

Abteilung I — Binnenschifffahrt

Mitteilung 2

Entwicklung der Schifffahrt auf Flüssen mit geringer Wassertiefe oder auf Wasserstraßen mit geringen Abmessungen; Lastkähne und Betriebsmittel (Betriebsgeräte) für solche Wasserstraßen. — Vertiefung einer Fahrrinne durch regelmäßig wiederkehrende Unterhaltungsarbeiten (Baggerungen, „Bandelling“¹⁾ usw.). — Mittel zur Überwindung der Schwierigkeiten in unterentwickelten Ländern: Mangel an Kapital und an technischem Personal.

Von Dipl.-Ing. Günther B u z e n g e i g e r, Oberregierungsbaurat, Wasser- und Schifffahrtsdirektion Hannover

Thema:

Entwicklung der Schifffahrt auf Flüssen mit geringer Wassertiefe. Verbesserung der Schifffahrt durch Zuschußwasser aus Speicherbecken, dargestellt am Beispiel der Weser.

Zusammenfassung

Die Unausgeglichenheit der Wasserführung der Ströme und Flüsse beeinträchtigt alle Nutzungsmöglichkeiten des Wassers, nicht zuletzt an von Natur aus schiffbaren Gewässern die Wirtschaftlichkeit der Schifffahrt mit großen Transportgefäßen. Es sollte gezeigt werden am Beispiel der Weser, daß die für alle wasserwirtschaftlichen Bedürfnisse so außerordentlich bedeutungsvolle Schaffung von Speichern (Talsperren) auch der Schifffahrt auf freifließenden Gewässern Vorteile bringen kann, dies um so mehr, je größer die Speicher sind und sich dem Jahresausgleich des Wasserdargebots nähern. Wo daher Großspeicher im Oberlauf oder Quellgebiet geplant oder vorhanden sind, kann unter Umständen durchaus das Zuschußsystem in Frage kommen, ehe man zu der wesentlich kostspieligeren Kanalisierung greifen wird. Voraussetzung hierfür ist naturgemäß, daß der Speicherraum ganz oder zumindest ein ausreichender Teil von ihm im Interesse der Schifffahrt bewirtschaftet werden kann. Trotz des prozentual geringen Umfanges der vorhandenen Wasserspeicherung im Wesergebiet sind zugunsten einer wirtschaftlichen Schifffahrt in jüngster Zeit verfeinerte Methoden in der Aufbesserung der Fahrwassertiefen, abgesehen von sparsamer Grundzuschußabgabe von Dauer, auch in der Ausnutzung von sogenannten künstlichen Wellen erzielt worden. Gewisse Voraussetzungen müssen hierzu allerdings vorliegen, wie ein gut regulierter Fluß, sollen die Wasserverluste nicht zu groß werden. Ferner muß hierbei die Schifffahrt sich einem Fahrplan oder Wellenplan anpassen und die Talfracht in ihrem Umfang die Bergfracht überwiegen.

Inhalt

	Seite
1. Einleitung	144
2. Die Fahrtiefenverbesserung durch Zuschußwasser aus Speicherbecken	144
3. Die Anwendung von Zuschuß aus Talsperren für die Schifffahrt an der Oberweser	146
4. Überbrückung von freifließenden Flußstrecken mit geringer Fahrwassertiefe zwischen vollschiffigen Staustufen durch Wellenfahrten	151

¹⁾ „Bandelling“ ist eine im Orient angewandte Methode zur Verbesserung der Form der Strömungen durch örtliche Verengung der Fahrrinne mittels vorübergehend gesetzter Wände.

1. Einleitung

Seitdem die neuzeitliche Binnenschifffahrt in Mitteleuropa in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts entstand, als deren Kennzeichen bekanntlich große Schiffsgefäße für Massentransporte mit unbestrittenem Vorteil gegenüber anderen Verkehrsarten anzusprechen sind, läuft parallel die wasserbauliche Arbeit, dieser Schifffahrt einen entsprechend ausreichenden Wasserweg zu sichern. Auf Strömen, als dem Rückgrat der Binnenschifffahrt, war anfänglich die Wassermenge entscheidend, denn es gab zunächst nur den regulierten freifließenden Fluß. Vor dieser Zeit verkehrten nur kleine Fahrzeuge (bis 20 t). Wegen der hierfür geringen erforderlichen Wassermenge war daher das Wasserverkehrsnetz noch sehr groß. Nunmehr mußte man sich auf die größten Flüsse beschränken, z. B. in Deutschland auf Rhein, Weser, Elbe, Oder. Schon der Main und Neckar im regulierten Zustand konnten wegen der Wasserklemmen und geringer Fahrwassertiefe vor 50 Jahren, als die Rheinschifffahrt in Blüte stand, nicht als Binnenschifffahrtswege von größerer Bedeutung angesehen werden. Sie sind dies erst wieder durch die Kanalisierung geworden. Die vergleichsweise kostspieligeren Kanalisierungen, wodurch die volle Ausnutzung der Schiffsgefäße allein ermöglicht wird, sind zunächst überall da anzutreffen, wo ein bisher unzulänglicher, freier Fluß ein industriell hochentwickeltes Gebiet durchzieht (z. B. Raum Stuttgart am Mittellauf des Neckar oder Berlin am Mittellauf der Havel, kanalisiert vor 70 Jahren). Da in Mitteleuropa das Wirtschaftspotential aber immer mehr in die Breite wächst, nimmt die Kanalisierungsmethode ständig zu (Mittelweser, Mittel-elbe mit Geesthacht begonnen), und es wird der Augenblick kommen, wo nur noch der Rhein ab Straßburg und die Donau ab Wien freie Schifffahrtströme bleiben.

Nun liegen in anderen Kontinenten noch Gebiete, wo man mit den natürlichen Eigenarten eines Stroms für die Binnenschifffahrt zu rechnen hat. Es wird sich zunächst selten lohnen, Ströme mit gängiger Fahrwassertiefe zu kanalisieren, es sei denn, daß die Energiegewinnung sowie die enorm wichtige Frage der Bewässerung aus einem Strom dazu reizt oder zwingt, Speicher oder Staustufen zu bauen. Möglicherweise wird in diesen Gebieten da und dort der Strombau sich ähnlich entwickeln wie bei uns im vorigen Jahrhundert (Regulierung). Heute hat die Binnenschifffahrt dort mit Verhältnissen zu kämpfen, die bei uns in Europa kaum noch vorliegen. Enorme Schlammmassen oder Sandmengen dieser Ströme verlagern ständig das Fahrwasser und bilden Untiefen. Mit Baggerungen und Pflugfahrten versucht man, eine Schifffahrtsrinne mit mehr oder weniger Erfolg offenzuhalten und verwendet flachgehende Fahrzeuge.

Zur Verbesserung der Ausnutzbarkeit der Schiffsgefäße gibt es nun noch ein Mittel, welches bei Errichtung von Großspeichern im Oberlauf angewandt werden kann: Die Aufbesserung der Wasserstände durch Zuschußwasser. Gerade die jüngsten Großspeicher könnten vielleicht hierzu mit herangezogen werden. Es soll daher über die Methode der Bezuschussung eines Flusses im Interesse der Schifffahrt berichtet werden:

2. Die Fahrtiefenverbesserung durch Zuschußwasser aus Speicherbecken

Die frühere Preußische und spätere Deutsche Reichswasserstraßenverwaltung ist nach Fertigstellung der großen Stromregulierungen an Weser, Elbe, Oder usw. darangegangen, sich mit der Frage zu beschäftigen, wie man unter Beibehaltung der Vorteile eines freien regulierten Stromes für eine unbehinderte Schifffahrt Verbesserungen in der Abladetiefe erzielen könnte. Abgesehen von den Versuchen, von der Mittelwasserregulierung durch weitere Einschränkungen (Buhnen und Deckwerke) zur Niedrigwasserregulierung überzugehen, um damit noch einige dm Fahrwassertiefe zu gewinnen, wurde

schon früh der Gedanke verfolgt, Überschußwasser im Winter zu speichern und in den in Mitteleuropa meist trockenen Sommern den Strömen zuzuschießen. Man kannte zwar schon Talsperren zur Speicherung von Trink- und Industrierwasser (Ruhrtalsperren) und begann auch mit dem Bau von reinen Hochwasserschutzbecken an den Nebenflüssen der Oder (Bober, Queis) und der sächsischen Elbe, aber Wasserspeicherung für Schiffahrtzwecke war doch etwas Neues. Gerade an der Oder ist der Talsperrenbau für Anreicherung der Niedrigwasserführung besonders zwischen den beiden Weltkriegen gefördert worden (Ottmachau an der Neiße, Turawa an der Malapane, an der Klodnitz kleinere Becken). Mit diesen Speichermengen von zusammen mehr als 200 hm³ Inhalt sollte die freie Oderstrecke von Breslau abwärts zur Fahrwasserverbesserung aufgehöhht werden, was auch zweifellos gelang. Das gleiche Bestreben, die Niedrigwasserregulierungen mit Talsperrenzuschuß zu koppeln, ist auch an der Elbe durch den Bau der beiden Großspeicher an der Saale am Bleiloch und bei Hohenwarte mit zusammen mehr als 400 hm³ verwirklicht worden. Hierzu gehört auch der immer wieder aufgetauchte, aber dann doch nicht ausgeführte Plan eines Speicherbeckens in der Elbaue bei Pirna oberhalb von Dresden mit 128 hm³ Inhalt, in welches Elbehochwasser für Zuschußabgabe im Sommer gepumpt werden sollte. Danach war oberhalb der Saalemündung durch das Becken bei Pirna bei 28 m³/s größter Zuschußmenge eine Verbesserung der Mindestfahrtiefe von 1,10 m auf 1,40 m und unterhalb der Saalemündung durch die Saaletalsperren eine solche von 1,40 m auf 1,70 m bei 60 m³/s größtem Zuschuß vorgesehen. Zeitweilig beabsichtigte man auch, in Böhmen durch einen riesigen Speicher an der Beraun (500 hm³) dieses Zuschußwassersystem für die Elbe, welche von Aussig abwärts ein frei regulierter Strom bleiben sollte, weiter zu fördern. Die Bedeutung der Saaletalsperren zur Abgabe von Zuschußwasser zugunsten der Elbeschiffahrt blieb jedoch nach 1945 hinter ihrem wirtschaftlichen Wert in der Energieversorgung und des Hochwasserschutzes zurück.

Auf eine bald 50jährige Zuschußtätigkeit mit Talsperren zugunsten der Schiffahrt kann schließlich das Wesergebiet zurückblicken, dessen Großspeicher „Edersee“ schon bald nach der Jahrhundertwende entstand, und zwar nicht in erster Linie für die Hebung der Weserwasserstände, sondern zum Ausgleich der Verlustwassermenge in den Schiffahrtskanälen Nordwestdeutschlands (Mittellandkanal und z. T. Dortmund-Ems-Kanal). Die Aufbesserung der Wasserstände der Weser ergab sich daraus von selbst, denn das Wasser der Talsperre für die Kanäle fließt in der Weser von Hann. Münden bis zum Kanalpumpwerk Minden auf 205 km Länge. Die Edertalsperre ist damit in Deutschland die älteste Talsperre vornehmlich für Schiffahrtzwecke und vermutlich die einzige in der Welt, mit der heute zugunsten der Schiffahrt die Wasserführung eines Flusses geregelt wird. Gerade in den letzten Jahren bei stärkerem Konkurrenzkampf von Wasserstraße, Eisenbahn und Straße ist es allein durch den Zuschußbetrieb aus der Talsperre möglich gewesen, die Schiffahrt auf der Weser aufrechtzuerhalten. Da die Methode der Fahrtiefenverbesserung durch Zuschuß aus Speichern vielleicht auch in anderen Gegenden von Interesse sein kann, soll hierauf am Beispiel der Weser näher eingegangen werden.

Das erwähnte, im norddeutschen Raum früher intensiv verfolgte Prinzip, die Flüsse nicht durch Staustufen zu kanalisieren, sondern der Schiffahrt die freie Fahrt im ungestauten Fluß zu bewahren und die Niedrigwasserperioden durch Zuschuß aus Talsperren zu überbrücken, wird heute immer mehr zugunsten der Kanalisierung verdrängt, weil die Verbindungskanäle der Stromgebiete, stets vollschiffig befahrbar, in einem Verkehrsnetz mit Wechsel von Fluß und Kanal einfach dazu zwingen. Denn es ist niemals möglich, mit Hilfe von Talsperrenwasser während des ganzen Jahres auch die Flüsse stets vollschiffig in ihrem Wasserstand zu halten. Talsperren erfassen nur einen Bruchteil des Niederschlagsgebiets, so daß die Aufhöhung des Niedrigwassers nur in wenigen

Dezimetern durchführbar ist. Wollte man z. B. an der Weser einen vollständigen Ausgleich der Wasserführung erzielen, so wären Speicher von mehreren Milliarden m^3 erforderlich, die in einem hochkultivierten Land niemals geschaffen werden können. Die Edertalsperre beeinflusst den Abfluß von nur 10 % des Niederschlagsgebiets in Hann. Münden. Mit ihren 202 hm^3 Fassungsvermögen hat sie ferner nur eine Größe von 30 % des mittleren Jahresabflusses der Eder. Ähnlich liegen die Verhältnisse auch im Elbe- und Odergebiet. Es kann sich bei dieser Frage in Mitteleuropa also nur um eine bedingte Verbesserung der Fahrtiefen für die Schifffahrt handeln, wobei offensteht, ob nicht bei den Großspeichern in anderen Kontinenten von mehreren Milliarden m^3 Inhalt wesentlich günstigere Voraussetzungen vorliegen können.

Durch die regen Verkehrsbeziehungen zwischen dem Ruhrgebiet und dem niedersächsischen Wirtschaftsraum um Hannover-Braunschweig über den Mittellandkanal zu den Unterweserhäfen mit Bremen an der Spitze mußte demgegenüber die Vollschiffbarkeit auf der Mittelweser durchgesetzt werden, so daß die Strecke der Weser von Minden bis Bremen seit 1960 kanalisiert ist und für Zuschußwasser nicht mehr interessiert.

3. Die Anwendung von Zuschuß aus Talsperren für die Schifffahrt an der Oberweser

Das Zuschußwassersystem wird heute in mehreren Varianten auf der Oberweser zwischen Kassel-Hann. Münden und Minden betrieben.

Der Strom besitzt eine Mittelwasserführung von 106 m^3/s in Hann. Münden (km 0,0), die sich bis Minden (km 205) auf 170 m^3/s vergrößert. Hierbei beträgt die Tauchtiefe bei Hann. Münden 160 cm und bei Minden gerade 200 cm. Der Fluß hat eine Sohlenbreite von 28 bis 35 m und Wasserspiegellbreiten von 55 bis 60 m. Fast nur in den Wintermonaten werden die Wasserstände bei MW erreicht bzw. überschritten. Von April bis November sinken die Wassermengen dagegen auf die Hälfte ab und betragen bei NNW ohne Talsperrenzuschuß nur noch 18 bzw. 34 m^3/s , wobei dann 60 bis 70 cm Fahrwassertiefe vorhanden sind. Ohne die Zuschußabgabe würde in jedem Jahr meist ab Juli bis weit in den Herbst hinein wegen Niedrigwasser die Schifffahrt zwischen Kassel und Minden stillliegen. Hiervon würde aber nicht nur die Frachtschifffahrt, sondern auch die in dem schönen Gebirgstal sehr beliebte Personenschifffahrt betroffen. Für letztere ist eine Fahrwassertiefe von 115 cm bei 1 m Tiefgang ihrer Fahrgastschiffe erforderlich. Während die Frachtschifffahrt früher sich mit 90 cm Mindesttiefe begnügte (kaum $1/4$ Ladung der üblichen 400- bis 600-t-Schiffe), kann sie seit 1950 wegen der gestiegenen Unkosten nur noch mit 120 cm Abladetiefe bei knapper Wirtschaftlichkeit verkehren. Sie nimmt in Kauf, mit 110 cm Abladung zu fahren, wenn sie eine Kompensation für größere Ablademöglichkeit mit Hilfe von Sonderzuschußwasser erhält.

In den ersten dreißig Jahren seit Bestehen der Talsperre an der Eder (1914 in Betrieb genommen) wurden die Wasserstände in der Weser nach der regelmäßigen Füllung des Ederseespeichers vom November bis 1. Mai eines jeden Jahres (Speicherung von etwa 180 hm^3) durch Zuschußwasser im Sommerhalbjahr stets auf gleicher Höhe für die oben genannten 90 cm Tauchtiefe ab Hann. Münden und 100 cm ab Karlshafen entsprechend einem Abfluß von 40 m^3/s bzw. 48 m^3/s gehalten. Die Zuschußabgabe schwankte entsprechend zwischen 0 und 22 m^3/s . Mit ganz geringen Ausnahmejahren reichten die 180 hm^3 zur Innehaltung dieses Zieles bis zum Spätherbst mit Anschluß an die nächste Winterspeicherung aus. Heute ist diese Betriebsweise der Zuschußabgabe nicht mehr durchführbar. Die erhöhten Mindesttauchtiefen verlangen eine 10 bis 15 m^3/s größere Dauerzuschußabgabe (50 bis 55 m^3/s Mindestabfluß in Hann. Münden, d. i. im Monat 30 bis 40 hm^3 mehr als früher). Infolgedessen zeigte sich bereits 1952 in einem normalen Abflußjahr, daß der Talsperreninhalt bereits Mitte August erschöpft war. Während die

Frachtschiffahrt in solchen Fällen sich auf andere Wasserstraßen (Kanäle, Rhein) absetzen kann, hat das Unternehmen der Personenschiffahrt merkliche Verluste zu verzeichnen, da deren Saison bis Mitte September andauert. Es wurden daher damals schon Versuche unternommen, mit kurzfristig erhöhten Wasserständen durch verstärkte Abgabe aus dem Edersee in Konvois zusammengezogene Talschleppzüge abzufertigen. Die Versuche glückten, worüber in den Deutschen Berichten zum XVIII. Internationalen Schiffahrtskongreß in Rom Ausführungen vom Verfasser gemacht wurden. Die Reedereien blieben jedoch skeptisch und empfanden zunächst die Beschränkung auf bestimmte Fahrzeiten und Fahrtage, an denen die erhöhten Wasserstände — im folgenden „Wellen“ genannt — gegeben werden konnten, lästig. Da in den folgenden Jahren 1954 bis 1956 von Natur aus kein ausgesprochenes Niedrigwasser auftrat, wurde das Verfahren zunächst zurückgestellt. 1957 wurden die Versuche jedoch wiederaufgenommen und zeitigten derartige Erfolge, daß die Schiffahrt seit dem trockenen Sommer 1959 bei den weiter gestiegenen Anforderungen in den Wellenfahrten geradezu ihre Rettung sah. Dieses „Wellenreiten“ hat sich bei Tauchtiefen unter 140 cm, was bei den 400 t Fahrzeugen $\frac{3}{4}$ Ladung und beim 700 t Kahn $\frac{1}{2}$ Ladung entspricht, in der Talfahrt durchgesetzt. Wegen der erhöhten Zuschußwassermengen beim Wellenfahren wurde eine Drosselung der Abgabe an den Tagen ohne Wellen durchgesetzt, denn gleichzeitig mußte Wasser gespart werden, um wenigstens bis Anfang September der täglich verkehrenden Personenschiffahrt auf der 135 km langen Teilstrecke Hann. Münden–Hameln ausreichende Fahrtiefen zu sichern. Dies konnte nur erreicht werden, wenn die Bergschiffahrt, welche von Minden nach Hann. Münden 3 bis 4 Tage Fahrzeit benötigt, mit 110 cm Tauchtiefe sich zufriedengab. Die Wirtschaftlichkeit dieses Betriebes wurde von den Reedern bestätigt. Allerdings wird, wenn die Zuschußabgabe nicht außergewöhnlich hohe Mengen ($40 \text{ m}^3/\text{s}$) erfordert, im allgemeinen auf der 160 km langen Teilstrecke Minden–Karlshafen 120 cm Mindesttauchtiefe gewährt. Diese Unterteilung der Gesamtstrecke bei Karlshafen ist leider naturbedingt, da der Abschnitt Hann. Münden–Karlshafen (45 km) mit steilerem Gefälle und geringsten Wassermengen um 10 bis 15 cm geringere Fahrtiefen aufweist als die Hauptstrecke von Karlshafen bis Minden (160 km). Diese Tatsache wird uns bei der Differenzierung der Wellen noch beschäftigen.

Es ist auch einleuchtend, daß die Wellengabe der Schiffahrt auf der Gesamtstrecke von Hann. Münden bis Minden den größten Nutzen bringt. Inzwischen werden aber die Vorteile des Wellenfahrens auch von Zwischenplätzen wie von Holzminden, Bodenwerder und Hameln nach Minden wahrgenommen, da ein zuverlässiger Fahrplan für alle Stationen inzwischen den verschiedenen Schiffahrtsunternehmen von der Wasser- und Schiffahrtsverwaltung bekanntgemacht wurde. Wesentlich erleichtert wird der Wellenbetrieb dadurch, daß die durchgehende Relation Minden–Hann. Münden/Kassel und umgekehrt fast ausschließlich von einer Weserreederei befahren wird, so daß deren Wünsche über Abladetiefen und Fahrtage in einfachster Weise fernmündlich mit der Verwaltung vereinbart werden können.

Mit Einführung der regelmäßigen Wellenfahrten wurde festgelegt, daß jeweils zum Wochenende eine Welle gegeben wird, weil dann die Strombauarbeiten der Wasserbauverwaltung, bei denen niedrige Wasserstände benötigt werden, ruhen. Diese einmal wöchentliche Welle reicht bei einem Verkehrsumfang ab Kassel/Hann. Münden von rd. 100 000 t bis 150 000 t im Jahr (ab Hameln 500 000 t) aus. Die Anzahl der Fahrzeuge im Bereich einer Welle ist verschieden. Ab Kassel/Hann. Münden werden im Durchschnitt 6 Fahrzeuge abgefertigt. Außer Selbstfahrern ist gewöhnlich ein Schleppzug, seltener zwei, mit bis zu 5 Anhängen dabei, ab Hameln bis zu 20 und mehr Fahrzeuge.

Die Wellen werden in drei Arten je nach Bedürfnis von der Verwaltung gesteuert, und zwar die Kleine und Große Welle für Talfahrer und eine für Bergfahrer.

- a) Kleine Talwelle. Sie dient zur Überbrückung der Strecke Hann. Münden-Karlshafen und erhöht den Wasserstand um etwa 10 bis 15 cm. Das Fahrzeug wird dabei auf den zulässigen Tiefgang für die Hauptstrecke Karlshafen-Minden abgeladen. Die Dauer dieser Welle richtet sich danach, ob ein Schleppkahn mit „kaltem Druck“ (Fahrzeug, das sich von der Strömung zu Tal treiben läßt) oder ein Schleppzug bzw. eine Motorschiff die Welle benutzt. Für den Kahn mit „kaltem Druck“ braucht sie nur 4,5 Stunden zu dauern, für die beiden andern 7,5 Stunden. Dieser Unterschied rührt daher, daß der Schleppzug oder Motorkahn den Wellenanfang schneller erreicht. Bild 1 läßt Laufzeiten und Wellendauer erkennen.
- b) Große Talwelle: Sie wird besonders bei Niedrigwasser angewandt und auf der ganzen Strecke Hann. Münden-Minden befahren. Die Fahrzeuge werden hierbei auf den Tiefgang der Wellenhöhe abgeladen. Da sie wegen ihrer Höhe wesentlich größere Wassermengen benötigt, die stets von der Talsperre abgegeben werden im Gegensatz zur kleinen Welle, die meist schon aus den Stauhaltungen der Fulda zwischen Hann. Münden und Kassel entnommen werden kann, wird eine möglichst kurze Dauer angestrebt und daher für nicht motorisierte Fahrzeuge Schleppzugzwang verlangt. Bei 15 Stunden Wellendauer gelangt der Schleppzug am ersten Tag in 12 bis 13 Stunden Fahrzeit bis Bodenwerder, wo er übernachtet. Die Welle läuft während der Nacht unter ihm durch — siehe Bild 1 links —. Am folgenden Tag gelangt er mit Schleusenaufenthalt in Hameln abends bis Minden in den ersten Stau der Mittelweser. Da bei Kähnen, die nur mit „kaltem Druck“ die Strecke bewältigen wollen, 2 Übernachtungen erforderlich werden und damit um die Hälfte mehr Zuschußwasser benötigt wird — siehe Bild 1 rechts — kommen derartige Wellen praktisch nicht vor.
- c) Welle für Bergfahrer. Diese werden wiederum wie unter a) nur für die Strecke Karlshafen-Hann. Münden zur Überbrückung der 15 cm geringeren Fahrtiefe gegeben. Da die Welle erst Karlshafen erreicht haben muß, ehe die Bergfahrt von da angetreten werden kann und die Fahrt gegen den Strom weniger als 4 km/h beträgt, dauert diese Welle am längsten, nämlich 25 Stunden. Sie wird in der Regel mit der Großen oder Kleinen Talwelle gekoppelt.

Kurz zusammengefaßt dienen also die Wellen a) und c) nur dazu, der Schifffahrt auf der ganzen Strecke Kassel-Minden eine gleiche Tauchtiefe zu gewähren unter Ausnutzung der stets von Natur größeren Fahrtiefe auf den 160 km Karlshafen-Minden. Es leuchtet ein, daß, den Großen Talwellen entsprechend, wegen der 5tägigen Fahrtdauer und einem Verbrauch von mehr als 10 hm³ an Zuschußwasser keine Wellen für die Schifffahrt zu Berg auf der ganzen Strecke in Frage kommen. Sie sind auch nicht erforderlich, weil die weit überwiegende Fracht auf der Oberweser zu Tal geht (Getreide, Kali, Gips, Steine, Holz). Im Bergverkehr wird nur Kohle in geringem Umfang nach Kassel gefahren.

Bild 2 zeigt das Beispiel einer besonders großen Talwelle in ihrer einzelnen Formänderung an einigen Pegelstellen. Der Zuschuß an der Talsperre (Pegel Affoldern) wird von 17 m³/s auf 60 m³/s und dann auf 50 m³/s über 23 Stunden Dauer erhöht. Die größere Menge am Anfang ist erforderlich, um die Verluste auf der 90 km langen Zulaufstrecke durch Eder und Fulda (Stauverluste, Versickerungen am Ufer) auszugleichen. Die Wellenform ist in Hann. Münden noch gleichmäßig. Nach Unterstrom verflachen sich aufsteigender und absteigender Ast. Die Wellenhöhe vermindert sich bis Bodenwerder um 10 cm und um weitere 7 cm bis Porta. In der Fahrtiefe macht diese Verminderung

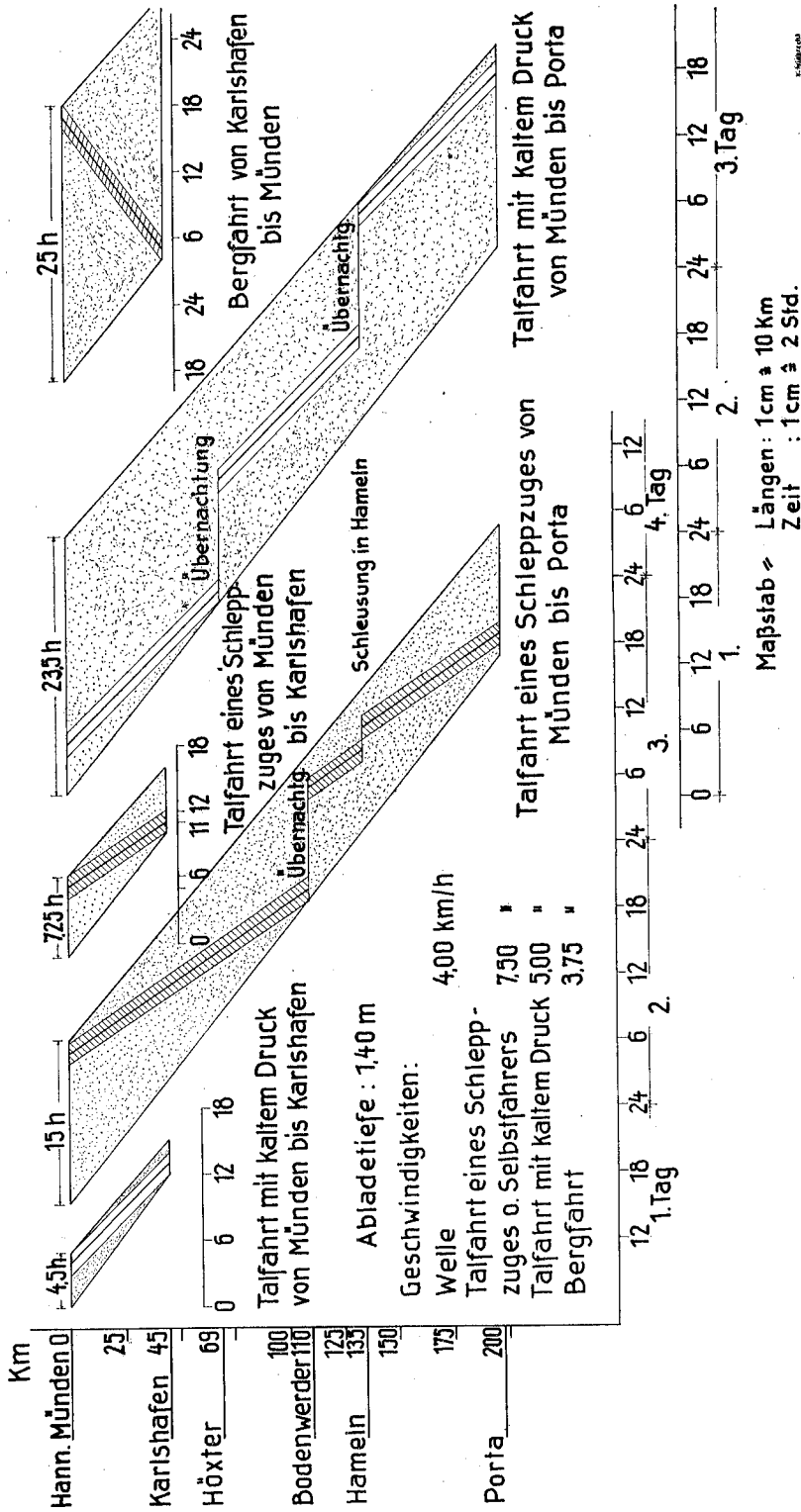


Bild 1
Talwellenfahrrplan für die Oberweser

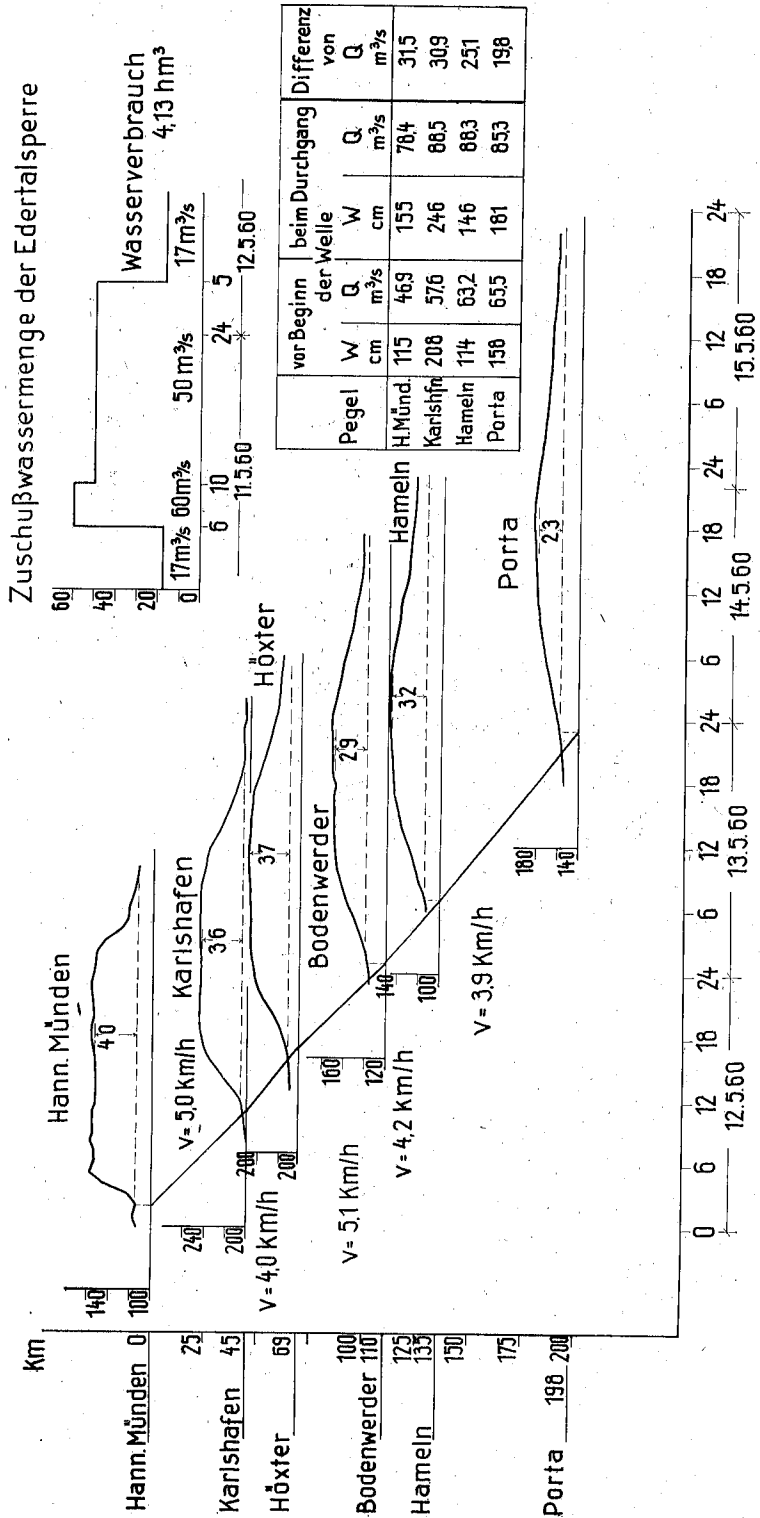


Bild 2

Verlauf einer Zuschußwasserwelle von Hann.-Münden bis Porta

jedoch nichts aus, da die Zuflüsse und das abnehmende Gefälle ausgleichen. Bei den bisher mehr als 50 gefahrenen Großwellen ist noch kein einziger Havariefall vorgekommen. Die mittlere Geschwindigkeit der Welle beträgt im Beispiel 4,4 km/h, bei niedrigeren Wellen sinkt sie unter 4 km/h und ist mit der mittleren Fließgeschwindigkeit der Weser fast gleich.

Auf der durchgehenden Strecke Kassel/Hann.Münden-Münden werden heute gut 70 bis 80% der Güter mit Hilfe der beschriebenen Wellen gefahren. Durch Schaffung weiterer Talsperren im Quellgebiet könnte das System noch wesentlich, besonders in seiner Häufigkeit, aber auch in der Wellenhöhe (40 bis 60 cm), verstärkt werden.

4. Überbrückung von freiließenden Flußstrecken mit geringer Fahrwassertiefe zwischen vollschiffigen Staustufen durch Wellenfahrten

Es ist immer wieder zu beobachten, daß beim Bau einer Staustufenkette eine oder mehrere Stufen dazwischen im Baufortschritt auf spätere Zeit verschoben werden. Dies ist besonders dann verkehrungünstig, wenn der zu kanalisierende Fluß bereits im regulierten Zustand eine beachtliche Schifffahrt aufweist. Der Tiefgang der Fahrzeuge muß sich nach den geringeren Wassertiefen der unausgebauten freien Strecke richten. Ein solcher Fall trat auch bei der Mittelweserkanalisierung ein. Zwischen den Staustufen Schlüsselburg (1957 fertig) und Drakenburg (1956 fertig) wurde die Stufe Landesbergen erst Ende 1960 in Betrieb genommen. Im Trockenjahr 1959 wäre die Mittelweserschifffahrt völlig lahmgelegt gewesen, wenn auf Grund der günstigen Wellenfahrten auf der Oberweser nicht auch hier mit einer ähnlichen Maßnahme geholfen worden wäre. Die zu überbrückende Strecke war von der Schleuse Schlüsselburg bis zum Stauende von Drakenburg 20 km lang. Auf Grund von Berechnungen stellte sich heraus, daß die Wassermenge für Talwellen aus der Stauhaltung Schlüsselburg mit etwa 1 hm³ bei 50 cm unschädlicher Stauabsenkung entnommen werden konnte. Mit Vorlauf wurde eine Wellendauer von rd. 6 Stunden gewählt. Die Wellenhöhe richtete sich nach dem Zufluß in die obere Stauhaltung. Zur Wiederauffüllung der Haltung für die nächste Welle waren bei Niedrigwasser 2½ Tage erforderlich. Der Schifffahrt wurden als regelmäßige Wellentage jeweils der Dienstag und Freitag einer Woche bekanntgegeben. Bei Niedrigwasser betrug die Erhöhung 20 bis 30 cm, bei höheren Wasserständen bis zu 45 cm. Der Betrieb verlief folgendermaßen: Die Fahrzeuge zu Tal wurden am Vorabend und in den ersten Morgenstunden nach der Schleusung im Unteren Vorhafen von Schlüsselburg vom Schleusenbeamten eingeordnet und jeder Schiffsführer erhielt seine genaue Order für die Reihenfolge der Abfahrt hintereinander (10 Min. Abstand). Um 6 Uhr früh wurden die Turbinen des Kraftwerks Schlüsselburg aufgedreht (bis zu 50 m³/s). Der höchste Wasserstand der Welle im Unterhafen traf gegen 8.00 Uhr ein. Die Vorlaufzeit der Welle bis 20 km unterhalb war gegen 12.00 Uhr beendet. Gegen 10.00 Uhr wurde mit der Abfahrt der Schiffe begonnen und um Mittag der folgende Stau erreicht. Diese Einrichtung war von der Schifffahrt sehr begehrt. Häufig konnten mehr als 40 Fahrzeuge mit bis zu 40 cm besserer Tauchtiefe von Stau zu Stau gelangen, wodurch mehrere Tausend Tonnen Laderaum zusätzlich ausgenutzt waren. Auch diese Fahrten verliefen unfallfrei. Bild 3 zeigt den Verlauf zweier solcher Wellen.

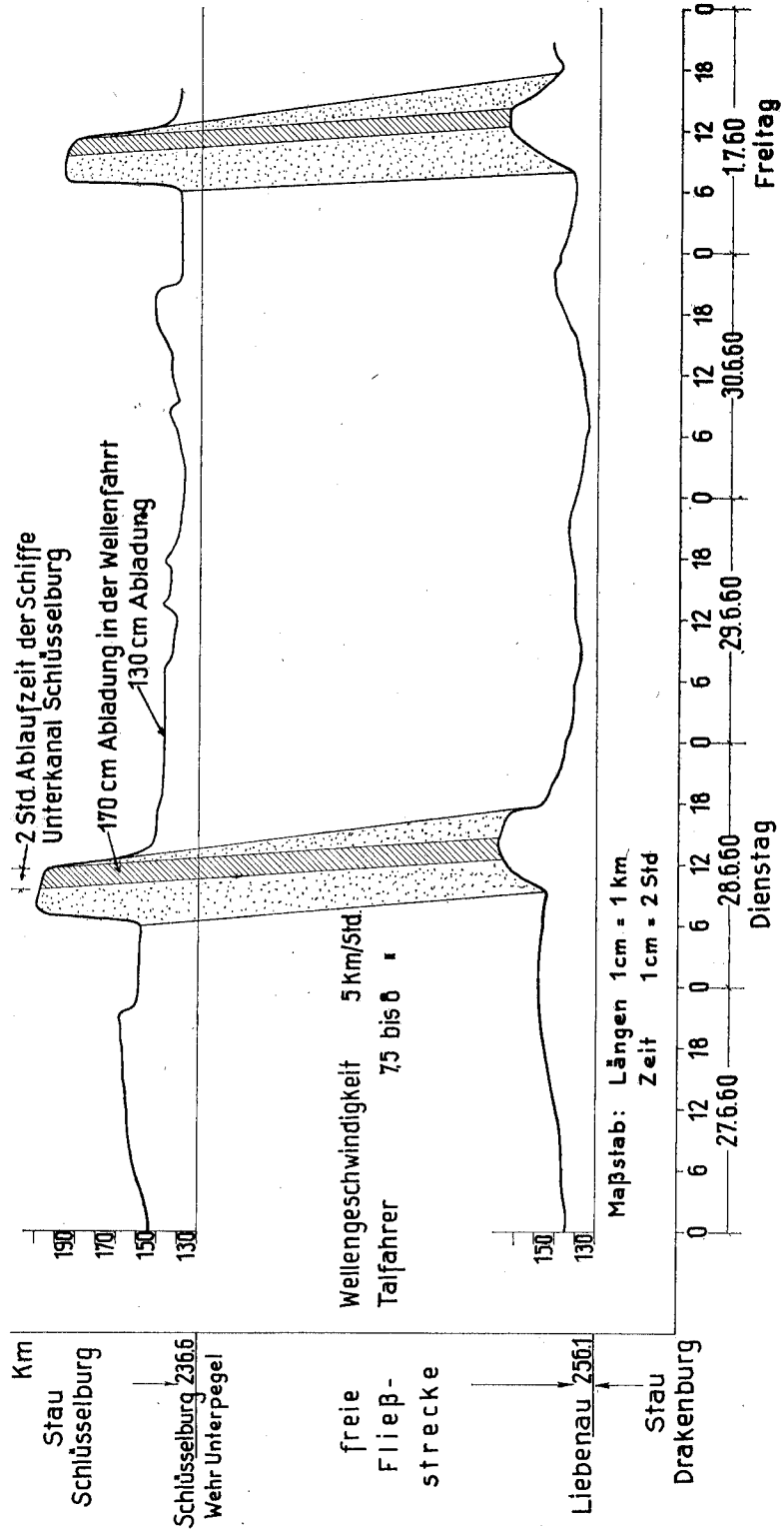


Bild 3

Wellenfahrt in freier Fließstrecke zwischen zwei Staustufen (Mittelweser während der Kanalisierungsarbeiten)