

Gegenüberstellung der Werte der Modellversuche  
und der Beobachtungen in der Natur.

|                  | Pegel<br>Minden<br>m | Q<br>m <sup>3</sup> /sec | Schwingungs- |            |            |                                 | Bemerkungen                       |
|------------------|----------------------|--------------------------|--------------|------------|------------|---------------------------------|-----------------------------------|
|                  |                      |                          | zeit<br>sec  | höhe<br>cm | weite<br>m | geschwin-<br>digkeit<br>cm/sec  |                                   |
| I                | 2                    | 3                        | 4            | 5          | 6          | 7                               | 8                                 |
| Modell . . . . . | + 2,42               | 135                      | 325          | (6,3)      |            |                                 | ( ) = max                         |
| Natur . . . . .  | + 2,42               | 135                      | 293          | 1,5 (3,5)  |            | (5,6)                           | sonst Mittel                      |
| Modell . . . . . | + 4,02               | 370                      | 278          | (9,9)      |            |                                 |                                   |
| Natur . . . . .  | + 4,00               | 366                      | 277          | 2,8 (5,5)  | (13,5)     | (6,1)                           |                                   |
| Modell . . . . . | + 4,02               | 370                      | 278          | (9,9)      |            |                                 |                                   |
| Natur . . . . .  | + 4,04               | 376                      | 274          | 2,6 (5,5)  | (7,9)      |                                 |                                   |
| Modell . . . . . | + 4,69               | 518                      | 272          | (13)       |            |                                 | ohne Mole<br>geschlossene<br>Mole |
|                  |                      | 640                      |              | (19)       | (38,5)     |                                 |                                   |
|                  | + 4,88               | 564                      | 253          | (13,8)     |            |                                 |                                   |
| Natur . . . . .  | + 4,88               | 564                      | 273          | 5,5 (9,5)  | (12,9)     | 12,6 (23) 9,3 (17)<br>4,6 (9,2) | vereinzelt 15,8                   |

Eine Übereinstimmung bei der Schwingungshöhe und Schwingungsweite konnte auch nicht erwartet werden, weil das Modell bei  $M_I$  der Abb. 1 endete, während die Naturmessungen bis  $M_{III}$  den Kanal auf 4,5 km Länge mit der Hafenabzweigung umfaßten.

Die Übereinstimmung in den Schwingungszeiten erklärt sich durch die Froudesche Ähnlichkeit der Fließgeschwindigkeiten in Natur und Modell sowie der Frequenz der Wirbelablösungen. Die Schwingungshöhe ist dagegen eine Funktion der trägen Masse, die in Schwingung gebracht werden muß, und der Dämpfung, mit der diese Trägheit der Schwingung entgegenwirkt. In dem nur 3,5 km längeren Kanal der Natur mußte die Trägheit einer mehr als viermal so großen Masse überwunden werden. Aus dem Verlauf der Schwingungskurve bei Meßstelle III ist weiterhin zu erkennen, daß die Kennzeichen der Kurven I und II nicht mehr ausgeprägt sind, daß also zwischen der Meßstelle II und III eine Umbildung der Schwingung stattfand, deren Ursachen in reflektierten Wellen und in Umformungen durch die Hafenabzweigung zu vermuten sind. Möglicherweise hatte die Abschlußwand des Modells bei  $M_I$  einen Abstand vom Entstehungsort der Wellen, der ein ganzzahliges Vielfaches der Wellenlänge ausmacht und dabei eine maximale Verstärkung der Wellen durch Reflexion hervorruft.

## Abt. I Frage 2

## Binnenschiffahrtshäfen.

## 2a) Örtlichkeit, Lage und Abmessungen der Häfen.

Von Hafendirektor Dipl.-Ing. H. B u m m, Duisburg-Ruhrort, und  
Hafendirektor Ing. R a s p e, Frankfurt (Main).

Zusammenfassung: Für die Örtlichkeit der Häfen gibt es drei Möglichkeiten:

- Kaianlage direkt an der Wasserstraße,
- Hafenbecken mit offenem Stichkanal zur Wasserstraße,
- Hafenbecken mit Schleuse zum Stichkanal.

Die Lage und Richtung der Häfen läßt sich am besten durch Modellversuche bestimmen.

Abmessungen der Hafenbecken: Breite: 100 m,  
Länge: 0,8 bis 1,5 km.

Aufteilung der Hafenbecken in  
Stückgut- und Massengut- und Ölhafen.

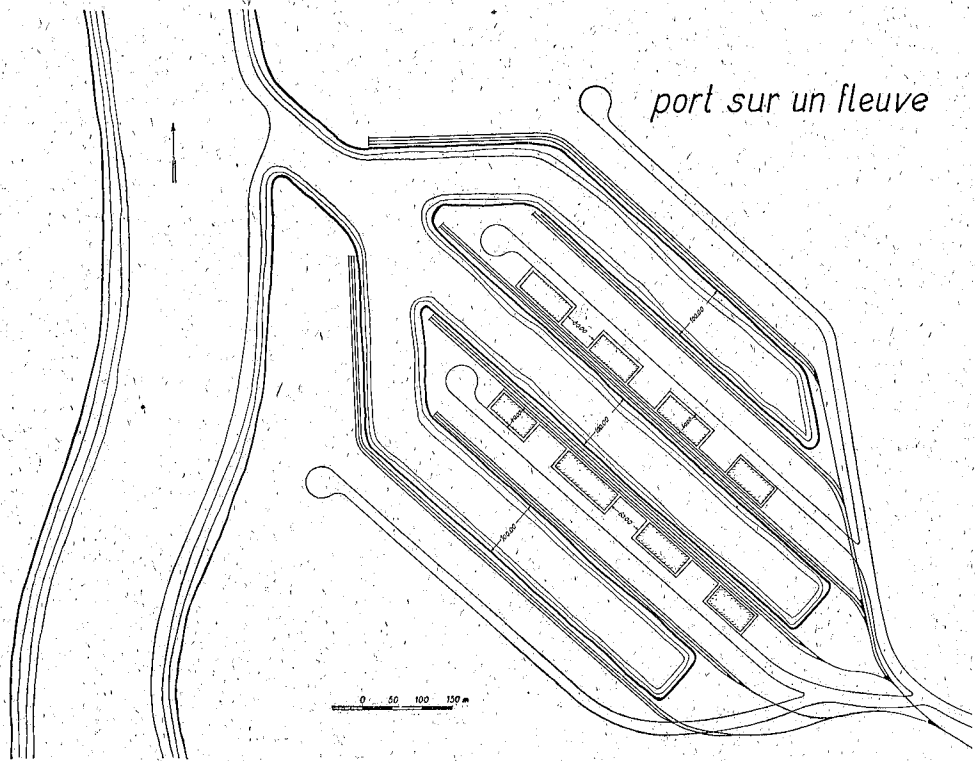
#### Örtlichkeit der Häfen.

Die öffentlichen Häfen an Flüssen und Kanälen sollen möglichst in unmittelbarer Nähe der Wasserstraßen liegen. Es gibt hierfür drei Möglichkeiten.

##### 1. Kaianlage direkt am Fluß- oder Kanalufer.

**Vorteile:** Zeitsparende Anfahrt für die Schifffahrt, insbesondere für den durchgehenden Eilgüterverkehr der Motorschiffe.

**Nachteile:** Erschwertes Anlegen für die Schiffe infolge Strömung, Eisgang und Hochwasser. Einfluß der Kaimauern auf die Strömungsverhältnisse des Flußlaufes. Gefahr von Ablagerungen vor der Kaimauer infolge Veränderung des Fluß-Querschnittes.



##### 2. Hafenbecken mit offenem Stichkanal zur Wasserstraße.

Der Stichkanal soll möglichst kurz sein, da die Schifffahrt größere Zeitverluste für die Einfahrt von der durchgehenden Wasserstraße in den Hafen nur ungern in Kauf nimmt. Schnell fahrende Güterschiffe mit kleinen Teilladungen werden bei längeren Stichkanälen den Hafen nicht aufsuchen, da

die Zeitverluste für die Ein- und Ausfahrt zu groß werden. Auch wenn die Stadt einige Kilometer von der Wasserstraße entfernt liegt, soll der Hafen in unmittelbarer Nähe der Wasserstraße liegen. Für den Zubringer- oder Abholdienst spielt eine etwas größere Entfernung von der Stadt zu den Hafenbecken nur eine untergeordnete Rolle.\*)

**Vorteile:** Ruhige Lage der Schiffe im Wasser.

**Nachteile:** Erschwerte Anfahrt für die Schifffahrt. Baggerungen an der Mündung des Stichkanals.

### 3. Hafenbecken mit Schleuse im Stichkanal.

Eine Schleuse im Stichkanal wird nur an Flußläufen mit großen Wasserstandsunterschieden in Frage kommen.

**Vorteile:** Geringe Höhe der Kaimauern, geringe Hubhöhe für die Krane.

**Nachteile:** Hohe Bau- und Betriebskosten der Schleuse. Besonderer Schleppdienst im Hafen. Behinderung der Schifffahrt durch große Zeitverluste für die Schleusung. Der Eil- und Stückgüterdienst wird den Hafen meiden.

### Lage und Richtung von Binnenhäfen.

Die Lage und Richtung von Binnenhäfen ist von den örtlichen Bedingungen und von dem Stromstrich des Wasserlaufes abhängig. Sie wird am besten durch Modellversuche bestimmt werden können. Die Ausmündung ist so zu legen, daß der Schifffahrt auf dem Wasserlauf eine möglichst große Flußstrecke für Wendemanöver und Liegeplätze auf der Reede zur Verfügung stehen.

### Abmessungen der Häfen.

Als Schiffsgröße ist ein Regelschiff von 80 m Länge angenommen. Die Hafenbecken sollen dann eine Breite von 100 m aufweisen, um ein Wenden der Schiffe im Becken zu ermöglichen, auch wenn die Kaistrecke durch umschlagende Schiffe belegt ist. Für die Länge der Hafenbecken ist ein Maß von 0,8 bis 1,5 km zweckmäßig. Wenn bei kleineren Häfen eine kürzere Länge des Beckens für den zu erwartenden Umschlag ausreichen würde, ist die Lösung Kaianlage direkt am Flußlauf vorzuziehen. Eine größere Länge der Hafenbecken über 1,5 km ergibt Schwierigkeiten in der Bedienung der wasserseitigen Gleisanlagen und Belastung der Hafenstraße.

Bei größeren Häfen ist eine Aufteilung der Hafenbecken für Stück- und Lagergüter sowie für Massengüter und den Olumschlag zu empfehlen. Die Häfen für Stück- und Lagergüter erfordern senkrechte Ufer, während für Massengüter und Getreideumschlag geböschte Ufer genügen. Stückguthäfen benötigen umfangreiche Straßenanlagen für die Heranführung des Lastkraftwagens, während diese in Massenguthäfen nicht erforderlich sind. Massenguthäfen brauchen außerdem nicht unbedingt hochwasserfrei zu sein. Bei größerem Olumschlag empfiehlt sich die Anlage eines besonderen Ölhafens oder zumindest die Zusammenfassung der Olumschlaganlagen auf einen besonderen Hafenteil wegen der einzurichtenden Sicherheits- und Schutzanlagen und der Bedienung dieser Anlagen durch explosionsgeschützte Diesellokomotiven. Außerdem soll die Breite der Ölhäfen möglichst größer als 100 m gewählt werden, da von den löschenden Schiffen 30 m Abstand gehalten werden muß.

\*) Diese Anordnung gibt auch die Gewähr, daß der für die Längenentwicklung der Gleisanlage und Zufahrtstraße erforderliche Platz vorhanden ist.