

HENRY

Hydraulic Engineering Repository

Ein Service der Bundesanstalt für Wasserbau

Article, Published Version

Zöllner, Joachim

Fahrdynamische Untersuchungen der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg, zum Donauausbau Straubing - Vilshofe

Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/102714>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Zöllner, Joachim (1999): Fahrdynamische Untersuchungen der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e. V., Duisburg, zum Donauausbau Straubing - Vilshofe. In: Mitteilungsblatt der Bundesanstalt für Wasserbau 80. Karlsruhe: Bundesanstalt für Wasserbau. S. 45-50.

Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.



Schiffslängen x Breiten [m]		Fahrrinnenbreiten [m] $V_{Str} = 6 \text{ km/h}$		
		Kurvenradien [m]		
Bergfahrer	Talfahrer	3.700 ¹	2.200 ²	600
185,0 x 22,8	185,0 x 22,8	95,0	104,0	162,0
110,0 x 22,8	110,0 x 22,8	95,0	95,0	130,5
185,0 x 22,8	110,0 x 22,8	95,0	99,0	138,0
185,0 x 11,4	185,0 x 11,4	72,0	78,0	101,5
185,0 x 11,4	110,0 x 22,8	83,5	87,0	120,5
185,0 x 11,4	185,0 x 22,8	83,5	92,5	144,0
185,0 x 22,8	185,0 x 11,4	83,5	89,5	119,5

V_{Str} = Strömungsgeschwindigkeit
¹ Geradeausfahrt für 185,0 m lange Schiffe
² Geradeausfahrt für 110,0 m lange Schiffe; ca. 60 % der Strecke
 Straubing - Vilshofen hat kleinere Kurvenradien

Schiffslängen x Breiten [m]		Fahrrinnenbreiten [m] $V_{Str} = 4 \text{ km/h}$		
		Kurvenradien [m]		
Bergfahrer	Talfahrer	3.700 ¹	2.200 ²	600
185,0 x 22,8	185,0 x 22,8	89,5	98,0	152,0
110,0 x 22,8	110,0 x 22,8	89,5	89,5	122,5
185,0 x 22,8	110,0 x 22,8	89,5	92,5	132,0
185,0 x 11,4	185,0 x 11,4	66,5	72,0	95,0
185,0 x 11,4	110,0 x 22,8	78,0	80,5	111,5
185,0 x 11,4	185,0 x 22,8	78,0	86,0	131,5
185,0 x 22,8	185,0 x 11,4	78,0	84,0	115,0

V_{Str} = Strömungsgeschwindigkeit
¹ Geradeausfahrt für 185,0 m lange Schiffe
² Geradeausfahrt für 110,0 m lange Schiffe; ca. 60 % der Strecke
 Straubing - Vilshofen hat kleinere Kurvenradien

Tabelle 1: Benötigte Fahrrinnenbreiten bei einer angenommenen Strömungsgeschwindigkeit von 6 km/h bzw. 4 km/h

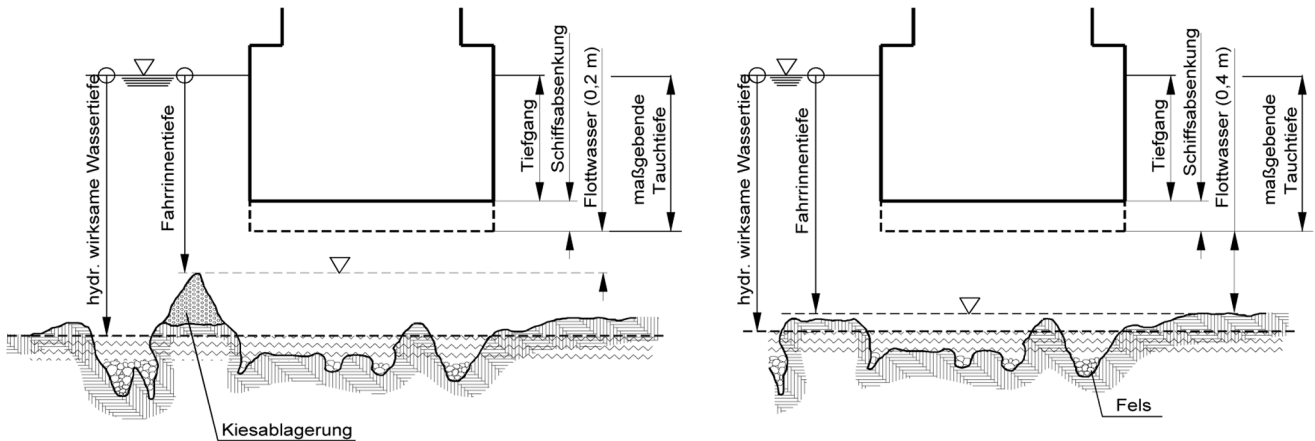


Bild 2: Fahrrinnentiefe

Nautische Mindestgeschwindigkeit in der Geradeausfahrt

Aus den begleitenden Modellversuchen ergaben sich nautisch erforderliche Mindestgeschwindigkeiten hinsichtlich der Manövrieranforderungen auf der Donau. Für den alleinfahrenden Zweischauber liegt die nautisch erforderliche Mindestgeschwindigkeit über Grund zu Berg zwischen 0 km/h (große Wassertiefe) und knapp 3 km/h (Wassertiefe 2,8 m). In der Talfahrt erhöht sich die nautisch erforderliche Mindestgeschwindigkeit über Grund auf 13,4 km/h (mittlere Wassertiefe) bis 17,1 km/h (große Wassertiefe).

In Krümmungen vergrößert sich der Schiffswiderstand durch die Schräganströmung des Schiffes. Das bedeutet, dass zur Durchfahrt einer Kurve die Mindestgeschwindigkeit in der Geradeausfahrt nicht ausreicht.

Erreichbare Schiffsgeschwindigkeit

Beim naturgroßen Versuch im Herbst 1998 auf der Donau im Bereich Aicha (km 2272) bewegten sich die vorhandenen Wassertiefen zwischen 3,35 m und 4,45 m. Die mittlere Breite des Abflussquerschnitts betrug ca. 110 m. Die Schiffstiefgänge wurden dabei zwischen 2,2 m und 3,49 m variiert. Das Verhältnis Wasserstraßenquerschnitt zu Schiffsquerschnitt (n-Verhältnis) lag im Bereich von 12 für den Einzelfahrer und 6 für die zweispurigen Verbände.

Das Zweischaubenschiff mit einer nutzbaren Antriebsleistung von ca. 1300 kW erreichte auf einer Wassertiefe von 4,3 m und einem Tiefgang von 3,1 m

- alleinfahrend ca. 7,0 km/h,
- als Schubverband mit einem davor vertäuten Schubleichter ca. 4,0 km/h,

- als Koppelverband mit einem seitlich gekoppelten Schubleichter ca. 1,5 km/h

über Grund zu Berg.

Das Einschraubenschiff mit einer nutzbaren Antriebsleistung von ca. 885 kW erreichte auf einer Wassertiefe von 3,8 m und einem Tiefgang von 2,7 m

- alleinfahrend ca. 6,8 km/h,
- als Schubverband mit einem davor gekoppelten Schubleichter ca. 3,9 km/h,
- als Koppelverband mit einem seitlich gekoppelten Schubleichter ca. 1,6 km/h

über Grund zu Berg mit Schlepperhilfe; ohne Schlepperhilfe war der Koppelverband nicht fahrbar.

Die Antriebsleistungen konnten bei den vorhandenen Wassertiefen-Tiefgangsrelationen voll ausgefahren werden. Mit abnehmender Wassertiefe wird die erreichbare Fahrgeschwindigkeit kleiner. Bei Kurvenfahrten reduzieren sich die o.g. Geschwindigkeiten.

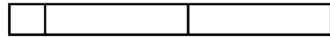
Die den Großversuch vorbereitenden Modellversuche in der VBD bestätigen die o.g. Geschwindigkeiten in der Großausführung. Bei der Fahrrinnenbreite von entsprechend 95 m konnten auf glatter Sohle die in Tabelle 2 aufgeführten Geschwindigkeiten ermittelt werden. Der Squat (Wasserspiegelabsenkung und Vertrimmung des Schiffes) wird ebenfalls angegeben.

Bei Niedrigwasser konnte die volle Antriebsleistung nicht genutzt werden, da die hydrodynamische Grenzgeschwindigkeit, gekennzeichnet durch starke Wellenbildung im Ansaugbereich des Propellers neben dem Schiff, bereits vorher erreicht wurde.

Fahrrinnenbreite 95 m glatte Sohle		Gegenüberstellung der Fahrzeuge in der Bergfahrt		
		Einzel- fahrer	Schub- verband 1sp/2gl	Koppel- verband 2sp/1gl
höchster schiffbarer Wasserstand	V _{üG} [km/h]	9,2	6,5	4,8
Wassertiefe 6,1 m	Squat [cm]	35	35	30
Tiefgang 2,8 m	n [-]	18	18	9
Mittelwasser	V _{üG} [km/h]	7,6	6,5	2,7
Wassertiefe 3,85 m	Squat [cm]	53	57	35
Tiefgang 2,8 m	n [-]	11	11	6
Niedrigwasser	V _{üG} [km/h]	7,3	7,0	4,0
Wassertiefe 2,8 m	Squat [cm]	30	60	35
Tiefgang 2,0 m	n [-]	12	12	6

Tabelle 2: Geschwindigkeiten bei einer Fahrrinnenbreite von 95 m auf glatter Sohle

Schubverband : 1 spurig - 2 gliedrig zu Berg



L x B x T : 185 m x 11.4 m x 2.5 m

Gerinne : Rechteckkanal mit glatter Sohle

Strömung = 4 km/h

h = Wassertiefe

● Grundberührung

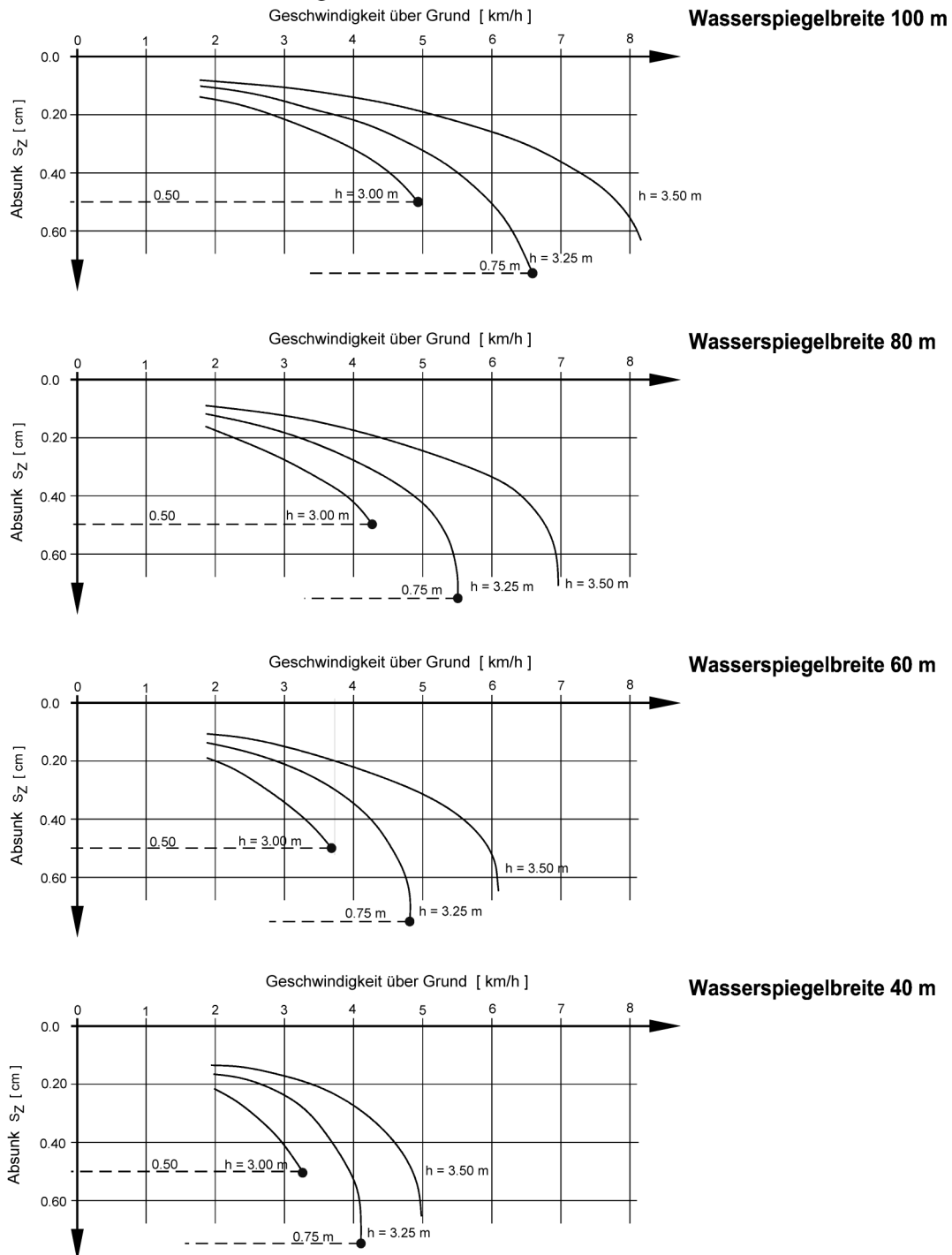
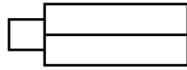


Bild 3: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Absunk bei verschiedenen Wasserspiegelbreiten für die Schiffsbreite 11,4 m

Schubverband : 2 spurig - 1 gliedrig zu Berg



L x B x T : 108.5 m x 22.8 m x 2.5 m

Gerinne : Rechteckkanal mit glatter Sohle

Strömung = 4 km/h

h = Wassertiefe

● Grundberührung

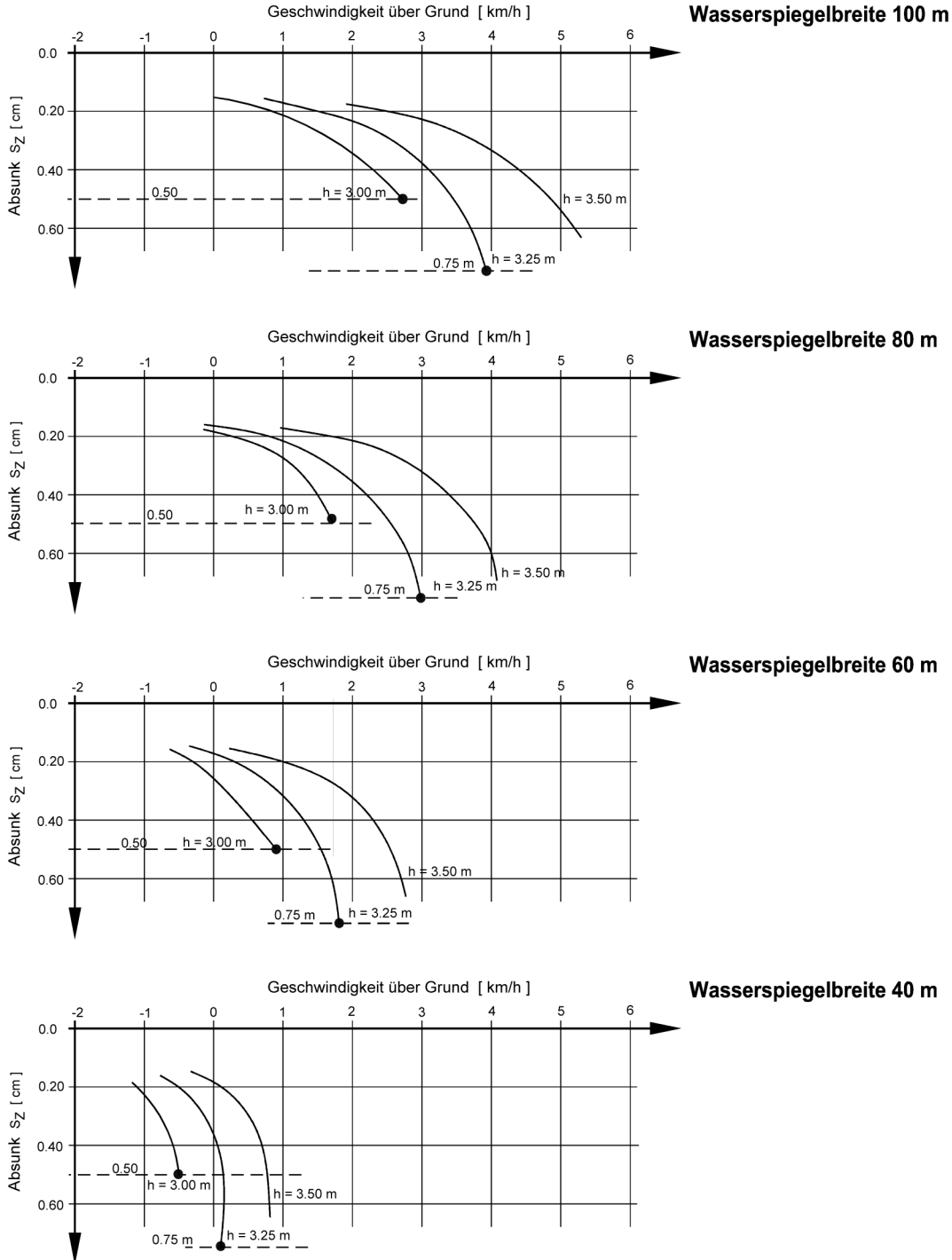


Bild 4: Zusammenhang zwischen Geschwindigkeit und Absunk bei verschiedenen Wasserspiegelbreiten für die Schiffsbreite 22,8 m

Zur Verdeutlichung des Zusammenspiels zwischen Fahrrinnenbreite, Wassertiefe und der daraus resultierenden Geschwindigkeiten und Absunkwerte sind aus einer früheren Veröffentlichung der VBD die Bilder 3 und 4 abgebildet.

Die Darstellung „Schiffsbreite 11,4 m“ (siehe Bild 3) zeigt, dass z.B. bei einer Wassertiefe von 3 m eine Geschwindigkeit über Grund von knapp 5 km/h bei 100 m Wasserspiegelbreite zum Aufsetzen des Schubverbandes (Tiefgang 2,5 m) führt. Bei 60 m Wasserspiegelbreite z.B. setzt der gleiche Schubverband bereits bei ca. 3,7 km/h auf.

Die Darstellung „Schiffsbreite 22,8 m“ (siehe Bild 4) zeigt, dass z.B. bei einer Wassertiefe von 3 m eine Geschwindigkeit über Grund von knapp 2,7 km/h bei 100 m Wasserspiegelbreite zum Aufsetzen des Schubverbandes (Tiefgang 2,5 m) führt. Bei 60 m Wasserspiegelbreite z.B. setzt der breite Schubverband bereits bei ca. 0,9 km/h auf.

Auswirkungen eines Deckwerks auf das Schiff

Das Einschraubenschiff erlitt durch Steinansaugen auf dem Deckwerk Propellerschäden, die den Propellerverschleiß beschleunigen und zu Vibrationen im Schiff führen. Im Trend zeigt sich, dass die Verweildauer des Propellers über der Sohle einen Einfluss auf das Steinansaugen hat. Bei Anfahrversuchen aus dem Stillstand gegen Land wurden eher Steine angesaugt als bei Überfahrten mit höherer Geschwindigkeit.

Der Vergleich des Propulsionsverhaltens auf glatter und auf rauher ebener Sohle führt insbesondere in den Bergfahrt zu höheren benötigten Antriebsleistungen der untersuchten Fahrzeuge auf rauher ebener Sohle bei konstanter Geschwindigkeit über Grund. Der Einschrauber muss dabei auf rauher ebener Sohle 112 % bis 140 %, der Zweischrauber 20 % bis 134 % und der Koppelverband im Mittel 45 % höhere Leistungen einsetzen.