès international de navigation, à Paris, MM. Troost et Vandervin s'expriment comme suit à ce propos : « Si » l'estuaire est suffisamment large, comme c'est le cas de l'Escaut, qui con- » stitue en vérité un petit bras de mer, la communication avec le grand » réservoir de l'Océan est si courte et si facile, que les bassins peuvent en » quelque sorte y puiser directement ce qui leur est nécessaire, et qu'ils y » trouvent aussi toujours une décharge suffisante. Il paraît même probable » qu'alors ils contribuent puissamment à l'entretien du goulot établissant la » communication entre la mer et le fleuve et empêchent la formation de » barres. » Nous partageons complètement cette manière de voir. Elle a été entièrement confirmée par les nombreux réservoirs de marée qui ont été créés lors de l'exécution des travaux de correction du Wéser Inférieur. Par conséquent, on ne peut attendre qu'un effet favorable pour l'Escaut de l'existence d'un réservoir à marée, emmagasinant à chaque flot 20 millions de mètres cubes. Il est aussi hors de doute que l'Escaut Inférieur peut fournir les 20 millions de mètres cubes nécessaires au remplissage de la coupure, sans conséquence fâcheuse aucune pour le chenal navigable, surtout si, avant l'ouverture de la coupure, on a réalisé, au préalable, l'agrandissement progressif des sections transversales par la correction de l'Escaut jusqu'à la frontière néerlandaise-belge, dont le projet existe et dont l'exécution ne peut qu'être recommandée.

Lorsque l'on se demande si l'Escaut peut fournir ces volumes d'eau supplémentaires sans qu'il en résulte d'inconvénient ni pour la partie aval ni pour la partie amont du fleuve, il ne faut pas perdre de vue que ce débit supplémentaire de 20 millions de mètres cubes est minime par rapport aux volumes d'eau qui pénètrent au flot dans l'estuaire du fleuve.

Le débit de flot, qui atteint 59 millions de mètres cubes à Anvers, s'élève à Lillo déjà à 92 1/2 millions, et, à Bath même, à plus de 187 millions de mètres cubes. Le volume d'eau nécessaire au remplissage de la coupure n'atteint donc qu'environ 10 p. c. du débit de flot à Bath. Lors de la correction du Wéser Inférieur, le débit de flot à subi à Farge, endroit situé à 40 kilomètres en amont de Bremerhaven, une augmentation de 5.4 à 10.6 millions de mètres cubes, soit de 100 p. c. environ. La majoration à laquelle on peut s'attendre dans l'Escaut en un point qui est rapproché de l'immense réservoir de l'estuaire quatre fois plus que dans l'exemple du Wéser cité plus haut, peut être considérée comme minime en comparaison de la majoration du débit qui a été réalisée sur le Wéser, sans conséquence fâcheuse aucune pour les sections de fleuve voisines. On peut donc, avec confiance, s'attendre à ce que ce réservoir de marée de l'Escaut se remplisse, comme MM. Troost et Vandervin l'ont fort bien fait remarquer, avec de l'eau à puiser pour ainsi dire directement, dans le réservoir de l'estuaire, distant seulement d'environ 11 kilomètres.

des Mündungsgebiets gewissermassen direct das nöthige Wasser wird schöpfen können.

So lange der Durchstich die Rolle eines Fluthbeckens spielt, wird also eine vermehrte Wasserbewegung unterhalb Kruisschans stattfinden und, da diese vermehrte Wasserbewegung eine Erhöhung der Geschwindigkeit zur Folge haben wird, musste untersucht werden, ob diese Geschwindigkeitszunahmen innerhalb der zulässigen Grenzen bleiben werden.

Das Erbegniss dieser Untersuchung ist in den nachstehenden Tabellen eingetragen. (S. S. 38, 40.)

Aus diesen Untersuchungen geht hervor, dass bei dem gegenwärtigen Zustand die grösste mittlere Geschwindigkeit von 0.90 m. pro Secunde während der Ebbe in der dritten Stunde nach Eintritt von Hochwasser vorkommt. In Folge der Wirkung des Durchstichs als Fluthbecken wird diese grösste Geschwindigkeit eine Zunahme um 15 cm. erfahren, so dass, wenn die jetzigen Querschnitte unterhalb Kruisschans beibehalten werden, nach Beseitigung des unteren Fangedamms die mittlere grösste Geschwindigkeit bei Lillo auf 1.05 m. pro Secunde wachsen wird. Eine solche Zunahme der Geschwindigkeit muss als ganz unbedenklich bezeichnet werden und wird zweifellos schon jetzt bei Sturmfluthen, welche eine dem erhöhten Hochwasserspiegel entsprechende grössere Wasserbewegung im Mündungsgebiet zur Folge haben, nicht nur erreicht, sondern weit überschritten, ohne Nachtheile für den Zustand des Fahrwassers herbeizuführen. Wenn aber vor der Beseitigung des unteren Fangedamms die Profile unterhalb Kruisschans so erweitert werden wie in dem Gutachten vom Juni 1895 empfohlen wurde, so würde die dann zu erwartende Geschwindigkeit 1.01 m. pro Secunde betragen und diese Geschwindigkeitzunahme von 11 cm. pro Secunde erst recht ganz unbedenklich sein. Diese Berechnungen sind nur für Lillo durchgeführt und nicht bis Bath ausgedehnt, weil, wie bereits erwähnt, dort schon so grosse Wassermengen zur Verfügung stehen, dass die Einwirkung des Durchstichs nicht mehr bemerkbar sein wird.

Da somit die zur Füllung des Durchstichs erforderlichen Wassermenge ohne die geringste Schwierigkeit dem grossen Reservoir des Mündungsgebiets entnommen werden können, wird der Durchstich sich ohne jegliche Benachtheilung des oberen Flusslaufes füllen und entleeren, und es ist in Folge dessen eine Abnahme der Wasserbewegung in Antwerpen durch die Wirkung des Durchstichs als Fluthbecken selbst während der kurzen Zeit, wo der Durchstich diese Rolle spielen wird, gar nicht zu befürchten.

Nachdem, wie vorstehend dargelegt, der untere Fangedamm völlig beseitigt, die projectmässigen Querschnitte an der Stelle, wo sich der Fangedamm befand hergestellt, und der vom Fangedamm in den Durchstich hineingetriebene Boden weggebaggert sein wird, kann die Beseitigung auch des oberen Fangdammes in Angriff genommen werden, womit die zweite Periode beginnt. Diese Operation wird viel leichter auszuführen sein, als beim unterem Fangedamm, weil von dem Augenblick, wo der Fluth der freie Zutritt in den Durchstich offen steht, der Ueberdruck, den der obere Fangedamm auszuhalten hat, ein ganz geringer sein wird. Bei der Fluth

Aussi longtemps que la coupure jouera le rôle de réservoir de marée, les débits en aval de Kruisschans se trouveront accrus, et comme il en résultera un accroissement des vitesses, il a fallu rechercher si ces augmentations de vitesses resteront dans des limites admissibles.

Le résultat de cet examen est consigné dans les tableaux ci-après. (*Voir* pages 39, 41.)

De ces recherches il résulte que dans l'état actuel, la vitesse moyenne maxima, qui est de 0m.90 par seconde, se produit au jusant, pendant la troisième heure après marée haute. Par suite du fonctionnement de la coupure comme bassin de marée, la vitesse maxima subira une majoration de 0m.15, de sorte que si les sections tranversales actuelles en aval de Kruisschans étaient conservées, la vitesse moyenne maxima à Lillo s'élèverait, après la démolition du batardeau, à 1m.05 par seconde. Une pareille augmentation de vitesse doit être considérée comme insignifiante et certainement elle est déjà maintenant non seulement atteinte, mais encore dépassée, lors de marées extraordinaires, pendant lesquelles les débits sont en rapport avec les cotes surélevées de marée haute, et ce, sans produire aucun préjudice au chenal navigable. Mais, si avant la démolition du batardeau aval, les sections transversales étaient augmentées selon ce qui a été préconisé dans le rapport de juin 1895, la vitesse qui se produirait serait de 1m.01 par seconde et cette augmentation de vitesse de 0m.11 serait, cette fois, vraiment insignifiante. Ces calculs n'ont été faits que pour Lillo et n'ont pas été étendus jusqu'à Bath, parce que, selon ce qui a été dit, on s'y trouve en présence de débits tels que l'effet de la coupure n'est plus appréciable.

Comme on pourra, sans la moindre difficulté, emprunter les volumes d'eau nécessaires au remplissage de la coupure au grand réservoir de l'estuaire, la coupure pourra se remplir et se vider sans qu'il en résulte la moindre conséquence fâcheuse pour la partie amont du fleuve et l'on n'a pas à craindre une réduction de débit à Anvers, par suite du fonctionnement de la coupure comme réservoir de marée, pas même pendant le temps très court où elle jouera ce rôle.

Après que l'on aura, comme il est dit ci-dessus, démoli le batardeau aval, réalisé les sections transversales prévues au projet à l'emplacement de ce batardeau et dragué les terres provenant du batardeau qui auront été charriées dans la coupure, on pourra entamer la démolition du batardeau amont, laquelle marquera le commencement de la seconde période. Cette opération sera bien plus facile qu'elle ne l'était au batardeau aval, parce qu'à partir du moment où le flot aura libre accès dans la coupure, le batardeau amont n'aura plus à résister qu'à une très faible pression d'eau. Au flot, le niveau des eaux dans la coupure sera toujours plus élevé que dans l'Escaut à Aus-

WASSERMENGENBERECHNUNG FÜR LILLO.

I. — *Gegenwärtiger Zustand.*

		0 h. 12 h. 25 — HOCHWASSERZEIT IN VLISSINGEN.												SUMME der Wassermengen während der		DAUER DER		MITTLERE Wassermengen pro Secunde Querschnitt und Geschwindigkeiten bei	
														Fluth	Elbe	Fluth	Ebbe	Fluth	Elbe
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	-9	9-10	10-11	11-12	12-12^{25}			in Secunden		
W	E.			370 (10)	3,171	5,677	5,574	4,904	4,241	2,827	806 (25)	»	»	»	»	96,457,000	»	23,700	»	4,070
	Fl.	6,536	5,856	2,277 (50)	»	»	»	»	»	»	1,317 (35)	3,309	4,822	5,941 (25)	92,389,300	»	21,000	»	4,400	»
F	E.	»	»	7,950	7,320	6.810	6,180	5,600	5,150	4,800	5,000	»	»	»	»	»	»	»	»	5,948
	Fl.	7,710	8,250	8,200	»	»	»	»	»	»	5,300	5,800	6,450	7,100	»	»	»	»	5,726	»
v	E.	»	»	0,05	0,24	0,83	0,90	0,88	0,82	0,59	0,16	»	»	»	»	»	»	»	»	0,68
	Fl.	0,85	0,71	0,28	»	»	»	»	»	»	0,25	0,57	0,75	0,84	»	»	»	»	0,77	»

W = Wassermengen pro Secunde in cbm.
F = Mittlere Querschnittflächen in qm.
v = Geschwindigkeiten in m. pro Secunde.
Gegenwärtiger Niedrigwasser, Querschnitt in Lillo 4,750 qm.
— Hochwasser, — — — 8,400 —
Projectmässiger Niedrigwasser, — — — 5,030 —
— Hochwasser, — — — $5{,}030 + (8{,}400 - 4{,}750) = 5{,}030 + 3{,}650 = 8{,}680$ qm.

CALCUL DES DÉBITS A LILLO.

I. — *Situation actuelle.*

0 h. 12 h. 25. — HEURE DE MARÉE HAUTE A FLESSINGUE.														SOMMES des débits de		DURÉE DE		MOYENNES des débits par seconde des sections transversales et des vitesses au	
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-12^{25}	flot	jusant	flot	jusant	flot	jusant
																	en secondes			
W	J	»	»	370 (10)	3.171	5,677	5.571	4,904	4,241	2.827	806 (25)	»	»	»	»	96,457,000	»	23,700	»	4,070
	Fl.	6,536	5,836	2.277 (50)	»	»	»	»	»	»	1,317 (35)	3,309	4,822	5,941 (25)	92,389,300	»	21,000	»	4,400	»
F	J	»	»	7,950	7,520	6,810	6,180	5,600	5,150	4,800	5,000	»	»	»	»	»	»	»	»	5,948
	Fl.	7,710	8,250	8,200	»	»	»	»	»	»	5,300	5 800	6,450	7,100	»	»	»	»	5,726	»
v	J	»	»	0,05	0,24	0,83	0,90	0,88	0,82	0,59	0,16	»	»	»	»	»	»	»	»	0,68
	Fl.	0,85	0,78	0.28	»	»	»	»	»	»	0,25	0,57	0,75	0,84	»	»	»	»	0,77	»

W = Débits par seconde, en mètres cubes.
F = Sections moyennes, en mètres carrés.
v = Vitesses moyennes, par seconde, en mètres.
Section actuelle à Lillo, sous marée basse, 4,750 mètres carrés.
— — , sous marée haute, 8,400 —
Section projetée à Lillo, sous marée basse, 5,030 —
— — , sous marée haute, 5,030 + (8,400 — 4,750) = 5,030 + 3,650 = 8,680 mètres carrés.

WASSERMENGENBERECHNUNG FÜR LILLO.

II. — *Durchstich unten offen, oben geschlossen.*

		0 h. 12 h. 25 = HOCHWASSERZEIT IN VLISSINGEN.												SUMME der Wassermengen während des		DAUER DER		MITTLERE Wassermengen pro Secunde Querschnitt und Geschwindigkeiten bei	
																Fluth	Elbe		
		0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-12^{25}	Fluth	Elbe	in Secunden		Fluth	Ebbe
W	E.	»	»	4,464 (10)	4,228	6,762	6,499	5,729	4,935	3,128	806 (25)	»	»	»	»	116,500,000	»	23,700	»	4,916
	Fl.	7,888	6,306	2,509 (50)	»	»	»	»	»	»	3,184 (35)	4,197	5,902	7,492 (25)	112,400,000	»	21,000	»	5,362	»
F				*8,230*	*7,800*	*7,090*	*6,460*	*5,880*	*5,430*	*5,080*	*5,280*									*6,228*
	E.	»	»	7,950	7,520	6,810	6,180	5,600	5,150	4,800	5,000	»	»	»	»	»	»	»	»	5,948
	Fl.	7,710	8,250	8,200	»	»	»	»	»	»	5,300	5,800	6,450	7,100	»	»	»	»	5,726	»
		7,990	*8,530*	*8,480*							*5,580*	*6,080*	*6,730*	*7,380*					*6,006*	
v				*0,54*	*0,54*	*0,96*	*1,00*	*0,97*	*0,91*	*0,61*	*0,15*									*0,79*
	E.	»	»	0,56	0,56	0,99	1,25	1,02	0,96	0,65	0,16	»	»	»	»	»	»	»	»	0,83
	Fl.	1,02	0,77	0,28	»	»	»	»	»	»	0,60	0,72	0,92	1,05	»	»	»	»	0,94	»
		0,99	*0,74*	*0,27*							*0,57*	*0,69*	*0,88*	*1,01*					*0,89*	

In Kursivschrift sind die F und *v* angegeben, welche sich bei Berücksichtigung der projectmässigen Querschnitte ergeben.
W = Wassermengen pro Secunde in cbm.
F = Mittlere Querschnittsflächen in qm.
v = Geschwindigkeiten in m. pro Secunde.
Gegenwärtiger Niedrigwasser, Querschnitt in Lillo 4,750 qm.
— Hochwasser, — — — 8.400 —
Projectmässiger Niedrigwasser, — — — 5,030 —
— Hochwasser, — — — 5.030 + (8,400 − 4,750) = 5,030 + 3,650 = 8,680 qm.

CALCUL DES DÉBITS A LILLO.

II. — *La coupure ouverte à l'aval et fermée à l'amont.*

	0 h 12 h. 25. — HEURE DE MARÉE HAUTE A FLESSINGUE.													SOMMES des débits de		DURÉE DE		MOYENNES des débits par seconde des sections transversales et des vitesses au	
																flot	jusant		
	0-1	1-2	2-3	3-4	4-5	5-6	6-7	7-8	8-9	9-10	10-11	11-12	12-12^{25}	flot	jusant	en secondes		flot	jusant
W J.	»	»	4.461 (10)	4,228	6.762	6,499	5,729	4,935	3,128	306 (25)	»	»	»	»	116,500,000	»	23,700	»	4,916
W Fl.	7,888	6,306	2 309 (50)	»	»	»	»	»	»	3.184 (35)	4,197	5,902	7.492 (25)	112,400,000	»	21,000	»	5,362	»
			8,230	*7,800*	*7,090*	*6,460*	*5,880*	*5,430*	*5,080*	*5,280*									*6,228*
F J.	»	»	7 950	7,520	6,810	6.180	5,600	5.150	4,800	5,000	»	»	»	»	»	»	»	»	5,948
F Fl.	7,710	8,250	8,200	»	»	»	»	»	»	5,300	5.800	6,450	7,100	»	»	»	»	5,726	»
	7,990	*8,530*	*8,480*							*5.580*	*6,080*	*6,730*	*7,380*					*6,006*	
			0,54	*0,54*	*0,96*	*1,00*	*0,97*	*0,91*	*0,61*	*0,15*									*0,79*
v J.	»	»	0.56	0,56	0,99	1,05	1,02	0,96	0,65	0,16	»	»	»	»	»	»	»	»	0,83
v Fl.	1,02	0,77	0,28	»	»	»	»	»	»	0,60	0,72	0,92	1,05	»	»	»	»	0,94	»
	0,99	*0,74*	*0,27*							*0,57*	*0,69*	*0,88*	*1,01*					*0,89*	

Les F et les *v* en italique se rapportent aux sections transversales projetées.
W = Débits par seconde, en mètres cubes.
F = Sections moyennes, en mètres carrés.
v = Vitesses moyennes, par seconde, en mètres.
Section actuelle à Lillo, sous marée basse, 4,750 mètres carrés.
— — sous marée haute, 8,400 —
Section projetée à Lillo, sous marée basse, 5,030 —
— — sous marée haute, 5,030 + (8,400 — 4,750) = 5,030 + 3,650 = 8,680 mètres carrés.

muss der Wasserstand im Durchstich stets höher sein, als in der Schelde bei Austruweel, weil die Fluth durch den Durchstich einen viel kürzeren Weg zurückzulegen hat, als in dem alten Flusslauf, und hierbei keine Hindernisse zu überwinden hat, wie sie der alte Flusslauf mit seinen scharfen Krümmungen und mehrfachen Uebergängen bietet.

Bei Ebbe wird der Wasserspiegel im Durchstich mit der Senkung bei Kruisschans Schritt halten, so dass der obere Fangedamm in keinem Augenblick einem grösseren Ueberdruck widerstehen muss, als dem Unterschied der Wasserstände zwischen Austruweel und Kruisschans entspricht. Aus den Fluthcurven für Antwerpen und Lillo geht hervor, dass während der Fluth die Niveauunterscheide nicht so gross sind, wie bei der Ebbe, und, dass selbst diese das Maass von 60 cm. nicht überschreiten. In Anbetracht dieses geringen Ueberdrucks ist man daher thatsächlich in der Lage, den Fangedammkörper so zu schwächen, dass schliesslich in dem Augenblick, wo die Verbindung zwischen Schelde und Durchstich hergestellt werden soll, der Fangedammkörper aus ganz unbedeutenden Erdmassen besteht.

Diese Verbindung wird wegen des stärkeren Ueberdrucks, der bei Ebbe herrscht, sich auch bei Ebbe herstellen, so dass die Bodenmengen, welche die Strömung von dem Rest des Fangedamms loslösen kann, in den Durchstich hineintreiben und sich hier ablagern müssen. Wenn längs des concaven rechten Ufers die Sohle bis auf etwa 8.50 m. unter Niedrigwasser ausgebaggert wird, ist es ausgeschlossen, dass der in den Durchstich hineingetriebene Boden die Schiffahrt hindernde Versandungen herbeiführe. Die Strömung längs des rechten Ufers muss von dem Augenblick wo durch den oberen Fangedamm die Verbindung zwischen Schelde und Durchstich hergestellt ist, allmählich mit der Zunahme des Querschnitts an der Stelle des Fangdamms wachsen. Schliesslich wird die ganze Wassermenge, welche den Durchstich passirt, die projectmässige und zur Erhaltung der längs des rechten Ufers geschaffenen, tiefen Fahrrinne erforderliche Geschwindigkeit erzeugen. Durch die von Anfang an betonte Nothwendigkeit, schon bei der Aushebung des Durchstichs der Rinne längs des rechten Ufers eine grössere Tiefe zu geben, als im übrigen Theil, muss die starke Strömung dem concaven Ufer folgen, so dass damit auch die Sicherheit geboten ist, dass die Ablagerung des von dem Rest des Fangedamms herrührenden Bodens, sich nicht in der tiefen Rinne bilden kann. Es darf wohl erwartet werden, dass während der ersten Ebbe, die sich durch den Durchstich ergiesst, eine Oeffnung durch den oberen Fangedamm gebildet wird, die bei der darauf folgenden Fluth der Schiffahrt gestatten würde, das neue Fahrwasser zu benutzen. Aber selbst wenn man diese Annahme als zu günstig fallen läst, so kann doch unter allen Umständen darauf gerechnet werden, dass nach dem Verlauf von höchstens 2 oder 3 Tiden sämmtliche zur Verfügung stehende Bagger, deren Wirkung die Strömung unterstützen muss, ein Fahrwasser geschaffen haben werden, welches, wenn nicht schon wesentlich besser als das jetzige, jedenfalls dem jetzigen völlig gleichwertig sein wird.

Wenn bei Austruweel die Verbindung zwischen Durchstich und Schelde wie vorstehend erläutert worden ist, während der Ebbe hergestellt wird,

truweel, parce que l'onde aura à parcourir dans la coupure un chemin beaucoup plus court que dans l'Escaut et que, de plus, elle n'aura pas à vaincre des obstacles comme en présente l'ancien lit avec ses courbes prononcées et ses nombreux points d'inflexion.

Au jusant, le niveau des eaux dans la coupure baissera comme dans l'Escaut, à Kruisschans, de sorte que le batardeau amont n'aura, à aucun moment, à résister à une pression d'eau supérieure à la dénivellation des eaux de la rivière entre Anvers et Kruisschans. Les courbes locales d'Anvers et de Lillo montrent que pendant le flot ces dénivellations ne sont pas aussi fortes que celles du jusant, et que même ces dernières ne dépassent jamais $0^m.60$. Vu cette faible pression d'eau, on est, en fait, à même d'affaiblir le batardeau au point que finalement, au moment où l'on voudra établir la communication entre l'Escaut et la coupure, il ne sera plus formé que de masses de terre vraiment insignifiantes.

A cause de la plus grande pression d'eau qui se produit au jusant, cette communication s'établira à marée descendante, de sorte que les terres que les courants pourront détacher du batardeau seront chassées dans la coupure, où elles devront se déposer. Si le long de la rive droite concave on a creusé le lit jusqu'à environ $8^m.50$ sous marée basse, il sera impossible que les terres chassées dans la coupure puissent produire des ensablements gênants pour la navigation. Le long de la rive droite,à partir du moment où la communication aura été établie entre l'Escaut et la coupure à travers le batardeau amont, le courant doit augmenter progressivement, au fur et à mesure que l'ouverture dans le batardeau croîtra. Finalement, toute la masse d'eau qui passera dans la coupure produira les vitesses nécessaires au maintien du chenal profond le long de la rive droite, prévu au projet. Dès le début de ce rapport on a insisté sur la nécessité de donner, lors du creusement de la coupure, au chenal le long de la rive droite une profondeur plus grande qu'au restant de la cunette, afin que les courants intenses soient tenus à suivre la rive concave; de cette manière, on acquiert la certitude que les terres provenant des débris du batardeau ne se déposeront pas dans le chenal profond. On peut compter que le premier jusant qui passera par la coupure produira dans le batardeau amont une ouverture telle qu'elle permettra aux navires, lors du flot subséquent, de suivre la nouvelle voie navigable. Mais si même on écarte cette hypothèse comme trop favorable, on peut admettre en tout état de cause, que tout au plus après deux ou trois marées, le travail de tous les dragueurs disponibles, soutenu par l'action des courants, aura créé un chenal de navigation, si pas meilleur que l'actuel, du moins pleinement équivalent à celui-ci.

Si, comme il a été expliqué ci-dessus, la communication entre l'Escaut et la coupure à Austruweel a été établie au jusant, l'on ne peut admettre que

ist es ganz ausgeschlossen, dass selbst geringe Bodenmengen vom Fangedamm in die Schelde gelangen und Versandungen des Fahrwassers herbeiführen, weil eine solche Bodenbewegung nur bei Fluth stattfinden könnte. Es ist bereits erwähnt worden, das während der ganzen Fluthdauer die Niveauunterschiede zwischen Lillo und Antwerpen in keinem Augenblick so gross sind, wie während des grössten Theils der Ebbe. Das Gefälle, welches sich bei Fluth in der Oeffnung durch den oberen Fangedamm bilden kann, erreicht daher unter keinen Umständen die Grösse des Gefälles, während der Ebbe, und es kann folglich nach dem Verlauf der ersten Ebbe keine so grosse Geschwindigkeit an der Stelle des oberen Fangedamms auftreten, um Boden von den geringen Resten des Fangedamms in die Schelde zu reissen. Da es somit lediglich von der Arbeitdisposition abhängt, und man die Beseitigung des Fangedamms so vornehmen kann, dass kein Boden in die Schelde gelangt, so erweist sich auch das Bedenken über Versandungen des jetzige Scheldelaufs, während der Uebergangszeit, als hinfällig, und damit ist auch der Beweis erbracht, dass die Benutzung des jetzigen Fahrwassers bis zu dem Augenblick, wo der ganze Schiffsverkehr sich durch den Durchstich bewegen soll, in keiner Weise behindert wird.

Sobald aber der Durchstich in seiner ganzen Länge, also auch am oberen Ende, wo sich der Fangedamm befand, die projectmässigen Profilgrössen besitzt, ist auch *die Versandung des alten Scheldebettes eingeleitet.*

Es muss mit allem Nachdruck betont werden, dass der jetzige Scheldelauf durch die Wirkung des Durchstichs allein in einen todten Flussarm verwandelt wird, welcher ganz ausser Stande ist, den Kampf ums Dasein mit dem Durchstich aufzunehmen, geschweige denn die Existenz des Durchstichs zu gefährden. Auch ohne den Bau von Sperrdämmen ist der jetzige Scheldelauf zwischen Austruweel und Kruisschans allerdings in einem längeren Zeitraum der Verschlickung preisgegeben, und wenn der Bau von Sperrdämmen empfohlen wird, so geschieht es, wie später eingehend dargelegt werden soll, aus practischen Erwägungen und namentlich um das alte Scheldebett für die Anlage eines Industriehafens zu erhalten.

Bevor aber die Anlage der Sperrdämme erörtet wird, empfiehlt es sich, die Wirkung des Durchstichs und des alten Scheldelaufs von dem Zeitpunkt, wo der Durchstich in seiner ganzen Ausdehnung die projectmässigen Querschnittgrössen besitzt, zu betrachten.

Um nach Antwerpen zu gelangen hat die Fluth durch den Durchstich einen fast drei Kilometer kürzeren Weg zurück zu legen, als beim alten Flusslauf. Folglich muss nach Fertigstellung des Durchstichs der Eintritt der Fluth in Antwerpen früher erfolgen, als bisher. Es ist bereits angegeben worden, dass demnächst der Zeitunterschied, um welchen die Fluth früher in Antwerpen eintreten muss, 19 Minuten betragen wird. Mit anderen Worten, jede Hebung des Wasserspiegels, welche die Fluth kei Kruisschans hervorruft, muss sich durch den Durchstich früher bis Antwerpen fortplanzen, weil der Weg um fast drei Kilometer abgekürzt wird. Solange der alte Scheldelauf nicht abgedämmt ist, kann jedoch der frühere Eintritt der Fluth sich in Antwerpen nicht im vollen Maasse bemerkbar machen, weil sowohl

des parties de terre du batardeau, même minimes, puissent être entraînées dans l'Escaut et y provoquer des ensablements, car un déplacement de terre de l'espèce ne serait possible qu'au flot. Il a déjà été dit, que, pendant toute la durée du flot, la dénivellation des eaux entre Anvers et Lillo n'est, en aucun moment, aussi forte que pendant la plus grande partie du jusant. La chute qui peut se produire au flot dans l'ouverture du batardeau amont n'atteindra donc en aucun cas la hauteur de chute de jusant, et, par conséquent, après la première marée descendante, il ne pourra naître, à l'emplacement du batardeau amont, des vitesses assez fortes pour arracher des terres aux minimes débris du batardeau et les entraîner dans l'Escaut. Tout dépend donc exclusivement de l'organisation du travail et comme on peut procéder à la démolition du batardeau de manière que les terres ne soient pas amenées dans l'Escaut, l'appréhension de l'ensablement de celui-ci pendant la période transitoire tombe. Nous avons donc prouvé que la voie navigable actuelle peut être suivie sans entrave aucune jusqu'au moment où toute la navigation passera par la coupure.

Dès que la coupure aura reçu, sur toute sa longueur, donc aussi à l'origine amont, où se trouvait le batardeau, les dimensions transversales prévues au projet, *la période d'ensablement de l'ancien lit commencera.*

Il y a lieu d'insister vivement sur le point suivant : Le lit actuel de l'Escaut sera, par le fonctionnement de la coupure, transformé en un bras mort, qui sera tout à fait hors d'état d'entamer la lutte pour la vie avec la coupure et encore moins de mettre en danger l'existence de celle-ci. Même sans la construction de barrages, le lit actuel de l'Escaut, entre Austruweel et Kruisschans, est condamné à l'envasement, dans un laps de temps plus ou moins long. Si l'établissement des batardeaux est recommandé, c'est, comme il sera exposé clairement plus loin, pour des motifs économiques et particulièrement pour conserver l'ancien lit de l'Escaut comme bassin d'intérieur.

Mais avant de traiter la question de l'établissement des batardeaux, il est utile de se rendre compte du mode de fonctionnement de la coupure et de l'ancien lit de l'Escaut, à partir du moment où la coupure aura été mise complètement sous le profil prévu au projet.

Pour arriver à Anvers par la coupure, l'onde marée doit parcourir un chemin plus court de trois kilomètres que celui par l'ancien lit. Par conséquent, après l'achèvement de la coupure, le flot devra atteindre Anvers plus tôt qu'actuellement. Il a déjà été dit que l'avance de l'arrivée du flot à Anvers, sera de 19 minutes. En d'autres termes, tout relèvement des eaux provoqué par le flot à Kruisschans, doit se propager plus rapidement par la coupure jusqu'à Anvers, parce que le chemin est de près de trois kilomètres plus court que par l'ancien lit. Aussi longtemps que l'ancien lit de l'Escaut ne sera pas barré, l'avance d'arrivée du flot ne pourra se faire sentir intégralement à Anvers parce que, aussi bien à l'origine aval qu'à l'origine amont de la coupure, où celle-ci quitte l'Escaut, un partage de l'onde marée

am untersten, wie am obersten Ende des Durchstichs, wo dieser vom jetzigen Scheldelauf abzweigt, eine Spaltung der Fluthwelle eintreten muss, um an der Füllung des alten Flussarms beizutragen.

Bei der Besprechung des Einflusses des Durchstichs, während der Zeit, wo er nur die Wirkung eines Fluthbeckens haben wird, ist dargelegt worden, dass die Beschaffung der zur Füllung des Fluthbeckens erforderlichen Wassermengen keine nachtheiligen Folgen auf den Zustand des Fahrwassers unterhalb Kruisschans ansüben kann. Da in dieser Beziehung die Verhältnisse unverändert bleiben, ob der Durchstich oder der alte Scheldelauf das Fluthbecken bilden, ist es wohl nicht erforderlich, jene Betrachtungen zu wiederholen, und auf die von den Herren Conrad und Welcker erhobenen, aber nicht weiter begründeten Bedenken gegen die einstweilige Offenhaltung des alten Armes (S. 17 des Gutachtens der genannten Herren) näher einzugehen.

Das Verhalten der beiden Flussarme während der Fluth und während der Ebbe wird verschieden sein, wie aus den folgenden Betrachtungen hervorgeht. Der Einfachheit wegen sei angenommen, dass die Fortschrittsgeschwindigkeit der Fluth im Durchstich und im alten Scheldelauf dieselbe sei. Es wird alsdann die erste mit der Fluth eintretende Hebung des Wasserspiegels sich am obersten Ende des Durchstichs bemerkbar machen, wenn diese selbe Hebung im alten Scheldelauf an einem Punkt sich befindet, der um den Längenunterschied zwischen beiden Flussarmen, also um rund 2,9 Kilometer unterhalb der oberen Abzweigung des Durchstichs sich befindet Derjenige Theil der Fluthwelle, welcher durch den Durchstich nach oben fortschreitet, musst daher am obersten Ende angekommen, sich theilen, der eine und zwar der Haupttheil wird Schelde aufwärts, bei Antwerpen vorbei laufen. Der zweite kleinere Theil wird mit der Richtung der Ebbeströmung sich in den alten verlassenen Scheldelauf ergiessen. Etwa in der Mitte der oben erwähnten 2,9 Kilometer langen Strecke, also etwa 1,4 Kilometer unterhalb der oberen Abzweigung des Durchstichs, werden beide Theile der Fluthwelle zusammentreffen. Es könnte vielleicht hier der Einwand erhoben werden, dass die vorübergehende Offenhaltung des alten Scheldelaufs eine Benachtheiligung der oberen Schelde in Bezug auf die Wassermengen, zur Folge haben wird. Eine fühlbare Schmälerung der dem oberen Scheldelauf zukommenden Wassermenge ist jedoch nicht zu befürchten, weil der Ersatz durch die verstärkte Fluthbewegung im Durchstich erfolgen muss. Zur Zeit beträgt die Fluthwassermenge bei Kruisschans annähernd 84 Millionen cbm. Diese Wassermenge nimmt in Folge der Hindernisse, welche die Krümmungen und Uebergänge der Fluthentwickelung entgegensetzen bis auf rund 63 Millionen cbm. bei Austruweel ab. Mit der erleichterten Fluthbewegung durch den Durchstich wird die Wassermenge bei Austruweel zweifellos so zunehmen, dass die Füllung des oberen Theiles des alten Scheldearms erfolgen kann, ohne die Wassermenge, welche jetzt in die obere Schelde dringt, zu schmälern. Die verstärkte Wasserbewegung im Durchstich wird ferner die Bildung jeglicher Bodenablagerung verhindern.

An dem Punkt im alten Scheldearm, wo die beiden Theile der Fluthwelle zusammentreffen, wird lediglich eine Hebung des Wasserspiegels ohne jeg-

doit se produire pour que le remplissage de l'ancien lit du fleuve puisse s'opérer.

En examinant l'influence de la coupure pendant la période où elle fonctionnera seulement comme réservoir à marée, nous avons démontré que l'alimentation de ce bassin de marée pouvait se faire sans qu'il puisse en résulter des conséquences fâcheuses pour le chenal navigable en aval de Kruisschans. Comme, sous ce rapport, la situation reste la même, que ce soit la coupure ou l'ancien bras de rivière qui forme le bassin de marée, il n'est pas nécessaire de répéter ces raisonnements et d'approfondir les objections soulevées, mais non justifiées par MM. Conrad et Welcker contre l'idée de maintenir momentanément ouvert à ses deux extrémités l'ancien bras de l'Escaut (p. 17 du rapport de ces Messieurs).

Les deux bras de rivière se comporteront d'une manière différente pendant le flot et pendant le jusant, ainsi qu'il résulte des considérations suivantes : Pour simplifier le raisonnement, nous supposerons que la vitesse de propagation de l'onde marée soit la même dans la coupure et dans l'ancien lit de l'Escaut. Dès lors, le premier relèvement qui se produira au flot se fera sentir à l'origine amont de la coupure, lorsque le même relèvement se produira dans l'ancien lit de l'Escaut en un point situé en aval de l'origine amont de la coupure, à une distance égale à la différence de longueur des deux bras, soit environ 2,9 km. Par conséquent, la partie de l'onde marée qui remonte la coupure, doit, arrivée à l'extrémité amont, se partager en deux parts, dont une, la principale, remontera l'Escaut et passera devant Anvers. La seconde part, la plus petite, s'écoulera dans l'ancien bras abandonné de l'Escaut, en suivant la direction du jusant. A environ mi-chemin de la section, longue de 2,9 km. définie ci-dessus, donc à environ 1,4 km. en aval de l'origine amont de la coupure, les deux ondes partielles se rencontreront. Ici on pourrait peut être objecter qu'en maintenant ouvert provisoirement l'ancien bras de l'Escaut, on peut produire un effet nuisible sur l'Escaut amont; mais, une réduction sensible des débits afférents à l'Escaut amont n'est pas à craindre, parce que le volume d'eau nécessaire pour suppléer à la perte subie, sera fourni par le courant de flot, renforcé dans la coupure. Actuellement, le débit de flot à Kruisschans est sensiblement de 84 millions de mètres cubes ; à cause des obstacles que les courbures et les inflexions opposent à la propagation de l'onde, ce débit tombe à Austruweel jusqu'à 63 millions de mètres cubes environ. Par suite de la plus grande facilité avec laquelle l'onde marée pourra se propager dans la coupure, le débit à Austruweel augmentera certainement dans de telles proportions que le remplissage de la section amont de l'ancien bras de l'Escaut pourra se faire sans que les volumes d'eau qui pénètrent actuellement dans la partie amont de l'Escaut, soient réduits. De plus, le courant renforcé dans la coupure empêchera dans celle-ci la formation de tout ensablement.

Au point de l'ancien lit de l'Escaut, où les deux ondes partielles se rencontreront, il se produira simplement un relèvement de la surface liquide,

liche Strömung stattfinden. Dieser Punkt kann aber während der ganzen Fluthdauer nicht dieselbe Lage beibehalten ; er wird, je nachdem die Fortschrittsgeschwindigkeit im Durchstich grösser wird, als diejenige im alten Flusslauf, eine geringe Verschiebung erfahren. Mann muss aber unter allen Umständen daran festhalten, dass nachdem der Durchstich für die Ebbe und Fluthbewegung in vollem Maasse wirksam geworden ist, in demjenigen Theil des alten Flusslaufs, welcher der oberen Mündung des Durchstichs zunächst liegt, während der ganzen Dauer der Fluth, es ein Gebiet geben wird, wo nahezu völliger Stillstand der Strömung herrscht.

Im Gegensatz hierzu müssen während der Ebbe die beiden Flussarme sich genau so verhalten wie die Spaltungen eines Flusses im oberen Gebiet. Die von oben kommende Wassermenge ist für die ganze Dauer der Ebbe gegeben, und es muss sich diese Wassermenge, so lange der alte Scheldelauf an seinem oberen Ende nicht abgeschlossen ist, nach Maassgabe der Gefälle in beide Arme theilen. Das Gefälle wird unter allen Umständen während der Ebbe im Durchstich stärker sein, als im alten Flusslauf, weil dieser um 3 Kilometer länger ist. Folglich muss auch die Wassermenge, welche bei der Ebbe durch den Durchstich abfliesst, stets erheblich grösser sein, als diejenige, welche durch den alten Scheldearm zum Abfluss gelangt. Es muss also zugegeben werden, dass während der Ebbe der Durchstich, so lange die Absperrung des alten Scheldearms an dessen oberem Ende nicht eingeleitet ist, nicht die volle, bei Antwerpen vorbeifliessende Ebbewassermenge abführen kann. Wenn daher dem Durchstich wegen seines stärkeren Gefälles auch der grössere Theil der Ebbewassermenge zufallen muss, so werden die Geschwindigkeiten im Durchstich, so lange der alte Scheldearm besteht, eine geringe Abnahme erfahren. Sobald die Absperrung des alten Scheldelaufs an seinem oberen Ende in Angriff genommen wird, müssen auch die Geschwindigkeiten der Ebbe im Durchstich eine Zunahme erfahren, weil jede Einschränkung des Abflussprofils im alten Scheldearm einen Aufstau erzeugen muss, welcher zur Vermehrung der durch den Durchstich abfliessenden Ebbewassermenge beiträgt.

Etwaige während der Ebbe sich bildende Ablagerungen wird aber die folgende Fluth aus dem Durchstich beseitigen und am obersten Ende des alten Scheldearms absetzen, wo sie das künftige convexe Ufer bilden werden. Die Concave am obersten Ende des Durchstichs und auch oberhalb der Abzweigung des Durchstichs bietet jedenfalls die Sicherheit, dass die Schiffahrt hindernde Ablagerungen, sich nicht in der Fahrrinne, welche dem concaven Ufer folgen muss, bilden können.

Es muss ohne weiteres einleuchten, dass der obere Theil des alten Flusslaufs durch die günstigen Stromverhältnisse, namentlich in dem Gebiet des fast völligen Stillstandes des Wassers während der ganzen Fluth, sich vor allen anderen für die Anlage des ersten Sperrdamms zur Abschliessung des alten Scheldelaufs eignet. An dieser Stelle wird während fast der ganzen Dauer der Fluth die Geschwindigkeit des Wassers so gering sein, dass die Sinkstoffe, welche das Wasser in Suspension enthält, sich ablagern können. Wenn von der Anlage eines künstlichen Sperrdamms Abstand genommen

mais aucun courant ne s'y fera sentir. Ce point ne peut conserver la même position pendant toute la durée du flot ; il subira de faibles déplacements, qui dépendent de l'excès de vitesse de propagation de l'onde marée dans la coupure sur celle de l'onde marée dans l'ancien lit. Mais ce qui, en tout cas, est à retenir, c'est qu'après que la coupure aura été livrée complètement à l'action du jusant et du flot, il se produira dans la partie de l'ancien lit du fleuve voisine de l'origine amont de la coupure, une région dans laquelle, pendant toute la durée du flot, les eaux sont presque complètement stagnantes.

Par contre, lors du jusant, les deux bras de rivière doivent se comporter entièrement comme les deux bras d'une rivière à débit supérieur, en aval d'une bifurcation. Le débit amont, pour toute la durée du jusant, est déterminé, et aussi longtemps que l'ancien lit de l'Escaut n'est pas fermé à son origine amont, ce débit doit se partager entre les deux bras, d'après les pentes superficielles qui s'y produisent. En tout cas, la pente sera plus forte dans la coupure que dans l'ancien bras, parce que celui-ci est plus long de 3 kilomètres. Par conséquent, le débit qui passera au jusant par la coupure sera toujours sensiblement supérieur à celui qui s'écoulera par l'ancien bras de l'Escaut. Il faut donc admettre qu'aussi longtemps que le barrage de l'ancien bras de l'Escaut n'est pas fait, la coupure ne recevra pas tout le débit de jusant qui passe à Anvers. Si, par conséquent, la coupure, à cause de sa plus grande pente de superficie, doit recevoir la plus grande partie du débit du jusant, les vitesses dans la coupure éprouveront une légère diminution aussi longtemps que l'ancien bras de l'Escaut ne sera pas fermé. Dès qu'on entamera la construction du barrage de l'ancien lit de l'Escaut à son extrémité amont, les vitesses du jusant dans la coupure devront augmenter, parce que toute réduction de la section d'écoulement dans l'ancien bras de l'Escaut doit produire un remous, lequel contribuera à faire augmenter le débit de jusant de la coupure.

Si quelques dépôts devaient se produire au jusant, ils seraient entraînés hors de la coupure par le flot suivant et déposés à l'origine amont de l'ancien lit de l'Escaut, où ils formeraient la future rive convexe. La courbe concave à l'origine amont de la coupure et en amont de cette origine, donne, en tout cas, la garantie qu'il ne se formera pas de dépôts gênants pour la navigation dans le chenal, lequel suit forcément la courbe concave.

Il est clair que la partie amont de l'ancien bras de rivière, à cause de la situation favorable des courants, particulièrement dans la région où l'eau est presque complètement stagnante pendant toute la durée du flot, se prête le mieux à la construction du premier barrage de l'ancien lit de l'Escaut. En cet endroit, les vitesses de l'eau, pendant le flot, seront tellement minimes, que les matières solides tenues en suspension par l'eau pourront se déposer. Si on renonçait à construire artificiellement un barrage, les matières solides charriées par le fleuve formeraient, bien entendu après un temps assez long, un barrage naturel.

würde, so würden die Sinkstoffe des Flusses an dieser Stelle allerdings nach längerer Zeit einen natürlichen Sperrdamm entstehen lassen.

Es empfiehlt sich daher aus nachstehenden Gründen nicht etwa, wie die Herren Conrad und Welcker empfehlen, mit der Schliessung des alten Scheldelaufs an seinem unteren Ende zu beginnen, sondern die Schliessung des alten Arms zunächst an seinem oberen Ende, auf künstlichem Wege in kurzer Zeit auszuführen.

Wie schon bei der Besprechung über die Wirkung des Durchstichs als Fluthbecken bemerkt wurde, ist es um so leichter, die zur Füllung eines Fluthbeckens erforderliche Fluthwassermenge zu beschaffen, je näher sich dieses Fluthbecken an der Mündung des Flusses befindet.

Wenn nun angenommen werden darf, dass nach der Eröffnung des Durchstichs die 20 Millionen cbm., welche mit der Fluth den Durchstich füllten, ohne Weiteres mit dem eingetretenen Wechsel der Rollen sich in dem nunmehr als Fluthbecken wirkenden alten Flusslauf ergiessen werden, so ist im Vortsehenden ausgeführt, dass ein Theil derjenigen Fluthwelle, welche den Durchstich durchlaufen hat und zur Füllung des oberen Fluthlaufes sowie der Nebenflüsse dienen soll, sich bei Austruweel, wo der Durchstich von dem alten Lauf sich trennt, in den oberen Theil des alten Scheldebetts abzweigen wird.

Zweifellos wird diese Wassermenge als eine Mehrleistung des Durchstichs ohne Benachtheiligung des oberen Flusslaufes beschafft werden können; aber andererseits darf wohl angenommen werden. dass, wenn dieser Theil der Fluthwelle dem oberen Flusslauf erhalten bliebe, er diesem auch direct zu Gute käme.

Um dieses zu erzielen, empfiehlt es sich, den alten Flusslauf in der Nähe der oberen Mündung des Durchstichs abzudämmen.

Die Absperrung des alten Scheldearms zuerst an seinem oberen Ende und nicht etwa am unteren ist aber geboten, wegen der oben erläuterten Wirkung des alten Scheldearms während der Ebbe. Wenn auch Versandungen im Durchstich in Folge dieser Spaltung der Ebbe nicht zu befürchten sind, so kann andererseits die günstige Wirkung einer möglichst kräftigen Ebbeströmung im Durchstich nicht geleugnet werden. Aus diesem Grunde muss empfohlen werden. den Bau des oberen Sperrdamms, sobald die Schifffahrt ausschliesslich den Durchstich benutzt, in Angriff zu nehmen.

Die völlige Schliessung des alten Scheldelaufs durch den Bau eines Sperrdamms auch an seinem unteren Ende empfiehlt sich aber auch mit Rücksicht auf die bereits erwähnte Möglichkeit, den alten Scheldearm als Industriehafen zu verwerthen.

Sobald der Durchstich fertig gestellt ist und nach Erbauung des oberen Sperrdamms in vollem Maasse die Rolle des activen Flussarms übernimmt, muss dem alten Flusslauf die Rolle eines passiven Flussarms zufallen. Der alte Flusslauf kann sich alsdann nur von unten her füllen und entleeren. Während somit jetzt oberhalb Kruisschans annähernd 84 Millionen cbm. Fluthwasser durch das unterste Profil des demnächst verlassenen Scheldearms fliessen, wird diese Wassermenge nach Fertigstellung des Durchstichs

Dès lors il est à conseiller, pour les motifs développés ci-dessus, non pas de commencer le barrage de l'ancien bras par l'aval, comme le recommandent MM. Conrad et Welcker, mais bien de construire en premier lieu le barrage amont, qui pourra être fait en beaucoup moins de temps que le premier.

Selon ce qui a été dit déjà plus haut à propos du fonctionnement de la coupure comme bassin de marée, le remplissage d'un bassin de l'espèce se fait d'autant plus facilement que ce bassin est plus près de l'embouchure du fleuve.

Nous pouvons maintenant admettre qu'après l'ouverture de la coupure les 20 millions de mètres cubes qui jusque-là remplissaient au flot la coupure, se déversent, les rôles étant intervertis, dans l'ancien bras du fleuve, qui est devenu bassin de marée; précédemment il a été établi, que de l'onde qui remonte la coupure pour aller remplir la partie amont du fleuve et les affluents de celui-ci, une partie se détache, à Austruweel, à l'origine de la coupure, pour s'écouler dans l'ancien bras de rivière.

Sans aucun doute, la coupure pourra fournir ce débit supplémentaire sans préjudice pour la partie amont du fleuve, mais néanmoins, on doit admettre, d'un autre côté, que si cette partie de l'onde était conservée à la partie amont du fleuve, ce serait à l'avantage de celui-ci.

En vue de produire cet avantage, il sera bon de barrer l'ancien lit du fleuve dans le voisinage de l'origine amont de la coupure.

La fermeture de l'ancien bras du fleuve à son extrémité amont d'abord, et non pas à l'aval, est réclamée, nous l'avons démontré ci-dessus, par le mode de fonctionnement de l'ancien bras. Bien qu'on n'ait pas à craindre des ensablements dans la coupure par suite de la bifurcation du courant du jusant, on ne saura néanmoins contester l'effet favorable d'un courant renforcé dans la coupure. Pour ce motif, il y a lieu de conseiller d'entamer la construction du batardeau amont, dès que la navigation pratiquera exclusivement la coupure.

La fermeture complète de l'ancien bras par la construction d'un barrage à son extrémité aval est également à recommander, vu qu'il y a possibilité de transformer cet ancien bras de l'Escaut en bassin d'industrie.

Aussitôt que la coupure est entièrement achevée et la construction du barrage amont terminée, la coupure joue pleinement le rôle de bras de rivière actif, tandis que l'ancien lit de l'Escaut devient un bras de rivière passif. Dès lors, l'ancien bras ne peut plus se remplir et se vider que par l'aval. Alors que maintenant il passe au flot, en amont de Kruisschans, par la section aval du bras de rivière à abandonner, environ 84 millions de mètres cubes, après le creusement de la coupure et la construction du barrage amont ce

und des oberen Sperrdamms auf 20 Millionen cbm. herabsinken. Die Geschwindigkeiten im alten Scheldelauf werden daher von dem Augenblick, wo der obere Sperrdamm fertig ist, der Abnahme der Wassermenge entsprechend, auf ein Viertel der früheren Grösse reduzirt werden. Diese erhebliche Geschwindigkeitsabnahme muss nothwendig eine starke Verschlickung des alten Flusslaufs zur Folge haben. Es wird sich in diesem alten Scheldearm derselbe Vorgang wiederholen, der bei den zahlreichen Durchstichen in der oberen Schelde eingetreten ist und den die Herren Troost und Vandervin in der bereits erwähnten Veröffentlichung für den V internationalen Binnenschiffahrtscongress in Paris unter XVII beschreiben. Dort heisst es bezüglich der Durchstiche auf der oberen Schelde :

« Der Einfluss der Arbeiten auf das Seeregime des Flusses ist bisher nur » in Bezug auf das Wasserniveau festgestellt worden. Man befindet sich » übrigens in einem Uebergangsstadium, da die in Folge von Einschnitten » (rect. Durchstichen) verlassenen Arme noch nicht gesperrt sind. Diese » Arme verschlammen äussert rasch. »

Wenn auf der oberen Schelde die verlassenen Flussarme rasch verlanden, eine Beobachtung die völlig in Uebereinstimmung steht mit den Erfahrungen, die auf der Unterweser gemacht sind, so liegt auch nicht der geringste Grund dafür vor, dass der in Folge des Durchstichs Austruweel-Kruisschans demnächst verlassene alte Scheldearm nicht demselben Schicksal verfalle. Unter diesen Umständen ist es daher ganz bedeutunglos, ob der Bau des unteren Sperrdamms in dem alten Scheldebett innerhalb drei Wochen oder innerhalb ebenso viel Monaten erfolgt. Jedenfalls liegen die Verhältnisse beim Bau des oberen Sperrdamms so ausserordentlich günstig, wegen des fast völligen Stillstandes des Wassers während der ganzen Fluthdauer, dass selbst wenn dieser Sperrdamm in der zeitraubenden Bauweise mit Sinkstücken hergestellt würde, die Dauer der Bauzeit lediglich davon abhängt, ob eine genügende Anzahl von Sinkstücken hergestellt werden könnte. Denn die Versenkung von Sinkstücken könnte so zu sagen, während der ganze Fluthdauer ohne Unterbrechung erfolgen.

Hinsichtlich des Baues des unteren Sperrdamms ist zunächst zu beachten, dass wie dargelegt wurde, nach Fertigstellung des oberen Sperrdamms das Wasser am unteren Ende des alten Scheldearms nur noch ein Viertel der jetzigen Geschwindigkeit besitzen wird. Es darf folglich der jetzige Querschnitt um drei Viertel eingeschränkt werden, bevor die Wassergeschwindigkeit die Grösse der jetzigen wieder erlangt. Dass man daher wenigstens während des ersten Theils der Bauzeit nicht lediglich auf die kurze Zeit der Stromkenterung angewiesen ist, um Sinkstücke zu versenken, ist somit klar. Es mag übrigens dahin gestellt bleiben, ob es nicht zweckmässig wäre, nachdem durch breite Sinkstücklagen die Sohle des Flussbettes gedeckt, und soweit angängig, ein Theil der Sperrdammkörper ebenfalls aus Sinkstücken hergestellt worden ist, die völlige Schliessung der Sperrdämme mit Hilfe von Steinschüttungen, welche von beiden Ufern her ohne Unterbrechung erfolgen könnten, zu bewirken.

débit ne sera plus que de 20 millions de mètres cubes. Après l'établissement du barrage amont, les vitesses diminueront dans le même rapport que les débits et elles seront réduites, par conséquent, au quart de leur valeur antérieure. Cette réduction considérable de la vitesse doit causer nécessairement un rapide envasement de l'ancien bras de rivière. Les choses se passeront dans cet ancien bras de la même manière que dans les bras qui ont été abandonnés lors du creusement des nombreuses coupures qu'on a faites dans la partie amont de l'Escaut maritime et que décrivent MM. Troost et Vandervin, au chapitre XVII de leur brochure déjà citée, adressée au V^e^ Congrès international de navigation, à Paris.

En ce qui concerne les atterrissements de l'Escaut amont, on y lit : « l'influence des travaux sur le régime maritime du fleuve n'a été établie » jusqu'ici qu'au point de vue des niveaux des eaux. On se trouve d'ailleurs » dans une situation transitoire, les bras abandonnés par suite des coupures » n'étant pas encore fermés. Ces bras s'envasent rapidement ».

Si donc sur la partie amont de l'Escaut maritime les bras abandonnés s'ensablent rapidement, observation qui a été entièrement confirmée par les expériences faites sur le Weser Inférieur, il n'existe pas la moindre raison pour admettre qu'après l'ouverture de la coupure Austruweel-Kruisschans l'ancien bras de l'Escaut ne subisse le même sort. Dans ces conditions il est tout à fait indifférent que la construction du barrage aval de l'ancien lit de l'Escaut soit faite en trois semaines ou en autant de mois. En tout cas, lors de la construction du barrage amont, les circonstances seront tellement favorables, à cause de la tranquillité presque complète de l'eau pendant toute la durée du flot, que si même on devait, pour l'exécution de la construction de ce barrage avoir recours au mode de construction par plateformes de fascinages immergées, lequel exige beaucoup de temps, la durée du travail dépendrait uniquement de la question de savoir si l'on peut assez rapidement confectionner un nombre suffisant de plateformes. L'immersion des plateformes pourrait avoir lieu pendant toute la durée du flot, pour ainsi dire sans interruption.

En ce qui concerne le barrage aval, il faut remarquer, comme il est exposé ci-dessus, qu'après l'achèvement du barrage amont, l'eau n'aura plus à l'extrémité aval de l'ancien bras de l'Escaut, que le quart de la vitesse actuelle. Par conséquent, la section transversale pourra être réduite de trois quarts, avant que les vitesses de l'eau atteignent la valeur qu'elles ont maintenant. Il est clair que dans ces conditions on ne sera pas réduit, du moins pendant la première période de l'exécution, à ne couler des plateformes que pendant la faible durée de l'étale. Il y aura à examiner s'il ne sera pas plus avantageux, une fois les larges plateformes de fond coulées et un noyau de digue en fascines constitué, aussi fort que possible, de compléter le barrage, à l'aide d'enrochements, qui pourraient être coulés d'une manière continue, en partant des deux rives.

Steine, welche sich für derartige Schüttungen eignen, sind jedenfalls auf der Schelde nicht wesentlich theurer, als Sinkstücke. An beiden Ufern eines jeden Sperrdamms könnten die zur völligen Schliessung des Flussarmes erforderlichen Steine, vor Beginn der Arbeiten aufgestapelt werden; es liegt daher nicht der geringste Grund vor, anzunehmen, dass die Schliessung des alten Scheldelaufs, wenigstens an seinem oberen Ende, nicht in ebenso viel Wochen möglich sein wird, als von der Herren Conrad und Welcker Monate für diese Arbeit erforderlich crachtet werden. Aber wenn, wie bereits betont, kein genügender Grund vorliegt, selbst die Herstellung des oberen Sperrdamms übermässig zu betreiben, so liegt erst recht kein Grund vor, den Bau des unteren Sperrdamms in kurzer Zeit auszuführen; im Gegentheil, eine möglichst lang dauernde Wirkung des alten Scheldearms als Fluthbecken kann für den Flusslauf unterhalb Kruisschans nur von Vortheil sein, weil die darin mit jeder Fluth aufgespeicherte Wassermenge durch kräftige Spülung die Erhaltung der Tiefe des unteren Flusslaufs erleichtert.

Als Beweis für die behaupte Gewissheit, dass der Uebergang der Schifffahrt von dem jetzigen Scheldelauf zum Durchstich sich ohne Störung vollziehen wird, darf wiederum auf die Unterweser hingewiesen werden.

Auf der schon bei Erörterung der ersten Frage erwähnten 16 Kilometer langen Strecke Sandstedt- Nordenham befand sich das Fahrwasser, als die Arbeiten in Angriff genommen wurden, in dem jetzt gesperrten Nebenarm. Die Verlegung des Fahrwassers war schwieriger, als sie bei der Schelde sein wird, wo die Herstellung des Durchstichs ohne jegliche Einwirkung auf den gegenwärtigen Zustand erfolgen kann. Der Antagonismus zweier Arme war zu überwinden, von welchem der linksseitige jetzt verlassene Arm um 1 Kilometer länger, aber viel tiefer war als der rechtsseitige, welcher zum Hauptarm ausgebildet werden sollte. Bei der Verlegung der Fahrwassers war zunächst die erste Forderung zu beachten, dass die Schifffahrt keine Unterbrechung erleiden durfte. Es handelte sich dabei nicht nur um die Schifffahrt nach Bremen- Stadt, diese war damals noch unbedeuend, aber diejenige nach den oldenburgischen Häfen Brake und Elsfleth sowie nach Vegesack. Die ersten beiden Städte waren bei der Unterweser Korrection nicht positiv betheitigt, sie fürchteten vielmehr von der Korrection eine Abnahme ihres Schiffsverkehrs und hätten unverzüglich jede Erschwerung der Zukömmlichkeit zu ihren Häfen als Begründung zu Entschädigungs ansprüchen ausgenutzt. Trotz aller dieser erschwerenden Umstände vollzog sich die Verlegung ohne jegliche Störung, im Gegentheil, sobald der jetzt der Schifffahrt dienende Arm als Fahrwasser benutzt werden konnte begann auch der Tiefgang der nach Brake kommenden Schiffe zuzunehmen.

Die Frage, ob für den Fall des Scheiterns der alte Arm wieder für die Schifffahrt eröffnet und der Durchstich geschlossen werden könnte, kann, nach den vorstehenden Darlegungen, welche das zweifellose Gelingen des Durchstichs dargethan haben, kaum noch ernstlich anfgeworfen werden. Es können vielmehr die Ergebnisse der bisherigen Betrachtungen in folgende Sätze zusammengefasst werden :

Les moellons convenant aux enrochements de l'espèce ne coûtent sur l'Escaut pas plus cher que les plateformes lestées. On pourrait, dès le début des travaux, approvisionner sur les deux rives de chaque barrage, les quantités de moellons nécessaires et, dès lors, il n'aurait pas le moindre motif pour supposer que la fermeture de l'ancien bras de l'Escaut, du moins à son extrémité amont, ne puisse être effectuée en autant de semaines que MM. Conrad et Welcker estiment qu'il faut de mois pour faire ce travail. Mais si, selon ce qui a déjà été dit, il n'existe pas de cause pouvant justifier une trop grande hâte dans la construction du barrage amont, à plus forte raison, n'y a-t-il aucun motif pour que le barrage aval soit terminé en peu de temps; au contraire, plus longtemps l'ancien bras de l'Escaut fonctionnera comme bassin de marée, mieux cela vaudra pour la rivière en aval de Kruisschans, car les masses d'eau emmagasinées dans ce bassin facilitent, par la chasse énergique qu'elles produisent, la conservation des profondeurs dans la partie inférieure du fleuve.

A l'appui de la certitude exprimée ci-dessus, que le passage de la navigation de l'Escaut actuel à la coupure se fera sans perturbations, on peut de nouveau invoquer le Weser Inférieur.

Sur la section de rivière citée à propos de la première question, celle de Sandstedt-Nordenham, longue de 16 km., le chenal de navigation se trouvait, lorsque les travaux furent entamés, dans le bras latéral actuellement barré. Le déplacement du chenal de navigation était plus difficile que ce ne sera le cas sur l'Escaut, où la coupure pourra être creusée sans qu'il en résulte une réaction quelconque sur la situation actuelle. Il y avait à vaincre l'antagonisme entre deux bras, dont l'un, celui de gauche, actuellement abandonné, était le plus long, de 1 km., mais qui était plus profond que le bras de droite, lequel devait être transformé en bras principal. Lors du déplacement du chenal de navigation, il fallait tenir compte comme première condition, de ce que la navigation ne devait subir aucune interruption. Il ne s'agissait pas seulement de la navigation vers la ville de Brême, qui, à cette époque, était insignifiante, mais de celle vers les ports oldenbourgeois, Brake et Elsfleth et de celle vers Vegesak. Les deux premières villes n'étaient pas intéressées positivement à l'amélioration du Weser ; elles craignaient plutôt que cette amélioration ne fît diminuer le mouvement de leur port et elles auraient invoqué immédiatement toute nouvelle difficulté d'accès à leur port, pour motiver des demandes en dommages et intérêts. Malgré toutes les circonstances défavorables, le déplacement s'opéra non seulement sans perturbation aucune pour la navigation, mais, des que le nouveau bras fut livré à la navigation, le tirant d'eau des navires fréquentant le port de Brake augmenta.

La question de savoir si, en cas d'échec du projet, l'ancien lit peut être rendu à la navigation et la coupure fermée, peut à peine être encore posée sérieusement, après que, dans l'exposé qui précède, la réussite indubitable de la coupure a été établie. On peut plutôt déduire des considérations qui précèdent les propositions suivantes :

1° Sobald der Durchstich der Strömung offen sein wird, muss derselbe für die gesammte Wasserbewegung wirksamer sein, als der alte Scheldelauf. Dieser kann sich bei Fluth lediglich selbst füllen, und wird während der Ebbe nur so geringe Wassergeschwindigkeiten besitzen, dass auch wenn keine Sperrdämme gebaut werden sollten, eine allmählige Verschlammung bis zur völligen Verlandung unausbleiblich sein würde, wie dies bei den verlassenen Armen auf der obere Schelde beobachtet worden ist. Während der Ebbe wird zwar der alte Scheldearm einen Theil der später dem Durchstich allein zufallenden Wassermenge ablenken, wodurch im Vergleich zum künftigen Zustand eine Abnahme der Geschwindigkeit der Ebbestromung im Durchstich verursacht wird. Sobald aber der Bau des Sperrdamms am oberen Ende des alten Scheldearms eingeleitet wird, muss die dem Durchstich zufallende Wassermenge sich steigern, so dass auch die Ebbegeschwindigkeiten im Durchstich sehr bald wachsen werden.

2° Versandungen im Durchstich sind nach Beseitigung der Fangedämme nicht zu erwarten, weil die Geschwindigkeiten im Durchstich während der Fluth grösser sein werden, als gegenwärtig im Scheldebett zwischen Austruweel und Kruisschans.

3° Die Versandungen im alten Scheldelauf während der Zeit, welche für die Herstellung einer Oeffnung von genügender Breite und Tiefe durch den oberen Fangedamm erforderlich ist, werden jedenfalls nicht so rasch eintreten, dass die Schifffahrt während der Uebergangszeit Unterbrechungen erleiden muss. Sie wird jedenfalls den alten Lauf ohne Schwierigkeit so lange benutzen können, bis ein den weitgehendsten Ansprüchen genügender Durchgang durch den oberen Fangedamm fertiggestellt ist.

III. Das Van Mierlo'sche Project. — Am Schlusse ihres Gutachtens glauben die Herren Conrad und Welcker die Ausführung des nach dem Namen seines Verfassers als das Van Mierlo' sche Project bekannten Entwurfs empfehlen zu sollen. Es erübrigt daher dieses Project einer kurzen Betrachtung zu unterwerfen. Wenn der Uebergang bei Fort Philippe die einzige Ursache aller Beschwerden der Schifffahrt und die Erweiterung der Antwerpener Kais eine Frage von ganz untergeordneter Bedeutung wäre, so könnte wohl behauptet werden, dass die im Project des Herren Van Mierlo vorgeschlagene Beseitigung der scharfen Krümmung bei Fort Philippe und der Ersatz derselben durch eine Krümmung von grösseren Radius eine entschiedene Besserung herbeiführen würde. Aber die Ausführung dieses Projectes, wie sie seitens der Herren Conrad und Welcker befürwortet wird, muss als höchst bedenklich bezeichnet werden, weil sie ohne Frage grosse Störungen der Schifffahrt herbeiführen würde. Auf Seite 57 ihres Gutachtens empfehlen die Herren Conrad und Welcker die tiefe Fahrrinne von dem jetzigen concaven nach dem convexen Ufer zu verlegen mit Hilfe von Buhnen, welche allmählich vom linken bis zum jetzigen rechten Ufer vorgezogen werden müssten. Um jedes Ausweiches des Stromes zu verhindern, müssten nun diese Buhnen dicht nebeneinander erbaut werden.

Zwischen Fort Ste-Marie und Fort La Perle findet man nach Tafel V der

1° Dès que la coupure sera ouverte aux courants, elle exercera sur le mouvement de la masse liquide une action bien plus efficace que l'ancien bras du fleuve. Au flot, celui-ci ne pourra plus que se remplir et au jusant l'eau n'y aura plus que des vitesses tellement petites que, même si on ne construisait pas de barrage, il se produirait un envasement lent jusqu'à ensablement complet ainsi qu'on a pu le constater pour des bras abandonnés sur l'Escaut maritime supérieur. Pendant le jusant, l'ancien bras de l'Escaut détournera une partie du débit qui, plus tard, reviendra à la coupure, d'où résulteront dans celle-ci, des vitesses plus faibles que les vitesses futures de jusant. Mais, dès qu'on entamera la construction du barrage à l'origine amont de l'ancien bras, le débit de la coupure devra augmenter et les vitesses de jusant dans la coupure croîtront.

2° Des ensablements dans la coupure après la démolition des batardeaux ne sont pas à craindre, parce qu'au flot les vitesses dans la coupure seront plus fortes qu'actuellement dans l'Escaut entre Austruweel et Kruisschans.

3° Les ensablements dans l'ancien lit de l'Escaut, pendant le temps nécessaire pour pratiquer une ouverture de largeur et de profondeur suffisantes dans le batardeau amont, ne se produiront jamais avec une rapidité suffisante pour que la navigation soit exposée à des interruptions pendant la période de transition. En tout cas, la navigation pourra suivre sans difficulté l'ancien bras, jusqu'à ce que dans le batardeau amont on ait pratiqué une ouverture satisfaisant aux plus grandes exigences.

III. — **Projet Van Mierlo.** — A la fin de leur rapport, MM. Conrad et Welcker croient devoir recommander l'exécution du projet dénommé, d'après le nom de son auteur, le projet Van Mierlo. Il nous reste à examiner brièvement ce projet. Si le passage du chenal d'une rive à l'autre à Fort Philippe, constituait la seule entrave à la navigation et si la question de l'extension des quais en rivière à Anvers, était d'un ordre entièrement secondaire, on pourrait prétendre que la suppression du coude brusque du Fort Philippe et son remplacement par une courbe de rayon plus grand, prévus au projet Van Mierlo, constitueraient une amélioration radicale. Mais l'exécution de ce projet, telle qu'elle est préconisée par MM. Conrad et Welcker, doit être considérée comme très dangereuse, car, sans aucun doute, elle causerait de grandes perturbations dans la navigation. A la page 57 de leur rapport, MM. Conrad et Welcker recommandent de déplacer le chenal de la rive actuelle concave vers la rive convexe, à l'aide d'épis, qui, progressivement, devraient être prolongés de la rive gauche jusqu'à la rive droite actuelle. Or, pour prévenir toute déviation du courant, ces épis devraient être fort rapprochés l'un de l'autre.

Entre le fort Ste-Marie et le fort La Perle, on trouve, d'après le tableau V

Abhandlung von Van Mierlo Tiefen bis zu 18 m. unter Niedrigwasser. Der Bau einer grossen Anzahl von Buhnen in einer Concaven, wo wegen des kleinen Krümmungsradius eine heftige Strömung herrscht, wäre an und für sich schon ein schwieriges Unternehmen. Wenn aber diese Buhnen ausserdem durch Wassertiefen von etwa 18 m. hindurch gebaut werden müssen, so wird die Aufgabe erheblich erschwert und sehr kostspielig. Die grossen Tiefen dehnen sich jetzt allerdings nicht über die ganze Flussbreite aus, aber da nach der Annahme der Herren Conrad und Welcker die Fahrrinne immer der vorrückenden Linie der Buhnen folgen soll, so ist es unbedingt erforderlich, dass wenn die Schifffahrt keine Unterbrechungen erleiden soll, vor den Buhnenköpfen stets eine genügende Tiefe, also mindenstens 7 m. unter Niedrigwasser, vorhanden sei.

Es ist nun nicht anzunehmen, dass mit dem Vorrücken der Buhnen die jetzigen Tiefen von 16 und 18 m., ebenfalls sich nach dem rechten Ufer hinüber verlegen, aber es werden sich höchst wahrscheinlich erheblich grössere Tiefen als 7 bis 8 m. vor den Buhnenköpfen bilden, so dass schliesslich die Mehrzahl der Buhnen durch so grosse Tiefen gebaut werden müssten, dass sie jedenfalls kostspieliger würden, als die zwei Sperrdämme, welche die Ausführung des grossen Durchstichs erfordern.

Die Beseitigung der Landspitze hinter dem Fort Philippe würde allerdings weniger kosten, als der Aushub des grossen Durchstichs. Aber selbst wenn man von den Erschwernissen absieht, welche eine Bauweise, wie sie hier in Frage käme, für die Schifffahrt zur Folge hätte, kann man mit vollem Recht die Frage aufwerfen, ob der nach Vollendung dieser Arbeiten erzielte Vortheil auch im Verhältniss zu diesen Aufwendungen stehen würde? Diese Frage muss entschieden verneint werden, denn, und hierin liegt der grösste Mangel des Van Mierlo'schen Projects, das grösste Hinderniss für die Schifffahrt, für den Eisabgang, und für die Entwickelung der Antwerpener Reede, die Krümmung, von Austruweel bleibt nach wie vor bestehen.

Van Mierlo will allerdings die jetzigen ungünstigen Verhältnisse in der Krümmung bei Austruweel dadurch verbessern, dass er von dem linken oder convexen Ufer einen Streifen von 200 m. Breite abschneidet. Die Bildung des « Banc des Anguilles » ist aber eine Folge der überaus scharfen Krümmung von Austruweel, genau wie die jetzigen grossen Tiefen von 16 und 18 m. unter Niedrigwasser welche sich von der Einfahrt zur Kattendijk Schleuse bis Austruweel erstrecken, eine Folge der scharfen Krümmung sind. Wenn also die Krümmung nicht beseitigt wird, so kann auch nicht erwartet werden, dass irgend welche Maassnahmen auf dem convexen Ufer auch nur vom geringsten Erfolg auf die Dauer sein würden. Im Gegentheil, man kann wohl sagen, dass eine Rinne durch den « Banc des Anguilles » schon ehe sie fertig wäre völlig verlandet sein würde. Das Van Mierlo'sche Project bietet, abgesehen von der Schwierigkeit der Ausführung, und einer unausbleiblichen Erschwerung der Schifffahrt folgende Nachtheile :

1°) Beibehaltung der Krümmung bei Austruweel, welche wegen der

du mémoire de M. Van Mierlo, des profondeurs qui atteignent 18 mètres. La construction d'un grand nombre d'épis, dans une courbe concave, dans laquelle, à cause des faibles rayons de courbure, se produisent des courants fort intenses, serait en elle-même déjà une entreprise difficile. Mais si, de plus, ces épis doivent être établis dans des profondeurs d'eau d'environ 18 mètres, le problème devient sensiblement plus difficile et la solution très coûteuse. Certes, les grandes profondeurs ne s'étendent pas maintenant sur toute la largeur du fleuve, mais comme, d'après l'hypothèse de MM. Conrad et Welcker, le chenal devra longer constamment la ligne progressive des épis, il faut absolument, si la navigation ne peut pas être interrompue, que, devant la tête des épis, il y ait toujours une profondeur suffisante, donc d'au moins 7m.00 sous marée brsse.

Il est évident que l'on ne peut admettre, qu'au fur et à mesure que les épis avanceront, que les profondeurs actuelles de 16 et 18 mètres se déplaceront également vers la rive droite ; mais il est plus que probable que devant les têtes d'épis, des profondeurs de plus de 7 à 8 mètres se produiront, de sorte que, finalement, le plus grand nombre des épis devrait être construit dans des profondeurs tellement grandes, que leur ensemble occasionnera une dépense plus considérable que la construction des deux barrages exigés par l'exécution de la coupure.

L'enlèvement de la pointe des terres derrière le fort Philippe coûterait certainement moins cher que le creusement de la grande coupure. Mais, même si l'on fait abstraction des difficultés qu'un mode de construction de ce genre entraînerait pour la navigation, on est pleinement autorisé à se demander si l'avantage réalisé après l'exécution de ces travaux serait en rapport avec les dépenses que ceux-ci auraient occasionnés. La réponse à cette question doit être catégoriquement négative, car le projet Van Mierlo, c'est son plus grand défaut, maintient la courbe d'Austruweel, qui constitue la plus grande entrave à la navigation, à l'évacuation des glaces et à l'extension de la rade d'Anvers.

Il est vrai que M. Van Mierlo veut améliorer la situation actuelle dans la courbe d'Austruweel, en rognant de la rive gauche convexe une bande de 200 mètres de largeur. Mais le banc des Anguilles est une conséquence de la courbe excessivement prononcée d'Austruweel, tout comme les grandes profondeurs actuelles de 16 et de 18 mètres, qui s'étendent de l'entrée de l'écluse du Kattendijk à Austruweel, sont une conséquence de cette forte courbure. Si on ne fait pas disparaître la courbe, on ne peut, quelle que soit la mesure qu'on prenne à l'égard de la rive convexe, obtenir le moindre effet durable. Au contraire, on peut affirmer qu'une cunette dans le banc des Anguilles serait ensablée complètement avant d'être achevée. Abstraction faite des difficultés d'exécution et d'une aggravation des conditions de la navigation, pendant cette exécution, le projet Van Mierlo présente les inconvénients suivants :

1° Il maintient le coude d'Austruweel, lequel, à cause des dangers de

Collisionsgefahr für die Schifffahrt als eine der gefehrlichsten Krümmungen zwischen Antwerpen und der See betrachtet werden muss.

2°) Beibehaltung zweier Uebergänge und zwar derjenigen bei Boerinne Sluis und bei Meesthof.

3°) Möglichkeit nur 2,300 m. Kais zu bauen.

Da die Nachtheile unter 1° und 2° durch die Ausführung des grossen Durchstichs völlig beseitigt werden können und der Durcstich die Möglichkeit gewährt, mindenstens 3,000 m. Kais zu bauen, so bietet das Van Mierlo'sche im Vergleich zu jenem Project eine nur unvollkomene Lösung der Problems.

IV. **Sonstige gegen den grossen Durchstich erhobene Bedenken.** — Abgesehen von den Bedenken, welche in den vorstehenden Erörterungen zur Sprache gekommen sind, sind noch folgende Einwände erhoben worden :

1°) Die verstärkte Wasserbewegung, *welche die Ausführung des grossen Durchstichs oberhalb und unterhalb Antwerpen* veranlassen wird, könnte unvorherzuschende Veränderungen der Sandbänke in der Mündung zur Folge haben und zu Versandungen nicht allein in der Unter Schelde sondern auch in der Ober Schelde Anlass geben. Dieses Bedenken beruht auf einer Aeusserung des ehemaligen General Inspectors der Marine J. Van Haverbeke, worin dieser das Verschwinden der im Mündungsgebiet belegenen Sandbänke Caloot, Buiten-Paardemarkt, des bancs de l'Ecluse und der Cadzand Bank mit angeblichen Versandungen der oberen Schelde namentlich in der Nähe der Rupel Mündung in Zusammenhang bringt.

Wir lassen es dahin gestellt, ob in Wirklichkeit eine erbebliche Abnahme der Tiefen an der Mündung des Rupel stattgefunden hat; nach den uns zur Verfügung gestellten Karten, erscheint die behauptete Versandung keineswegs erwiesen. Eine solche Wanderung von Sinkstoffen aus dem Mündungsgebiet nach dem oberen Lauf eines Flusses wäre nur denkbar, wenn die Fluthstärken nach der Fluthgrenze zunehmen statt abzunehmen. In Wirklichkeit ist das Gegentheil hiervon der Fall, und gerade so, wie das Wasser aus dem Binnenlande stets dem Meere zuströmt, bewegen sich die Sinkstoffe vom oberen Flusslauf durch das Mündungsgebiet hindurch nach dem Meere. Bei einem Tideflus erreichen allerdings weder das Wasser aus dem Binnenlande noch die Sinkstoffe das Meer in so kurzer Zeit, wie dies bei einem Fluss, welcher der Einwirkung der Fluth nicht unterworfen ist geschieht. Aber das Gesetz behält trotzdem seine Giltigkeit, wie auch der Versuch den die Herren Troost und Vandervin in der schon mehrfach erwähnten Abhandlung unter XII anführen, erwiesen hat. Es ist dort angegeben, dass ein in Termonde abgelassener Schwimmer nach Verlauf von 7 Tagen 10 Stunde in Lillo ankam.

Die von Van Haverbeke beschriebenen Veränderungen von Sandbänken im Mündungsgebiet sollen durchaus nicht im Abrede gestellt werden, derartige Verschiebungen finden thatsächlich in allen grösseren Aestuarien statt : Sandbänke verschwinden in kurzer Zeit und neue Rinnen entstehen an deren Stelle, wobei wiederum an anderen Stellen, wo tiefe

collision qu'y rencontre la navigation, doit être considéré comme un des coudes les plus dangereux qu'il y ait entre Anvers et la mer ;

2° Il maintient deux passages du chenal d'une rive à l'autre, ceux de Boerinne-Sluis et de Meesthof ;

3° Il ne permet que la construction de 2,300 mètres de quai.

Comme les inconvénients repris sous 1 et 2 sont complètement supprimés par l'exécution de la grande coupure et que celle-ci permet la construction d'au moins 5,000 mètres de quais, le projet Van Mierlo, comparé à cet autre projet, ne constitue qu'une solution incomplète du problème.

VI. — Objections autres produites contre la Grande Coupure. — Abstraction faite des objections dont il a été question dans les discussions qui précèdent, les reproches suivants ont encore été formulés contre la coupure :

1° Les débits plus considérables *qui se produiront en amont et en aval d'Anvers à la suite de l'exécution de la Grande Coupure,* pourraient provoquer des modifications imprévues des bancs de sable de l'embouchure et occasionner des ensablements, non seulement dans l'Escaut aval, mais encore dans l'Escaut amont. Cette objection est basée sur une allégation de l'Inspecteur général de la marine en retraite, J. Van Haverbeke, d'après laquelle il existerait une corrélation entre la disparition des bancs de sable situés dans l'embouchure, tels que les bancs de Caloot, Buiten-Paardemarkt, les bancs de l'Écluse et le banc de Cadzand, avec des prétendus ensablements de l'Escaut amont, particulièrement dans le voisinage de l'embouchure du Rupel.

Il n'est pas démontré qu'une diminution sensible de profondeur se soit réellement produite à l'embouchure du Rupel ; d'après les cartes qui nous ont été soumises, ce prétendu ensablement ne paraît nullement établi. Une pareille émigration de matières solides de la région d'embouchure vers la partie amont d'une rivière, ne serait possible que si l'intensité du flot augmentait au lieu de diminuer lorsqu'il s'approche de la limite de la région maritime. En réalité, c'est le contraire qui se produit, et tout comme les eaux de l'intérieur des terres se dirigent toujours vers la mer, de même les matières solides charriées par l'eau, se meuvent de la région amont du fleuve à travers la région d'embouchure vers la mer. Certes, dans une rivière à marée, ni les eaux provenant de l'intérieur, ni les matières solides charriées n'atteignent la mer en aussi peu de temps que sur un fleuve non sujet à marée. Néanmoins, la loi conserve toute sa force, comme le montre l'expérience que MM. Troost et Vandervin rapportent au chapitre XII de la brochure différentes fois citée. Il y est dit qu'un flotteur immergé à Termonde est arrivé à Lillo après un délai de 7 jours et 10 heures.

Il n'y a pas lieu de mettre en doute les modifications des bancs de sable de la région de l'embouchure, décrites par M. Van Haverkebe ; des déplacements de l'espèce se produisent effectivement dans tous les grands estuaires : des bancs de sable disparaissent et des chenaux nouveaux se forment à leur emplacement, tandis qu'ailleurs, où il existait des chenaux profonds,

Rinnen existirten, plötzlich Sandbänke sich bilden. Aber alle derartigen Veränderungen behalten einen lokalen Character. Der Zusammenhang zwischen den angeblichen Versandungen an der Rupel Mündung mit dem Verschwinden von über 100 km. entfernten Sandbänken im Aestuarium muss aber entschieden bestritten werden, weil er im Widerspruch mit dem Naturgesetz steht.

2) Da die Kaimauer im oberen Theil des Durchstichs durch das jetzt bestehende Hafenbecken Amerika hindurch gebaut werden muss, ist zu befurchten, dass Wasseradern sich unter dem Fundament der Quaimauern bilden werden, welche schliesslich die Haltung eines bestimmten Wasserstandes in den Häfen unmöglich machen werden.

Dieser Einwand ist sehr beachtenswerth und der Hinweis auf die Gefahren mahnt zu grösster Vorsicht.

Zu den aufgezählten Unfällen beim Bau verschiedener Trockendocks, Kaimauern, Schleusen, etc. in Antwerpen könnte eine Reihe weiterer ähnlicher Unfalle in anderen Häfen hinzugefügt werden. Aber bei allen diesen Beispielen wird die Vernachlässigung bestimmter Vorsichtsmassregeln als Ursache der Misserfolge zu ermitteln sein. Wenn man andererseits die glücklich durchgeführten Bauwerke auf einem Untergrund von eben so grosser Durchlässigkeit wie im Norden von Antwerpen aufzahlen wollte, so würde man eine Zusammenstellung sehr ansehnlicher Bauten erhalten, welche die erste in jeder Beziehung übertreffen würde. Es mögen hier nur die Trockendock und Schleusenbauten in Wilhelmshaven, Bremerhaven, Brunsbüttel, Kiel, ferner die Schleusen in Ymuiden, Heyst, Calais, Dunkirchen, Glasgow, Bordeaux, etc. erwähnt werden. Wie bei allen diesen Bauten durch sorgfaltig gerammte Spundwände von genügender Länge Durchquellungen verhindert worden sind, werden auch Spundwände, wenn erforderlich in mehreren Reihen, jede Gefahr van Quellenbildungen zwischen der Schelde und den bestehenden Bassins von vornherein ausschliessen.

Wenn derartige Vorsichtsmassregeln keinen Erfolg gewährten, würde die Anlage weiterer Hafenbassins und Schleusen zu deren Verbindung mit der Schelde ganz unmöglich sein.

3° Bei nördlichen Winden wird das Wasser auf der Reede so bewegt sein, dass der Verkehr der Fahrzeuge der Binnenschifffahrt gefährdet sein wird. Die thatsächliche Vergrösserung dieser Wellenbewegung kann bei der verbleibenden Krümmung des ganzen Flusslaufs nu in geringem Maase zugegeben werden, und bleibt im Vergleich zu den ungeheuren Vortheilen des Durchstichs in ihrer Bedeutung für die Schiffahrt versehwindend klein. In Rotterdam liegen die Fahrzeuge der Binnenschiffahrt stets längsseits der Seeschiffe auf einer Reede, welche zeitweilig sehr bewegt ist, und der Verkehr der Binnenschiffe auf der Unterweser erleidet trotz der verschiedenen, merhrere Kilometer langen ganz geraden Strecken, keine Störungen. Es ist daher nicht zu befürchten, dass der Durchstich in dieser Beziehung nachtheilig wirken kann.

V. Schlussfolgerungen. — Nachdem alle in dem Gutachten der Herren

des bancs de sable se forment subitement. Mais tous les changements de l'espèce conservent un caractère local. La corrélation entre les prétendus ensablements à l'embouchure du Rupel et la disparition de bancs de sable de l'estuaire, distants de plus de 100 kilomètres, doit être contestée d'une manière absolue, parce que cette corrélation est en contradiction avec la loi de la nature.

2° Comme les murs de quai le long de la partie amont de la coupure devront être construits dans le bassin actuel America, il est à craindre que des filtrations se produisent sous les fondations des murs de quai, lesquelles finiront par rendre impossible le maintien d'une flottaison déterminée dans les bassins.

Cette objection est très sérieuse et l'invocation du danger constitue un avertissement d'agir avec beaucoup de prudence.

Aux accidents cités et qui se sont produits lors de la construction de cales sèches, de murs de quai, d'écluses, etc., à Anvers, on pourrait ajouter une série d'autres accidents survenus ailleurs. Mais pour tous les exemples, on pourrait établir que la cause des mécomptes provient de ce qu'on a négligé de prendre certaines mesures de précaution; si, d'autre part, on voulait énumérer les constructions élevées avec succès sur sous-sol de même perméabilité que celui qu'on trouve au nord d'Anvers, on arriverait à une série respectable de constructions, laquelle dépasserait la première sous tous les rapports. Qu'il suffise de citer ici les cales sèches et les écluses de Wilhemshaven, Bremerhaven, Brunsbüttel, Kiel, ensuite les écluses d'Ymuiden, Heyst, Calais, Dunkerque, Glascow, Bordeaux, etc. De même qu'on a, dans ces constructions par des files de palplanches, battues avec soin et de longueur suffisante, empêché les filtrations, de même on peut ici, également par files de palplanches, plusieurs files si c'est nécessaire, prévenir d'emblée toute filtration entre l'Escaut et les bassins existants.

Si pareilles mesures de précaution devaient rester inefficaces, la construction de nouveaux bassins et de nouvelles écluses, pour les mettre en communication avec l'Escaut, deviendrait complètement impossible.

3° Par vents du nord, l'eau en rade sera tellement agitée que la circulation des allèges deviendra dangereuse. Eu égard à ce fait que le cours général du fleuve restera en courbe, l'augmentation réelle de l'intensité de l'agitation des eaux ne pourra être que minime et les inconvénients qui pourraient en résulter seront absolument insignifiants en comparaison des avantages que présentera la coupure au point de vue de la navigation. A Rotterdam, les bateaux d'intérieur sont toujours amarrés le long des navires, sur une rade parfois fort agitée; sur le Weser Inférieur, la navigation des bateaux d'intérieur n'est nullement troublée, quoique cette rivière présente des sections droites, longues de plusieurs kilomètres. Aussi n'est-il pas à craindre que sous ce rapport la coupure produise des effets nuisibles.

V. — **Conclusions.** — Toutes les objections formulées dans le rapport de

Conrad und Welcker ausgesprochenen Einwendungen und auch weitere zu unserer Kenntniss gelangten Bedenken in eingehendster Weise erwogen und widerlegt worden sind, darf nunmehr erwartet werden, dass die unvergleichliche Vorzüge des Durchstichs allseitig Anerkennung finden.

Im Vergleich zu allen anderen Projecten ist das radikale Mittel des Durchstichs allein im Stande, die Verbindung Antwerpens mit der See zu einem auch für die ferne Zukunft vollkommenen Fahrwasser zu gestalten.

Die Ausführung erfordert Umsicht, aber da es an derselben zweifellos nicht mangeln wird, steht acuh zu erwarten, dass der Schiffsverkehr Antwerpens keine Unterbrechungen erleiden wird.

Neben seinen eminenten Vorzügen für die Schifffahrt und für die erforderliche Entwickelung der Hafen Anlagen Antwerpens bietet die Ausführung des Durchstichs vor allen anderen Projecten, welche sich auf lokale Aenderungen des jetzigen Scheldelaufs beschränken, den grossen Vortheil einer ganz wesentlichen Verbesserung des Regimes des ganzen Scheldelaufs.

Bremen, Ende Januar 1900.

L. FRANZIUS,
Oberbaudirektor.

G. DE THIERRY,
Bauinspektor.

MM. Conrad et Welcker, ainsi que d'autres, dont nous avons eu connaissance, ayant été examinées en détail et réfutées, il faut à présent espérer que les avantages incomparables de la coupure seront appréciées par tout le monde.

Comparé à tous les autres projets, le moyen radical, la coupure, est seul de nature à assurer la communication d'Anvers avec la mer par un chenal répondant à toutes les exigences, même dans un avenir éloigné.

L'exécution réclame de la prudence, mais comme certainement elle ne fera pas défaut, on doit s'attendre à ce que la navigation sur Anvers ne subira aucune interruption.

Indépendamment des grands avantages qu'elle présente pour la navigation et pour le développement nécessaire des installations du port d'Anvers, la coupure l'emporte sur tous les autres projets, qui se bornent à des modifications locales du cours actuel de l'Escaut, par l'amélioration très réelle qu'elle assure au régime de tout le cours de l'Escaut.

Brême, fin janvier 1900.

L. FRANZIUS,
Oberbaudirektor.

G. DE THIERRY,
Bauinspektor.

Beilage :
Annexe : I.

PAYS-BAS.

Digue de Mer.

Stoofgat.

Polder de Santvliet.

Polder de Oudendijk.

Berendrecht.

Dijk.

Zwaenen

Ancien Fort Frédéric.

Moleh.

Ouden Doel.

Berm.

Rapenbourg.

Polder de Doel.

Molen.

Blauwgaren.

Nieuwen Dijk.

Kruisweg

De Kleine Polder

Zoutkeet.

Vieux Lillo.

Doel.

Saftingen.

Lillo.

Polder d'Ordam.

Oud kruis schans.

Polder du Petit Doel.

Fort Liefkenshoek.

Geslecht.

St. Antoniushoek.

Scheldedijk.

Vliedende Dorp.

Bovenbrug.

Caleshoek.

Polder St^e Anne.

Polder Keetenisse Oudendijk.

Digue St^e Anne.

Callooschen Molen.

Polder de Calloo.

Schorre van Wijtvliet.

Plaathuis.

Polder d'Oorderen.

Molenejnd.

Eeckerenschen Dijk.

Wilmarsdonck.

Fort Ja Parle.

De Ploeg.

Wilmarsdonck.

Westeijnde.

Roode Weel.

Fort St^e Philippe.

Polder d'Austruweel.

De Kwaede Lesse Polder.

Melkader

Den Calloo.

Digue de Beveren.

Steenland.

Fort St^e Marie.

Real Polder.

Krankelom Polder

Digue de Melsele.

Polder de Melsele.

Austruweel.

Pte d'Eeckeren.

Bassin Amérique.

Bassin Africa.

Bassin aux Bois.

Bassin de Retenue.

Canal de la Campine.

Bassin de la Campine.

Bassin du Canal.

Dam.

Station.

Petit Bassin.

Grand Bassin.

Fort Isabelle.

Pipe de Tabac (Anc. Fort)

Polder de Borgerweert.

Fort de Calloo, ruiné.

Tête de Flandre.

Embarcadère.

Anc. Fort de Laer.

Station.

Galgen Weel.

Station du Pays de Waes.

Fort de Burgt.

Fort de Zwijndrecht.

Burght.

Station.

Pte St Michel.

Pte St Bernard.

Lunette d'Hoboken.

Polder des Seigneurs.

Haut Kiel.

Donker Put.

Polder d'Hoboken.

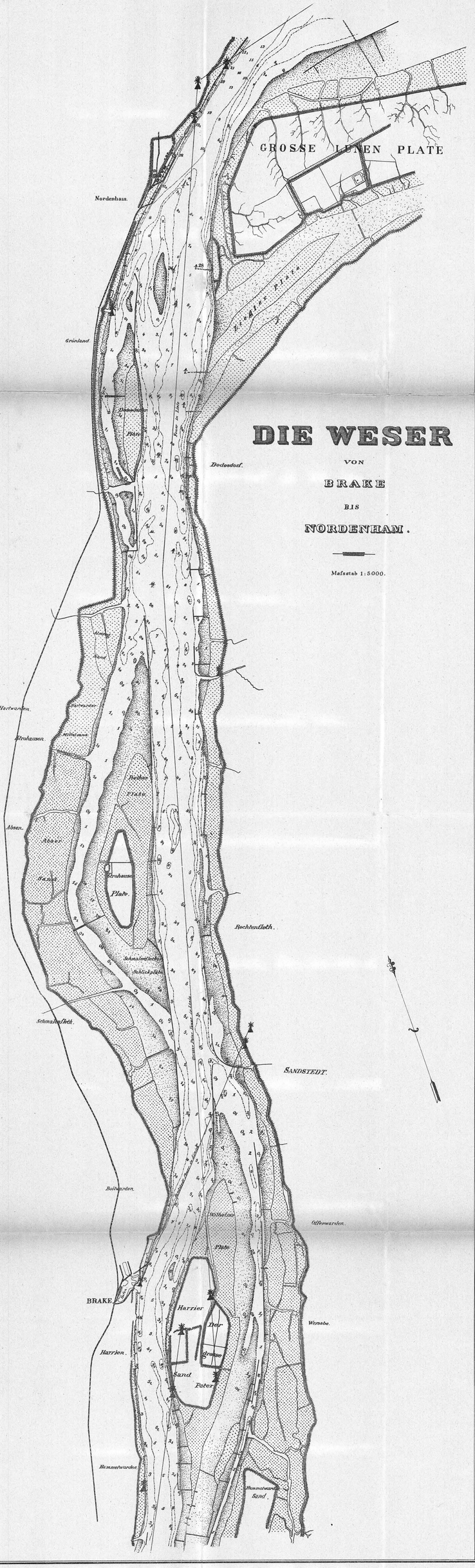
Fort de Cruijbeke.

VILLE D' ANVERS

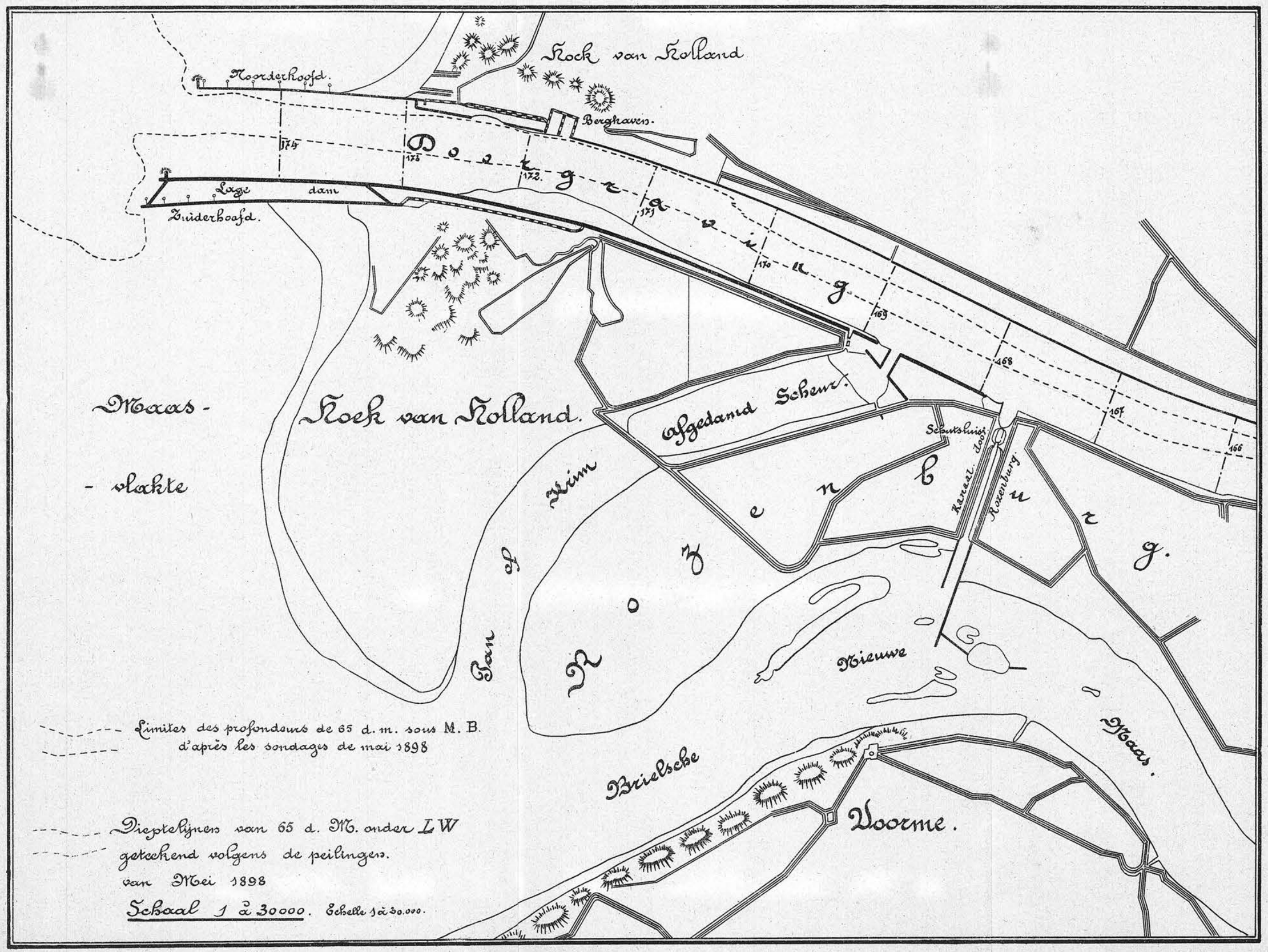
——— { Durchstich / Coupure.

------- { Projekt Van Mierlo. / Projet Van Mierlo.

Maasstab : 1:10000.
Echelle :


GROSSE LUNEN PLATE
Nordenham.
Grünland
Bedesdorf
Plate
Bedesdorf.
DIE WESER
VON
BRAKE
BIS
NORDENHAM.
Maßstab 1:5000.
Hartwarden.
Strohausen.
Hartwarder
Mittelmann
Bulbar
Plate
Ahnen.
Asser
Strohause
Plate
Rechtenfleth.
Schmalenfleth.
Schmalenfleth
Schlickplate
Sandstedt.
Bulwarden.
Wilhelmine
Plate
Ellenwarden.
BRAKE.
Harrier
Deer
Grauen
Sand
Peter
Harrien.
Wenabe.
Hammelwarden.
Hammelwarder
Sand.

Beilage
Annexe } III.



Beilage
Annexe } IV.

Doorsnijding van den Pickenwaard op de Boven-maas bij Alem; uitgevoerd in 1886-88.

Schaal: 1 à 10000.

Rosfum.

R.C. Kerk en Pastorie.

Bommeler.

Rosfumsche. waarden.

waard

Alemsche overwaard.

boven.

(1888) (1886) (1888) (1886) (1891)

12

Afs. Luitgam.

(1897)

tinier. arm.

(1887)

(1887-1888)

R.C. Kerk

Herv. Kerk

Picken. -waard. Alem.

den

Alemsche waarden.

Meidijk.

(1881-1888)

(1862) (1862) (1862) (1890) (1859) (1890) (1862) (1862) 1858

Dieptelijnen van 35 d M beneden M.R. geteekend volgens de peilingen van Februari 1896.