

# **BINNENSCHIFF UND EISENBAHN: KONKURRENTEN IM GÜTERVERKEHR EINE BETRACHTUNG AUS DEUTSCHER SICHT**

**Rudolf Breimeier<sup>1</sup>**

Mit seinem programmatischen Ausruf „unsere Zukunft liegt auf dem Wasser“ hat Kaiser Wilhelm II vor mehr als 100 Jahren in Deutschland eine Begeisterung für die Schifffahrt entfacht, die in erster Linie zunächst den Verkehr auf den Weltmeeren und den Aufbau einer Kriegsflotte im Blick hatte. Erwies sich vor allem der zuletzt genannte Aspekt als wenig vorteilhaft, weil das Grossmachtstreben zur See die Konfrontation mit Gross Britannien zur Folge hatte und letztlich eine der Ursachen des ersten Weltkriegs war, so profitierte dennoch auch die Schifffahrt auf Flüssen und Kanälen von dieser Euphorie. In keinem hochindustrialisierten Land ist der Bau künstlicher Wasserstraßen ab 1900 derart vorangetrieben worden wie im wilhelminischen Deutschland. Hatte sich der Traum einer Beherrschung der Meere nach dem ersten Weltkrieg als Trugbild herausgestellt, so blieb in den folgenden Jahrzehnten in Deutschland die Begeisterung für den Neubau künstlicher Wasserstrassen bis in die Gegenwart erhalten. Diese Sonderentwicklung hat der Binnenschifffahrt in Deutschland eine Bedeutung zuwachsen lassen, die – mit Ausnahme der Niederlande – geradezu einmalig ist. Den Ursachen und den Folgen dieser Entwicklung soll in dieser Betrachtung nachgegangen werden.

**Key words:** navigation, eisenbahn, Binnenschiff

## **1 Bedeutung und Geschichte der Binnenschifffahrt**

### **Die Anfänge**

Zur Urzeit der menschlichen Entwicklung war die Schifffahrt auf Flüssen die bequemste Art sich fortzubewegen. Bereits der prähistorische Einbaum bot einen Reisekomfort, der mit einem Fußmarsch auch nicht annähernd zu erreichen ist. Die ersten Hochkulturen waren durch die Ansiedlung an großen Strömen gekennzeichnet, die unter anderem den Gütertausch mit Schiffen ermöglichten. Sowohl in Sumer, Babylonien als auch in Ägypten und China wurden die natürlichen Wasserwege durch Kanäle ergänzt, die einerseits der Bewässerung der Landwirtschaft dienten, aber auch von Binnenschiffen befahren werden konnten. Im Vergleich mit Tragtieren oder Fuhrwerken waren Binnenschiffe mit Tragfähigkeiten von einigen 10 Tonnen bis zur Neuzeit das einzige leistungsfähige Land-Verkehrsmittel für Güter.

Das bedeutendste Kanalprojekt wurde vor mehr als 2400 Jahren in China begonnen. Der „Kaiserkanal“ sollte über eine Entfernung von rund 1800 km den Süden Chinas mit der Hauptstadt Peking verbinden. Nach mehrfachen zeitlich langen Unterbrechungen der Bauarbeiten wurde er im 13. Jahrhundert fertiggestellt. Mit einer Breite bis zu 40 Metern und einer Tiefe von drei bis zu neun Metern

---

<sup>1</sup> Dr.Ing. Rudolf Breimeier, An der Aue 7c, Bad Bevensen, D-29549, Germany, E-mail: Rudolf.Breimeier@t-online.de

war er wohl die bedeutendste Wasserstrasse ihrer Zeit. Waren die Wasserhaltungen unterschiedlicher Höhe zunächst durch Rutschen verbunden worden, ermöglichte die Erfindung der Schachtschleuse (Kammerschleuse) durch die Chinesen im Jahre 984 einen sehr leistungsfähigen Betrieb auch mit grösseren Schiffen. In der Gegenwart hat der Kaiserkanal keine überregionale Bedeutung mehr [1].

Bereits im Mittelalter wurden die Entwässerungskanäle in den Niederlanden auch für die Schifffahrt genutzt. Die in Europa erst im 14. Jahrhundert „entdeckte“ Kammerschleuse ermöglichte nunmehr auch hier den Bau von Kanälen mit unterschiedlichen Wasserhaltungen. So wurde in den Jahren 1390 bis 1398 der Ausbau des Stecknitz-Kanals von Lauenburg an der Elbe bis nach Lübeck vollendet, um den Export des in Lüneburg gewonnenen Speisesalzes in den Ostseeraum zu fördern. Ein systematischer Ausbau eines Kanalnetzes zur Ergänzung der natürlichen Wasserwege fand jedoch in den folgenden Jahrhunderten nicht statt.

### Die erste europäische Kanalbau-Epoche

Seinen wirtschaftlichen Aufschwung in der Zeit des Merkantilismus im 18. Jahrhundert hat das zentralistisch regierte Frankreich unter anderem der Entwicklung eines leistungsfähigen Verkehrswesens – und damit der Binnenschifffahrt – zu verdanken. Die schiffbaren Flüsse wurden untereinander durch Kanäle verbunden, deren Gesamtlänge um 1800 rund 1000 km erreichte [2]. Auch der Beginn der Industrialisierung in England ist ohne Binnenschifffahrt undenkbar. Sie war zu jener Zeit das leistungsfähigste und kostengünstigste Verkehrsmittel, die Eisenbahn beschränkte sich in der Form der „Pferdebahn“ – die Traktion erfolgte durch Pferde – zunächst nur auf Zubringerverkehre. Infolge eines Kanalbau-Booms, ausgelöst durch die Industrialisierung, entwickelte sich die Länge der schiffbaren Gewässer in England wie folgt [2]:

1665	1100 km	(Flüsse)
1724	1870 km	(Flüsse)
1840	6600 km	hiervon
	4500 km	Kanäle

Die Kanäle und schiffbaren Flüsse waren um 1800 das Rückgrat des englischen Verkehrswesens. Mit einer Wasserspiegelbreite von rund 15 m, einer Wassertiefe von etwa 1,5 m gestatteten die Kanäle Güterschiffen (Länge bis zu 25 m, Breite bis zu 5 m) eine Nutzlast von 50 bis 80 Tonnen (t). Den „Antrieb“ bewältigten zwei Pferde mit einer Geschwindigkeit von 5 bis 6 km/h. Aber auch der Personenverkehr profitierte in England von dem Verkehr auf dem Wasser mit Geschwindigkeiten bis zu 8 km/h [2]. Eine Spitzenleistung im Personenverkehr war ab 1830 das öffentliche Angebot von Gleitbooten, die mit galoppierenden Pferden Geschwindigkeiten von 17 bis 19 km/h erreichten [3].

Der Bau von Kanälen mit einer Länge von rund 4500 km in den Jahren von 1740 bis 1840 mit Tunneln, Brücken, Aquädukten und Schleusen bedeutete eine einmalige Herausforderung für das Können der Ingenieure. Ein Beispiel für ein herausragendes Bauwerk dieser Zeit ist im Bild 1 dargestellt. Die Ingenieurwissenschaften nahmen einen bedeutenden Aufschwung, der ab 1820 auch dem Eisenbahnbau zugute kam. Infolge der Konkurrenz durch das neue Verkehrsmittel fand der Binnenschiffsverkehr auf englischen Kanälen – und hiermit die erste Kanalbau-Epoche – ein rasches Ende. Der Transport der Güter mit der durch Dampflokotiven betriebenen Eisenbahn erwies sich als wesentlich schneller und vor allem kostengünstiger.

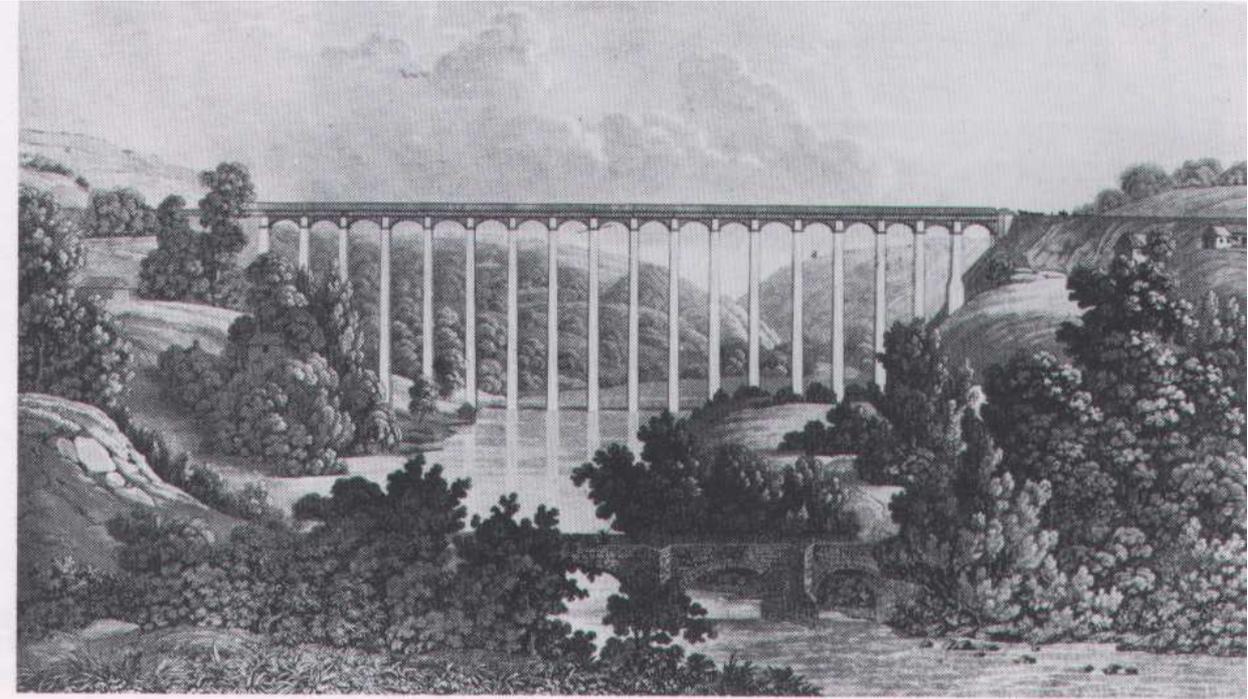


Bild 1: Pontcysyllte-Aquädukt im Zuge des Ellesmere-Kanals, Höhe 38 m [3]

In die erste europäische Kanalbau-Epoche fällt auch der Bau des Eider-Kanals von der Kieler Förde nach Rendsburg an der Eider. Dieser wohl bedeutendste Kanal seiner Zeit (6 Schleusen, Länge 43 km) wurde in den Jahre 1777 bis 1784 erbaut. Mit einer Wasserspiegelbreite von 28,7 m, einer Sohlenbreite von 18 m und einer Wassertiefe von 3,45 m ermöglichte er kleinen Hochseeschiffen den Verkehr zwischen der Ostsee bei Kiel und der Eidermündung in die Nordsee bei Tönning unter Vermeidung des bedeutenden Umwegs um die jütländische Halbinsel. Nach einer Nutzungszeit von 111 Jahren wurde der Eider-Kanal im Jahre 1895 durch den noch heute bestehenden Nord-Ostsee-Kanal ersetzt, der für wesentlich grössere Schiffe dimensioniert ist.

### Die zweite Kanalbau-Epoche

Angeregt durch den Erfolg der englischen Kanäle wurde in den Jahren von 1836 bis 1845 der Ludwig-Donau-Main-Kanal (Ludwigskanal) von Kehlheim (Donau) bis Bamberg (Main) gebaut. Mit einer Wasserspiegelbreite von 15,76 m, einer Sohlenbreite von 9,92 m und einer Wassertiefe von 1,46 m konnte er von Schiffen mit einer Tragfähigkeit von rund 120 t befahren werden. Infolge der Unterbrechung des Treidelbetriebs durch 100 Schleusen erforderte die Überwindung der Distanz von 172 km zwischen Kehlheim und Bamberg einen Zeitaufwand von sechs Tagen. Hiermit erwies sich der Kanal bereits zum Zeitpunkt seiner Eröffnung als wirtschaftlicher Anachronismus. Er war der Konkurrenz durch die Eisenbahn nicht gewachsen und wurde 1950 stillgelegt. Ebenfalls als wirtschaftlicher Fehlschlag erwiesen sich die Kanalisierung der Lahn mit dem einzigen deutschen Schiffstunnel (Eröffnung 1847) und der Bau des Ems-Jade-Kanals zwischen Emden und Wilhelmshaven (Eröffnung 1887).

Dem im Jahre 1853 eröffneten Rhein-Marne-Kanal von Vitry-le-Francois bis Strassburg (314 km) in Frankreich war aufgrund seiner grösseren Abmessungen ein etwas günstigeres Schicksal beschieden. Mit einer Wassertiefe von zunächst 1,6 m, die ab 1895 auf 2,2 m vergrössert wurde, ermöglicht er den

Verkehr der sogenannten Penichen mit einer Tragfähigkeit bis zu 360 t, die bis etwa zur Mitte des vergangenen Jahrhunderts gebräuchlich waren. Obwohl noch im Jahre 1969 im Elsass 17 Schleusen mit einer Gesamthöhendifferenz von 45 m durch ein Schiffshebwerk bei Arzviller ersetzt worden sind, hat der an technischen Attraktionen reiche Kanal (154 Schleusen, vier Kanaltunnel mit einer Gesamtlänge von 8,536 km) heute nur noch touristische Bedeutung.

### **Die dritte Kanalbau-Epoche**

Waren die Kanäle der ersten beiden Epochen der Konkurrenz durch die Eisenbahn nicht gewachsen, brach mit der Eröffnung des Dortmund-Ems-Kanals im Jahre 1899 eine neue Ära für die Binnenschifffahrt in Deutschland an. Es wurde ein Wasserweg geschaffen, der auch heute noch genutzt wird. Mit einer Wasserspiegelbreite bis zu 41 m und einer Wassertiefe von zunächst 2,50 m, später 3,50 m wurden beim Bau Dimensionen erreicht, die den Verkehr von Schiffen mit einer Tragfähigkeit von zunächst 700 t, später 1000 t ermöglichten. Da sich diese Pionierleistung als zukunftsfähig erwies, schloss sich in den folgenden Jahren der Bau weiterer künstlicher Wasserstrassen im Ruhrgebiet an. Der Abschluss der dritten Kanalbau-Epoche wurde im Jahr 1938 mit der Vollendung des Mittelland-Kanals von Bergeshövede (am Dortmund-Ems-Kanal) bis Magdeburg erreicht. Durch diese in West-Ost-Richtung verlaufende künstliche Wasserstrasse mit einer Länge von 320 km wurden die Stromgebiete des Rheins, der Ems, der Weser, der Elbe und über weitere Kanäle im Grossraum Berlin auch der Oder untereinander verbunden. Dank dieser Ausweitung des Netzes der Wasserwege konnte sich die Binnenschifffahrt in Deutschland zu einem sehr leistungsfähigen Verkehrsmittel entwickeln.

Das Verhältnis zwischen Binnenschifffahrt und Eisenbahn erschien in dieser Epoche zunächst unproblematisch. Infolge der stürmischen Entwicklung der Wirtschaft im deutschen Kaiserreich konnte die Eisenbahn den Ansprüchen nach Transportkapazität nur mit Mühe gerecht werden. Eine Entlastung durch die Binnenschifffahrt vor allem im Bereich der Massengüter mit einem niedrigen Transportpreis-Niveau war daher durchaus willkommen. Diese „Symbiose“ gipfelte schliesslich in Ausnahmetarifen, die beispielsweise die Badische Staatsbahn dem Güterverkehr im Hinterland des Rheinhafens Mannheim einräumte (die Transportpreise der damaligen Staatsbahnen waren staatlich vorgegebene Tarife). Da auf der Schiene seinerzeit der Einzelwagenladungs-Verkehr mit hochtarifierten Gütern dominierte, ordnete sich die Eisenbahn quasi der Binnenschifffahrt unter und überliess ihr in den „nassen“ Relationen den grossströmigen Massengüterverkehr. Infolge des Verkehrsmonopols ausserhalb des Einzugsbereichs der Wasserstrassen konnte die Eisenbahn im Güterverkehr weit über dem Selbstkostenniveau liegende Transportpreise durchsetzen. Mit den Überschüssen aus dem Schienen-Güterverkehr konnte das stets existierende Defizit des Schienenpersonen-Nahverkehrs ausgeglichen werden. Weitere Überschüsse wurden bis 1914 an die Staatshaushalte der deutschen Bundesländer abgeführt. Nach dem ersten Weltkrieg trug vor allem der Güterverkehr der nunmehr gegründeten Deutschen Reichsbahn in erheblichem Masse zur Finanzierung der Reparationsleistungen an die Siegermächte des Krieges bei, in der nationalsozialistischen Epoche finanzierte die Reichsbahn den Bau der Autobahnen.

Die Monopolstellung der Eisenbahn mit einem überhöhten Preisniveau im Güterverkehr liess in der Öffentlichkeit die allgemeine Meinung entstehen, die Binnenschifffahrt sei stets das kostengünstigste Verkehrsmittel. Kritische Stimmen, beispielsweise des Ökonomen Walter Rathenau (Vorstand der AEG, später Aussenminister in der „Weimarer Republik“), der statt des Mittellandkanals den Bau einer speziellen Güterbahn empfahl, konnten sich aber nicht durchsetzen. Dennoch wiesen Fachleute der Verkehrswirtschaft darauf hin, dass im Schienengüterverkehr zwischen Einzelwagenladungen und dem Verkehr geschlossener Züge für eine Gutart, den sogenannten Ganzzügen, differenziert werden müsse. Pirath nennt für das Jahr 1939 folgende durchschnittliche Selbstkosten, die einen wirtschaftlichen Vorteil der Binnenschifffahrt auf Kanälen nicht erkennen lassen ([4] S. 238):

Eisenbahn, Einzelwagenladung	2,00 Pf. / tkm
Eisenbahn, Ganzzug	0,81 Pf. / tkm
Binnenschiff auf natürlicher Wasserstrasse	0,45 Pf. / tkm
Binnenschiff auf Kanal	0,84 Pf. / tkm

### Die vierte Kanalbau-Epoche

Sind in der dritten Epoche auch im europäischen Ausland noch bedeutende Kanalbauten zu verzeichnen, so ist die nach der Mitte des vorigen Jahrhunderts anbrechende vierte Epoche allein auf Westdeutschland beschränkt und hier geradezu als Kanalbau-Euphorie zu bezeichnen. Ausgelöst wurde sie von Kreisen der Wirtschaft, die sich von einer Ausweitung des Binnenschiffsverkehrs eine Verminderung der Transportpreise versprachen. Dieser Effekt liess sich nicht nur durch eine Verlagerung des Massengutverkehrs von der Schiene auf den Wasserweg erzielen, sondern allein die Existenz einer Wasserstrasse zwingt die Eisenbahn, sich dem niedrigeren Preisniveau des Konkurrenten anzupassen. Das seinerzeitige Bonmot „Kanäle sind gegrabene Ausnahmetarife der Eisenbahn“ verdeutlicht die Situation. Auch das Angebot der damaligen Deutschen Bundesbahn, der Wirtschaft „Als-ob-Tarife“ einzuräumen, also beim Verzicht auf den Ausbau einer Wasserstrasse dennoch Transportpreise anzubieten, als ob dieser Wasserweg existiert, vermochte die Kanalbau-Euphorie nicht einzudämmen.

Trotz eines Nutzen-Kosten-Verhältnisses von nur rund 0,5 (monetarisierte Nutzen dividiert durch die Kapitalkosten des Bauwerks) wurde der Bau des 171 km langen Rhein-Main-Donau-Kanals vorangetrieben. Er wurde 1992 vollendet. Der 115 km lange Elbe-Seiten-Kanal verbindet seit 1976 die Elbe bei Lauenburg in der Nähe Hamburgs mit dem Mittelland-Kanal bei Gifhorn. Bereits schiffbare Flüsse wie Mittel-Weser, Mosel, Main und Neckar wurden durch das Einfügen von Staustufen kanalisiert. Bestehende Kanäle wurden und werden mit erheblichem Aufwand in ihrem Profil ausgeweitet (Wasserspiegelbreite bis zu 55 m, Tiefe mindestens 4 m). Ziel des Ausbaus der Wasserstrassen ist der durchgängige Einsatz des „Europa-Schiffs“ mit einer Tragfähigkeit von 1350 t (Länge 80 m, Breite 9,5 m, Tiefgang (Abladetiefe) 2,5 m). Einige Kanalbauprojekte wie der Saar-Pfalz-Kanal (Saarbrücken – Mannheim), der Neckar-Donau-Kanal (Plochingen – Ulm) und die Kanalisierung des Hochrheins (Rheinfelden bei Basel – Bodensee) liessen sich allerdings nicht durchsetzen.

Das aktuelle Netz der deutschen Binnenwasserstrassen ist im Bild 2 dargestellt. Einige Flüsse wie die Weser oberhalb Minden einschliesslich Werra und Fulda, die Leine, die Aller, die Lahn, und einige kleinere Kanäle (Elde-Müritz-Wasserweg) haben für die Güterschifffahrt inzwischen keine Bedeutung mehr.



BMVBW EW 24 Bonn, 2004 W 162

- |                |   |  |   |
|----------------|---|--|---|
| <b>SÜDWEST</b> | Bezeichnung einer Wasser- und Schifffahrtsdirektion |  | Grenze zwischen Wasser- und Schifffahrtsdirektionen |
| <b>MAINZ</b>   | ■ Sitz einer Wasser- und Schifffahrtsdirektion      |  | Grenze zwischen Wasser- und Schifffahrtsämtern      |
| <b>Bingen</b>  | ◆ Sitz eines Wasser- und Schifffahrtsamtes u. dgl.  |  | WaStr-Klasse 0 - III                                |
|                | Staatsgrenze  |  | WaStr-Klasse IV - VI                                |

Bundeswasserstraßen, die eine Länge von unter 5 km aufweisen, sind maßstabsbedingt teilweise nicht dargestellt.

Kartographie: Fachstelle für Geoinformationen Süd, Regensburg  
 Vertrieb: Drucksachenstelle der WSV bei der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Postfach 6307, 30063 Hannover

Bild 2: Das Netz der deutschen Binnenwasserstrassen [5]

## 2 Das Spannungsverhältnis Binnenschifffahrt/Eisenbahn

Konnte die Eisenbahn in der dritten Kanalbau-Epoche einer Konkurrenz durch die Binnenschifffahrt noch gelassen begegnen, so spitzte sich das Spannungsverhältnis zwischen den beiden Verkehrsträgern in der vierten Epoche erheblich zu. Ursache dieser Entwicklung war der erstarkende Wettbewerb des Güterkraftverkehrs auf der Strasse, der infolge des massiven Ausbaus der Autobahnen die Umlaufgeschwindigkeit der Lastkraftwagen praktisch verdoppeln und damit seine Kosten erheblich vermindern konnte. Vor allem hochwertige Güter mit einem hohen Transportpreis-Niveau wanderten von der Schiene auf die Strasse ab. Die Folgen dieser neuen Entwicklung waren für die Eisenbahn geradezu dramatisch. Sie büsste ab etwa 1975 ihre führende Position im Güterverkehr Westdeutschlands ein und verlor – wie die nachfolgenden Zahlen belegen – auch gegenüber der Binnenschifffahrt an Bedeutung. Erst die deutsche Wiedervereinigung bescherte der Bahn eine Umkehr des Trends [6, 7].

### Verkehrsleistung von Binnenschifffahrt und Eisenbahn in Deutschland (von 1955 bis 1990 nur Westdeutschland)

Jahr	Binnenschifffahrt (B) [Mrd. tkm/a]	Eisenbahn (E) [Mrd. tkm/a]	B / E [1]
1938	29,5	80,6	0,37
1955	28,6	48,1	0,59
1960	40,4	53,7	0,75
1965	43,6	60,0	0,73
1970	48,8	71,5	0,68
1975	47,6	56,3	0,85
1980	51,4	64,9	0,79
1985	48,2	64,0	0,75
1990	54,8	61,9	0,89
1991	56,0	82,2	0,68
1996	61,3	70,0	0,88
2001	64,8	81,0	0,80
2005	64,1	95,4	0,67
2006	64,0	107,0	0,60
2007	64,8	114,6	0,57

Wollte die Eisenbahn angesichts dieser Wettbewerbslage in der vierten Kanalbau-Epoche nicht zwischen Binnenschiff und Lastkraftwagen „zerrieben“ werden, musste sie um jede Tonne Ladung, auch im Massengutverkehr mit niedrigen Transportpreisen, kämpfen. Der Bahn ist es auf diese Weise gelungen, Verkehre auch in „nassen“ Relationen auf der Schiene zu halten, für die ein neuer Wasserweg zunächst konzipiert war. Ein Beispiel ist der Erzverkehr vom Hamburger Hafen zum Hüttenwerk in Salzgitter, der statt auf dem Elbe-Seitenkanal auf der Schiene durchgeführt wird. Der Eisenbahn wird aufgrund ihres Wettbewerbsverhaltens vorgeworfen, Dumpingpreise zu erheben und auf diese Weise eine ausreichende Nutzung der mit erheblichem finanziellen Aufwand des Staates erbauten Wasserstrassen zu verhindern. Hiermit wird das Problem der Selbstkosten der Verkehrsträger berührt, das gesondert angesprochen wird.

Die in der rechten Spalte der oben gezeigten Tabelle erkennbare Umkehr des Trends seit Mitte der 90er Jahre ist wahrscheinlich nicht nur eine Folge der deutschen Wiedervereinigung und damit der Ausweitung der Statistik auf ein Gebiet, in dem der Binnenschiffahrt eine geringere Bedeutung zukam. Es ist anzunehmen, dass das Preis-Regulativ Binnenschiff in einigen Relationen durch das weitere Preis-Regulativ eines neuen Eisenbahn-Verkehrsunternehmens (EVU) ersetzt worden ist. Mit anderen Worten: Um ein dominierendes EVU preislich „In Schach“ zu halten, bedarf es nicht mehr des Konkurrenten Binnenschiffahrt, sondern ein neues EVU kann diese Rolle ebenso gut übernehmen. Die Bahnreform dürfte auf diese Weise Verkehre auf die Schiene lenken, die zuvor der Binnenschiffahrt vorbehalten waren.

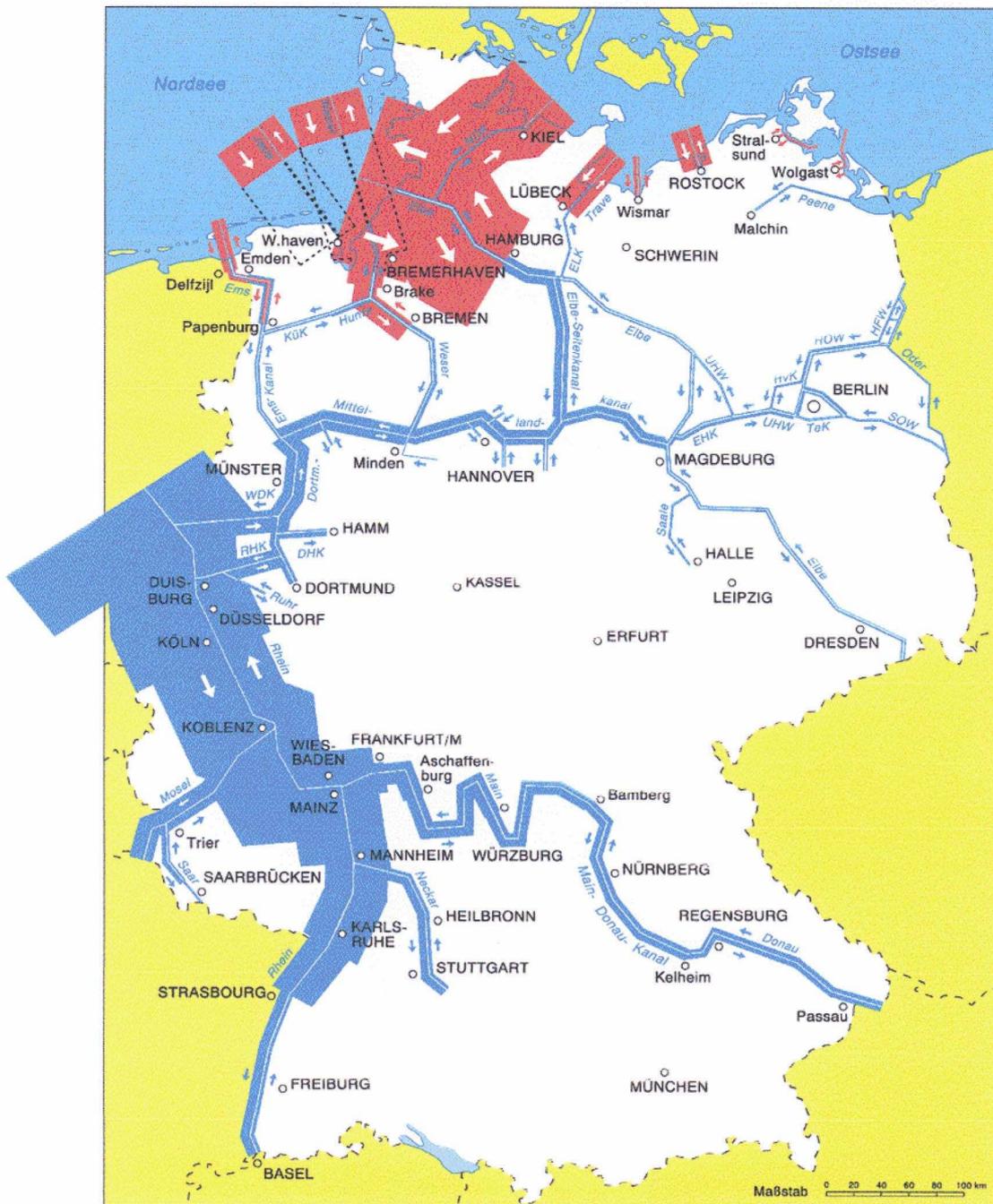
### **3 Technisch-betrieblicher Vergleich der beiden Verkehrsträger**

#### **Die Netzbelastung**

Die Netzbelastung der beiden Verkehrsträger wird aus den Bildern 3 und 4 deutlich.

### BUNDESWASSERSTRASSEN

Güterverkehrsichte der See- und Binnenschifffahrt 2000 auf dem Hauptnetz der Bundeswasserstraßen



BMVBW Abt. EW Bonn, 2002 W 172b

Güterverkehrsichte in Mill t (tkm / Länge der Wasserstraße in km)

bis 1 Mill t ———  
 über 1 Mill t 0 10 20 30 40 50 Bandbreite  
 maßstäblich

Binnenschifffahrt ■  
 Seeschifffahrt \* ■  
 \*berechnet auf der Grundlage der Umschlagzahlen der Seehäfen - außer NOK

Quelle: Statistisches Bundesamt, Wiesbaden  
 Kartographie: Sonderstelle für Vermessungswesen beim Wasser- und Schifffahrtsamt Regensburg

Bild 3: Güterverkehrsbelastung der deutschen Wasserstrassen etwa im Jahr 2001

Die Belastung der Binnenwasserstrassen ist in blau dargestellt. [8]

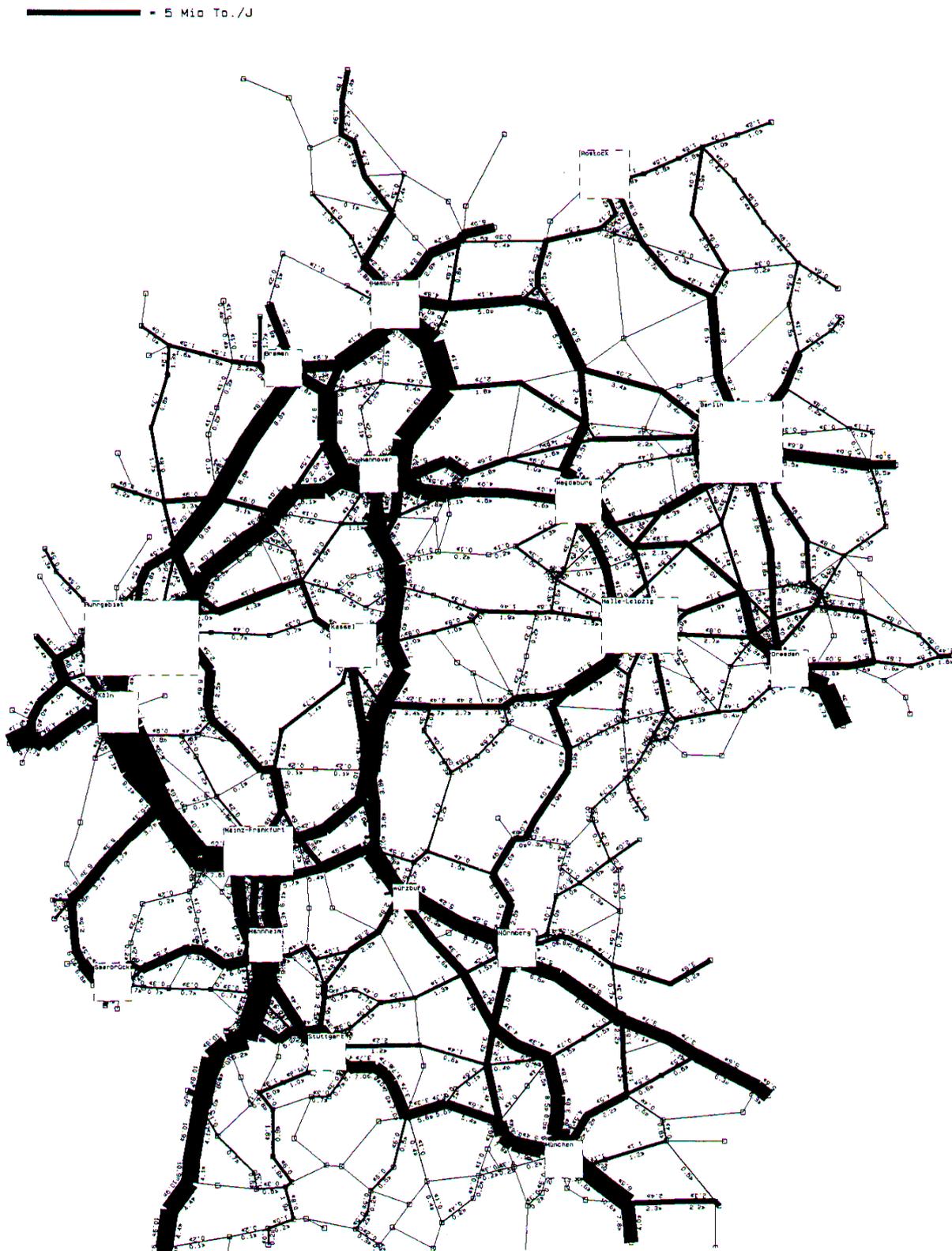


Bild 4: Güterverkehrsbelastung des deutschen Eisenbahnnetzes etwa im Jahr 2005

Die Strichstärke in der linken oberen Ecke ist ein Massstab für 5 Mio. t / a

Auch wenn sich im Eisenbahnnetz die Magistralen deutlich abheben, ist hier eine wesentlich ausgeglichene Auslastung als im Netz der Wasserstrassen zu erkennen. Bei der Binnenschifffahrt dominiert der Rhein mit etwa zwei Dritteln der gesamten Verkehrsleistung; allein im Hafen Duisburg-Ruhrort werden rund 100 Millionen Tonnen je Jahr umgeschlagen. Östlich der Rheinachse existiert im Raum der deutschen Mittelgebirge mit Ausnahme der Elbe keine Wasserstrasse von Süd nach Nord. Südlich der Mittelgebirgsschwelle bildet der Main mit seiner Fortsetzung des Rhein-Main-Donau-Kanals und der Donau zwar eine West-Ost-Verbindung, die aber wegen der Mäander des Mains kostenträchtige Umwege beschreibt und infolge der 52 bis Regensburg zu überwindenden Schleusen sehr zeitaufwendig ist. Eine Fahrt von den Nordseehäfen bis Straubing (zwischen Regensburg und Passau gelegen) erfordert einen Zeitaufwand von 7 bis 10 Tagen [8]. Aus den Bildern lassen sich die folgenden Querschnittsbelastungen ableiten:

#### Binnenschifffahrt (2001)

Niederrhein (Fahrrinnenbreite 150 m)	170	Mio. t / a
Rhein oberhalb Köln	90	Mio. t / a
Rhein oberhalb Mannheim	47	Mio. t / a
Elbe oberhalb Lauenburg 1936 [9]	9	Mio. t / a
Elbe oberhalb Lauenburg gegenwärtig	1,5	Mio. t / a
Mittelweser nördlich Minden	2	Mio. t / a
Mittelland-Kanal östlich Minden	12	Mio. t / a
Elbe-Seiten-Kanal	9	Mio. t / a
Main-Donau-Kanal	7,5	Mio. t / a

#### Eisenbahn (2004)

Köln – Neuwied	25	Mio. t / a
Köln – Koblenz	14	Mio. t / a
Hamburg – Lüneburg	25	Mio. t / a
Bremen – Osnabrück	17	Mio. t / a
Verden (Aller) – Nienburg	17	Mio. t / a
Göttingen – Bebra	16	Mio. t / a
Offenburg – Basel	15	Mio. t / a
Würzburg – Nürnberg	14	Mio. t / a
München – Rosenheim	17	Mio. t / a

Bei der Wertung dieser Zahlen ist zu berücksichtigen, dass die Güterverkehrsleistungen der Eisenbahn auf Strecken erbracht werden, die auch dem Personenverkehr dienen. Reine Güterstrecken erreichen wesentlich höhere Leistungen. Auf eingleisigen Strecken im Braunkohle-Tagebau werden bis zu 100 Millionen Tonnen je Jahr erreicht, eine zweigleisige Kohlenbahn in China ist für 350 Millionen Tonnen je Jahr konzipiert [10].

### Weitere technisch-betriebliche Einzelheiten

Weitere Einzelheiten zum Vergleich der beiden Verkehrsträger Binnenschifffahrt und Eisenbahn lassen sich am übersichtlichsten stichwortartig zusammenfassen.

#### Netzlänge in Deutschland (2004, [16])

Wasserstrassen	7 305 km
Eisenbahnen	34 720 km

#### Breite der Verkehrswege

Fahrrinne auf dem Rhein	150 m
Kanal, Wasserspiegelbreite	55 m
zweigleisige Güterbahn, Trassenbreite	11 m

#### Leistungsfähigkeit der Verkehrswege (Summe beider Richtungen)

Kanal (begrenzt durch Schleusen)	6 Schiffe / h
Güterbahn	20 Züge / h

#### Maximale Nutzlasten der Transporteinheiten

Schubverband auf dem Niederrhein	12 000 t
Niederrhein-Schiff	4 000 t
Koppelverband auf dem Kanal	2 700 t
Schubverband auf dem Kanal	2 500 t
Gross-Motorgüterschiff (auf Kanälen nicht durchgehend einsetzbar)	2 200 t
Kanalschiff	700 bis 1 500 t
Mittelwert der Kanal-Motorschiffe etwa	1 100 t
Massengutzug mit Mittelpufferkupplung (Erzzug) (Wagenzuggewicht 6 000 t)	4 600 t
Massengutzug mit Schraubekupplung (Wagenzuggewicht 4 000 t)	2 900 t

## 4 Die Binnenschifffahrt, das günstigste Verkehrsmittel für Güter ?

### Die Fahrdynamik

„Mit 6 km/h Geschwindigkeit etwa vermag ein Pferd auf waagerechter, nicht befestigter Kunststrasse nicht mehr als 1,8 t zu ziehen, auf einer waagerechten Schiene 15 t, dagegen in stehendem Wasser 70 bis 100 t“ ([11] S. 225/226). „Der verhältnismässig geringe Energieaufwand angesichts des archimedischen Prinzips, der geringe zu überwindende Fahrtwiderstand eines Schiffes ....bewirken sehr geringe Transportkosten“ ([12] S. 208). „Für die Fortbewegung einer Tonne werden an Leistung benötigt: auf dem Wasserweg 0,2 PS, auf der Schiene 2,0 PS, auf der Strasse 10,0 PS. Das Schiff wird dadurch zum billigsten Transportmittel“ ([13] S. 127).

Die zitierten Sätze aus Lehrbüchern der Verkehrswirtschaft und Verkehrspolitik sind eindeutig und sprechen vor allem für eine fahrdynamische Überlegenheit der Binnenschifffahrt. Der angeführte Leistungsvergleich stimmt hingegen bereits nachdenklich. Sollte sich der Eisenbahnzug mit der zehnfachen Geschwindigkeit des Binnenschiffs bewegen, ist der vermeintliche Vorteil hinfällig, denn der Energiebedarf des Transportvorgangs ist dem mathematischen Produkt aus Leistung und Zeit proportional. Die physikalischen Grundlagen besagen:

$$\text{Arbeit (Energie)} = \text{Kraft} \times \text{Weg}$$

$$\text{Leistung} = \text{Arbeit} / \text{Zeit}$$

$$\text{Arbeit} = \text{Leistung} \times \text{Zeit}$$

Eine genauere fahrdynamische Untersuchung zeigt, dass entsprechend dem Bild 5 der Vorteil des geringen Fahrwiderstands der Binnenschiffe im Bereich der in der Praxis gefahrenen Geschwindigkeiten existiert. Verglichen werden die spezifischen Fahrwiderstände eines ausgelasteten 1000-t-Kanalschiffs (Typ „Gustav Koenigs“) und eines Massengutzuges mit einem Wagenzuggewicht von 2400 t (Nutzlast 1710 t). Bespannt ist der Zug mit einer Diesel-Lokomotive, deren Motorleistung 3000 PS beträgt. Da der Verfasser eine eigene ältere Untersuchung für den fahrdynamischen Vergleich heranzieht, entsprechen die Massangaben nicht mehr der heutigen Gepflogenheit. Sie sind aber dennoch verständlich.

Gegen den angeführten Vergleich könnte eingewendet werden, dass vielfach Binnenschiffe mit einer grösseren Tragfähigkeit eingesetzt werden, die auf unbegrenztem Fahrwasser einen geringeren spezifischen Fahrwiderstand erreichen. Bei der Fahrt auf Kanälen kehrt sich aber dieser Vorteil in das Gegenteil um, weil ein voluminöseres Schiff auf dem begrenzten Fahrwasser eines Kanals durch die Schiffsbewegung einen stärkeren Gegenstrom des Wassers und damit eine grössere störende „Kolbenwirkung“ auslöst, die den Fahrwiderstand erhöht.

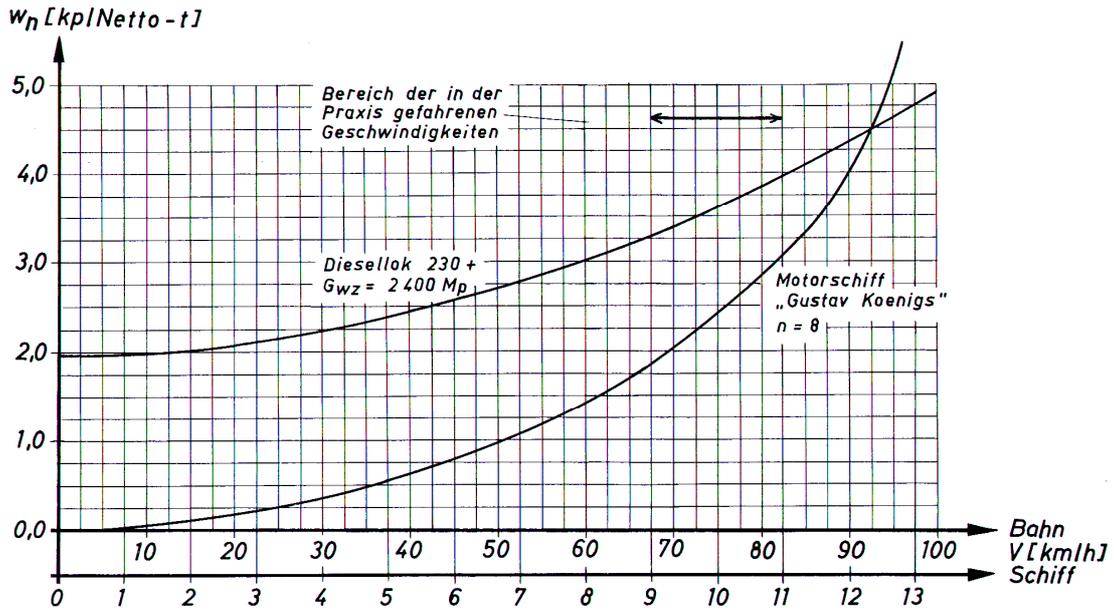


Bild 5: Spezifische, auf die Nutzlast bezogene Fahrwiderstände  $w_n$  eines 1000-t-Kanalschiffs und eines Ganzzuges in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit  $V$   
 $n$  = Wasserquerschnitt/Schiffsquerschnitt;  $G_{WZ}$  = Gewicht des Wagenzuges [14]

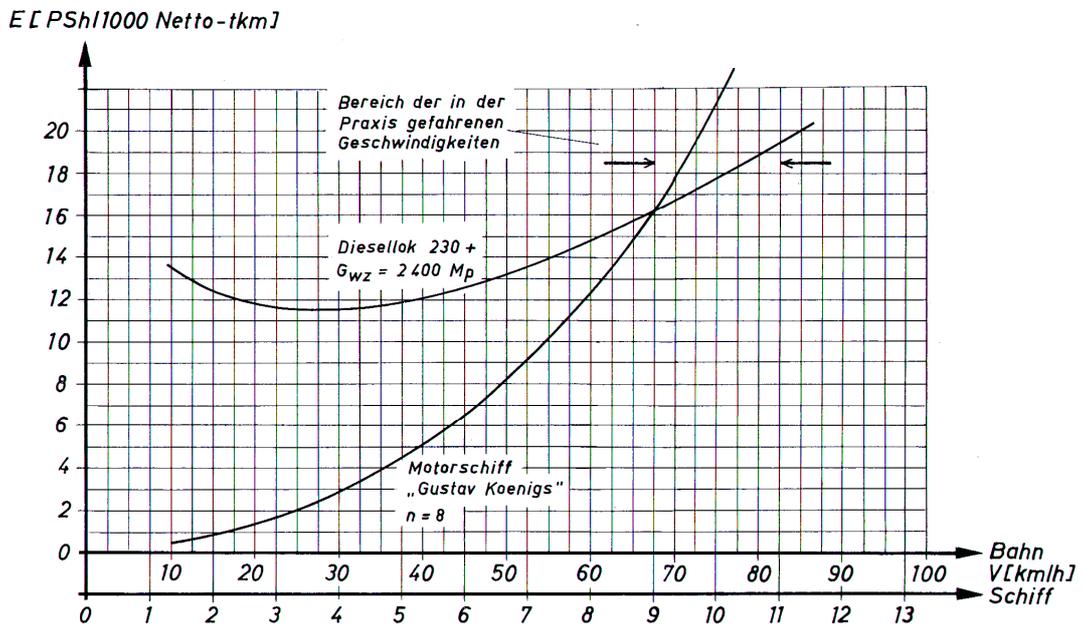


Bild 6: Spezifische, auf die Nutzlast bezogene Motorarbeit  $E$  ( $\approx$ Treibstoffverbrauch) eines 1000-t-Kanalschiffs und eines Ganzzuges bei beschleunigungsloser Fahrt auf horizontaler Strecke in Abhängigkeit von der Fahrgeschwindigkeit  $V$  [14]

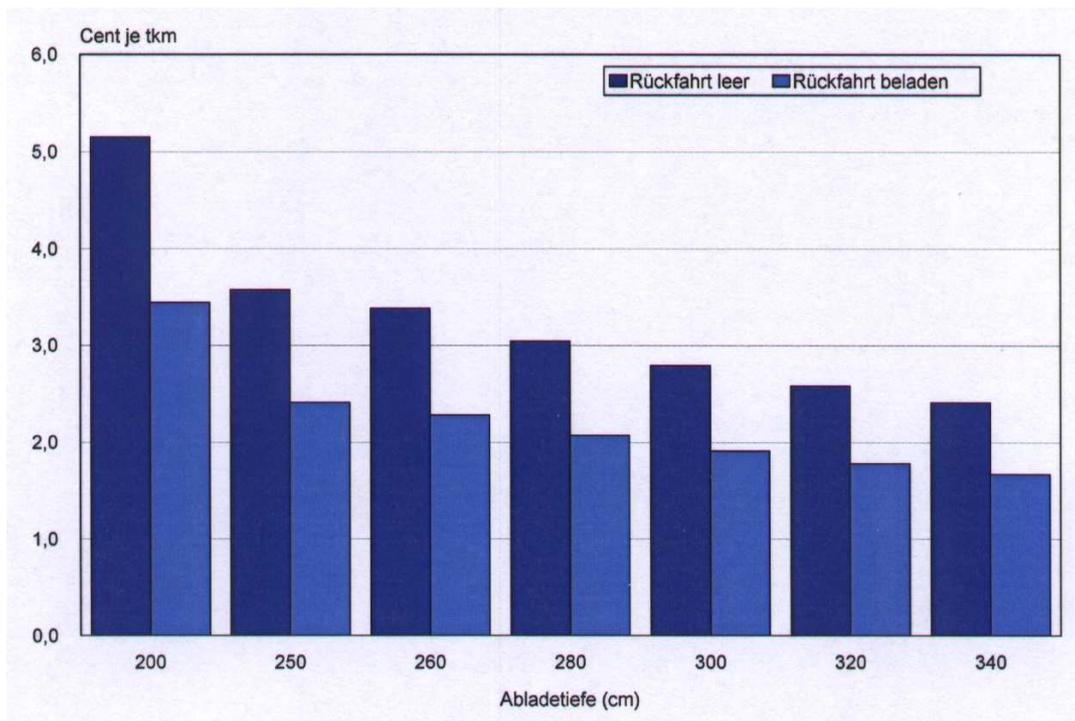


Bild 7: Kosten eines Gross-Motorgüterschiffs (2200 t) auf dem Rhein in Abhängigkeit von der Abladetiefe, Transportweite 300 km, die Kosten kleinerer Schiffe (1000 bis 1350 t) liegen bis zu 15 % höher [16]

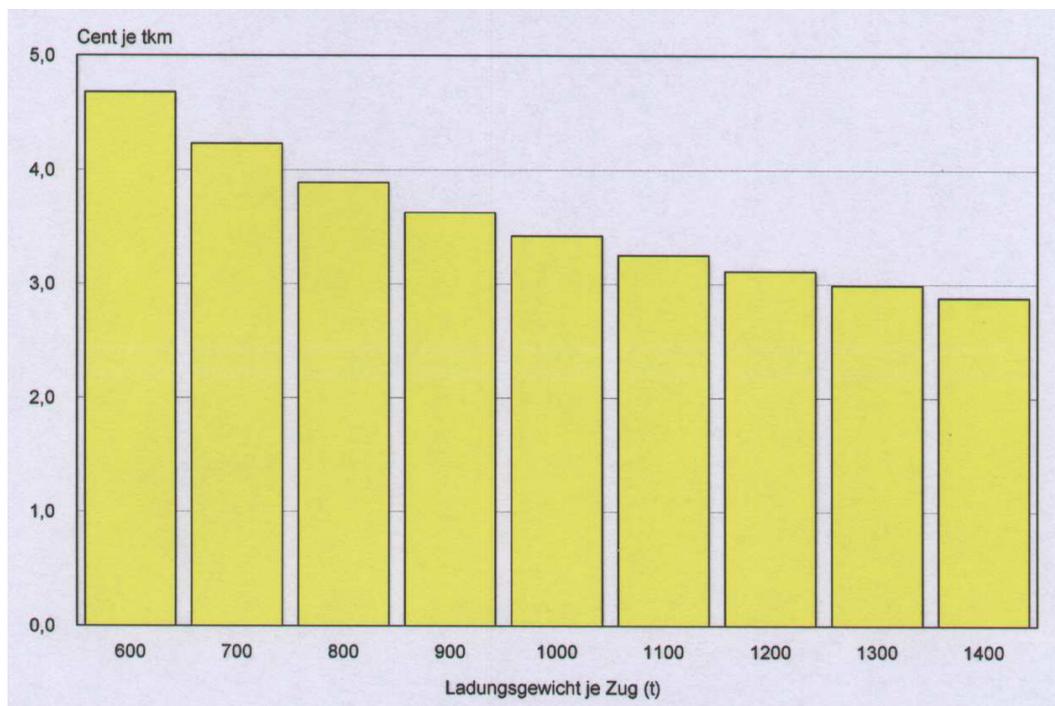


Bild 8: Kosten eines Ganzzuges in Abhängigkeit von der Nutzlast, Transportweite 300 km [16]

Im vermeintlichen Widerspruch zur Charakteristik des Fahrwiderstands lässt die Motorarbeit – die den Treibstoffverbrauch bestimmt – im Bild 6 für den Bereich der in der Praxis üblichen Geschwindigkeiten von 9 bis 11 km/h auf Kanälen keinen Vorteil des Binnenschiffs mehr erkennen.

Die Diskrepanz der beiden Bilder erklärt sich aus den unterschiedlichen Wirkungsgraden der Antriebsanlagen. Für die Entwicklung der Vortriebskraft nutzt die Eisenbahn den Reibradantrieb, Motorschiffe hingegen werden durch Propeller (Schiffsschrauben) angetrieben. Setzt der Reibradantrieb im allgemeinen mehr als 98 % der Antriebsleistung auf den Treibachsen in Vortriebskraft um – der Wirkungsgrad beträgt demnach mindestens 98 % – erreichen die Wirkungsgrade von Binnenschiffspropellern im optimalen Leistungsbereich Werte von bestenfalls 50 %. Möglichkeiten, den Wirkungsgrad der Vortriebsorgane der Binnenschiffe anzuheben, bestünden in der Traktion durch Treidel-Lokomotiven, wie sie vor mehr als 100 Jahren auf dem Teltow-Kanal bei Berlin üblich war, oder in der Wiedereinführung der Kettenschiffahrt. Beide Varianten sind nicht realistisch.

Eine Untersuchung des Umweltbundesamtes kommt zu dem nachstehenden Ergebnis [15], das eine fahrdynamische Überlegenheit der Binnenschiffahrt gegenüber der Eisenbahn ebenfalls nicht bestätigt und damit die Untersuchung des Verfassers stützt:

	Binnenschiff	Eisenbahn
Diesel-Äquivalentverbrauch		
[Liter / 100 tkm]	1,35	1,39
Kohlendioxid-Emissionen		
[gr / tkm]	34,90	30,90

## Die Kosten

Wiesen die älteren Untersuchungen von Pirath [4] noch einen spürbaren Kostenunterschied zwischen dem Binnenschiffsverkehr auf natürlichen Wasserstrassen und dem Eisenbahnverkehr aus, so ist ein Kostenvorteil „kanalgängiger“ Binnenschiffe gegenüber Ganzzügen heute nicht mehr zu erkennen. Bei dem jüngsten Kostenvergleich, dessen Ergebnis in den beiden Bildern 7 und 8 dargestellt ist, wird ein Gross-Motorgüterschiff (Länge bis 110 m Breite 11,45 m, Tiefgang 3,40 m), das infolge seiner Dimensionen auf vielen Kanälen überhaupt nicht beziehungsweise nicht voll abgeladen verkehren kann, einem Ganzzug mit verhältnismässig bescheidenen Nutzlasten gegenübergestellt. In den Kosten des Binnenschiffs sind Fahrwegkosten nicht berücksichtigt, weil auf dem Rhein, wie auch auf den übrigen deutschen Strömen, keine Schifffahrtsabgaben zu entrichten sind. Auf künstlichen Wasserstrassen werden je nach Gutart und Relation hingegen Schifffahrtsabgaben von im Mittel 0,3 – 0,4 Cent/tkm erhoben. Bei einer (geschätzten) mittleren Nutzlast der Kanal-Schiffe von rund 1100 t belaufen sich die Wegeabgaben hiernach auf durchschnittlich etwa drei bis vier Euro je Schiffs-Kilometer. Hiermit wird die Grössenordnung der Fahrplan-Trassenpreise für Güterzüge erreicht, die in den Selbstkosten der Eisenbahn berücksichtigt sind. Eine Begünstigung der Binnenschiffahrt gegenüber der Eisenbahn ist in der Befreiung von der Mineralöl- und Ökosteuer zu sehen, die mit durchschnittlich 0,22 Cent/tkm zu Buche schlagen würde [16].

Die beiden Kostendiagramme und weitere Angaben der Quelle [16] gestatten einen Kostenvergleich zwischen Binnenschiffahrt und Eisenbahn für eine Transportweite von 300 km. Ausgehend von dem

Gross-Motorgüterschiff, das dem Kostendiagramm zugrunde liegt, werden kanalgängigen Binnenschiffen Ganzzüge gegenübergestellt, die noch mit einer Lokomotive bespannt werden können. Grössere Transporteinheiten, die sowohl auf der Wasserstrasse (Schubverband, Koppelverband) wie auf der Schiene (Nutzlast bis 4600 t bei Doppeltraktion) möglich sind, gestatten eine Verminderung der Kosten gegenüber den angegebenen Werten. In den Kostensätzen der Eisenbahn ist berücksichtigt, dass infolge der weitgehenden Verwendung von Spezialwagen in Ganzzügen im allgemeinen jede Lastfahrt mit einer entsprechenden Leerfahrt verbunden ist. Für das Binnenschiff wird zwischen Last- und Leerfahrt differenziert. In der nachstehenden Berechnung wird unterstellt, dass nur für jede zweite Rückfahrt keine Rückfracht gefunden wird.

Das durchschnittliche, kanalgängige Binnenschiff mit einer Nutzlast bis zu 1350 t erreicht eine maximale Abladetiefe von 2,5 m. Dieser Tiefgang kann auf vielen Kanälen nicht überschritten werden. Nur auf einigen ausgewählten künstlichen Wasserstrassen ist eine Tauchtiefe von 2,8 m zulässig. Die angegebenen Kostensätze der Schiffe beziehen sich auf das Fahrwasser des Rheins, das einen grossen Querschnitt aufweist. Da sich für die Fahrt auf Kanälen mit ihrem beschränkten Fahrwasserquerschnitt grössere Fahrwiderstände einstellen, ist hier mit höheren Energiekosten zu rechnen. Dieser Effekt wird auf mindestens 0,10 Cent/tkm geschätzt, er wird aber nicht berücksichtigt. Das Ergebnis des Kostenvergleichs:

#### Gross-Motorgüterschiff auf dem Rhein

Abladetiefe 3,4 m (siehe Bild)

$$(2 \times 1,67 + 2,41) / 3 \quad \Rightarrow \quad 1,92 \text{ Cent / tkm}$$

Abladetiefe 2,8 m (siehe Bild)

$$(2 \times 2,08 + 3,04) / 3 \quad \Rightarrow \quad 2,40 \text{ Cent / tkm}$$

Abladetiefe 2,5 m (siehe Bild)

$$(2 \times 2,42 + 3,58) / 3 \quad \Rightarrow \quad 2,81 \text{ Cent / tkm}$$

#### Gross-Motorgüterschiff auf dem Kanal

$$\text{Abladetiefe 2,8 m: } 2,40 + 0,30 \Rightarrow 2,70 \text{ Cent / tkm}$$

#### Durchschnittliches, kanalgängiges Binnenschiff

$$\text{auf dem Rhein: } 1,15 \times 2,81 \Rightarrow 3,23 \text{ Cent / tkm}$$

$$\text{auf dem Kanal: } 3,23 + 0,30 \Rightarrow 3,53 \text{ Cent / tkm}$$

#### Ganzzug

$$\text{Nutzlast 1 400 t (siehe Bild) } \Rightarrow 2,88 \text{ Cent / tkm}$$

Nutzlast 1 800 t (nach [16])

$$\text{Wagenzuggewicht 2 500 t } \Rightarrow 2,58 \text{ Cent / tkm}$$

Nutzlast 2 300 t (nach [16])

$$\text{Wagenzuggewicht 3 000 t } \Rightarrow 2,35 \text{ Cent / tkm}$$

Nach diesen Zahlen ist ein Kostenvorteil der Binnenschifffahrt gegenüber der Eisenbahn nur für grosse Schiffseinheiten erreichbar, die eine Abladetiefe von wesentlich mehr als 2,80 m ausnutzen können. Fahrwasserverhältnisse mit derart günstigen Bedingungen liegen praktisch nur auf dem Niederrhein vor. Kanalgängige Binnenschiffe erreichen auch auf abgabenfreien Wasserstrassen keinen Kostenvorteil gegenüber Ganzzügen. Auf Kanälen ist das Binnenschiff der Eisenbahn generell wirtschaftlich unterlegen. Sollte auch die Binnenschifffahrt eines Tages gezwungen sein, Mineralöl- und Ökosteuer zu entrichten, treten die aufgezeigten Ergebnisse mit zusätzlichen Kosten in Höhe von 0,22 Cent/tkm noch deutlicher zutage.

## **Ergebnis**

Nach der landläufigen Meinung ist die Binnenschifffahrt stets das Verkehrsmittel mit dem geringsten spezifischen Energieaufwand für die Fortbewegung und den günstigsten Transportkosten. Dieses weit verbreitete Vorurteil hält einer Überprüfung nicht stand. Ursache dieser falschen Einschätzung ist das aus Gründen der Staatsraison vor Jahrzehnten übliche überhöhte Niveau der Transportpreise im Güterverkehr der Eisenbahn. Wie sich nachweisen lässt, sind sogenannte Ganzzüge der Eisenbahn den gebräuchlichen Binnenschiffen hinsichtlich der genannten Eigenschaften in den meisten Fällen nicht nur ebenbürtig, sondern sogar überlegen. Nur auf natürlichen Gewässern, die den Einsatz grosser Schiffseinheiten mit einer Abladetiefe von deutlich mehr als 2,80 m gestatten, ist ein Vorteil der Binnenschifffahrt nachweisbar. Derartige Fahrwasserverhältnisse liegen in Deutschland praktisch nur auf dem Niederrhein unterhalb Duisburg-Ruhrort vor.

Überschätzt wird das Leistungsvermögen künstlicher Wasserstrassen. Infolge der Notwendigkeit von Schleusen ist die Querschnittsleistung von Kanälen und kanalisierten Flüssen in der Summe beider Richtungen auf 6 Schiffe je Stunde beschränkt.. Spezielle Güterbahnen, die als bautechnisch einfachere und damit kostengünstigere Alternative künstlicher Wasserstrassen zu betrachten sind, erreichen mit 20 bis 24 Zügen je Stunde ein Mehrfaches der Transportleistung eines Binnenschiffs-Kanals.

## **Literaturverzeichnis**

1. Berger, F. : Die Milchstrasse am Himmel und der Kanal auf Erden. Geschichte, Kultur und Gegenwart an Chinas Grossem Kanal. Verlag von Gustav Kiepenheuer, 1991.
2. Weigelt, H. : Die grosse Zeit der englischen Kanäle. Internationales Verkehrswesen 36 (1984) 5, S. 344-348.
3. Weigelt, H. : Die Vorgeschichte der Eisenbahn in Entwicklungslinien und Synchronopse. Beitrag in: Fünf Jahrhunderte Bahntechnik. Hestra-Verlag, Darmstadt 1986.
4. Pirath, C. : Die Grundlagen der Verkehrswirtschaft, 2. Auflage. Springer-Verlag, Berlin, Göttingen, Heidelberg 1949.
5. Ohne Verfasser : Wasser- und Schifffahrtsdirektion Mitte, Hannover 2004.
6. Bundesverband des Deutschen Güterfernverkehrs: Verkehrswirtschaftliche Zahlen 1977.
7. Bundesministerium für Verkehr (Bau und Stadtentwicklung) : Verkehr in Zahlen, verschiedene Jahrgänge.
8. Rusche, J. : Risikopotentiale der Reviere Rhein und Donau. Bundesverband der Deutschen Binnenschifffahrt, Duisburg 2002.
9. v. Schnackenburg, P. : Nordwestdeutschland – Das Wasserstrassennetz. Universität Stuttgart 2001.

10. Geissler, J. : Doppellokomotive HXd 1 für Chinas 20 000-Tonnen-Kohlezüge. ETR 5/2009, S. 242-246.
11. Voigt, F. : Verkehr, II. Band, 1. Hälfte. Verlag von Duncker und Humblot, Berlin 1965.
12. Voigt, F. : Die volkswirtschaftliche Bedeutung des Transportsystems. Verlag von Duncker und Humblot, Berlin 1960.
13. v. Bissing : Verkehrspolitik. Verlag von Walter de Gruyter u. Co., Berlin 1956.
14. Breimeier, R. : Der Energieaufwand des Massenguttransportes auf Binnenwasserstrassen und Eisenbahnen. ETR 7/1970, S. 276-288.
15. Umweltbundesamt : Daten aus dem Jahr 2005.
16. Planco Consulting (Essen) und Bundesanstalt für Gewässerkunde (Koblenz): Verkehrswirtschaftlicher und ökologischer Vergleich der Verkehrsträger Strasse, Bahn und Wasserstrasse. Essen, November 2007.