



Bundesministerium
für Verkehr, Bau
und Stadtentwicklung

Richtlinien für Regelquerschnitte von Binnenschifffahrtskanälen

- Ausgabe 2011 -



Verkehr www.bmvbs.de Mobilität Bauen Wohnen Stadt Land Verkehr
Mobilität Bauen Wohnen Stadt www.bmvbs.de Land Verkehr Mobilität
Bauen Wohnen Stadt Land Verkehr Mobilität Bauen www.bmvbs.de

Richtlinien
für Regelquerschnitte
von Binnenschifffahrtskanälen

- Ausgabe 2011 -

Allgemeines

Vorbemerkungen

- (1) Diese Richtlinien legen Regelquerschnitte für Begegnungs- und Richtungsverkehr von Regelschiffen für verschiedene Querschnitte in Binnenschiffahrtsskanälen fest. Dabei wird unterstellt, dass die Strömungsgeschwindigkeit v_{str} weniger als 0,5 m/s beträgt.
- (2) Die Regelquerschnitte stellen einen knappen Standard dar, lassen aber einen ausreichend sicheren und im Wesentlichen beschränkungsfreien Verkehr mit Schiffen bis zu den hier festgelegten Regelschiffsgrößen zu.
- (3) Im Regelfall sind Kanäle für Begegnungsverkehr zu bemessen. Bei den zugehörigen Regelabmessungen wird unterstellt, dass Begegnungen und Überholungen Ausnahmesituationen darstellen. Kanäle mit sehr starkem Verkehrsaufkommen, bei dem auf der ganzen Strecke und ständig Begegnungs- oder Überholmanöver auftreten, erfordern daher Einzelbemessungen.
- (4) Spezielle Randbedingungen (z.B. Flottenstruktur, Verkehrsaufkommen, Eingriffsminimierung, Wirtschaftlichkeit) bilden die Grundlage für die Auswahl des Regelquerschnitts. Es kann sinnvoll sein, die Begegnung auf weniger Raum beanspruchende Begegnungskombinationen oder durch den Richtungsverkehr einzuschränken.

Geltungsbereich

- (5) Die Richtlinien gelten für den Ausbau der verkehrsreichen Binnenschiffahrtsskanäle mit einem vorhandenen oder erwarteten bedeutenden Anteil an Schubverbänden, Großmotorgüterschiffen bzw. übergroßen Großmotorgüterschiffen.
- (6) Die Richtlinien legen den Ausbau von Binnenschiffahrtsskanälen entsprechend den Wasserstraßenklassen Va und Vb mit 2,80 m Abladetiefe t und 5,25 m Brückendurchfahrtshöhe zugrunde. Bei größeren (natürlichen) Überbreiten sind Einzelfallbetrachtungen erforderlich.
- (7) Für andere Wasserstraßenklassen und andere Schiffsabmessungen sowie abweichende Abladetiefen sind Untersuchungen im Einzelfall durchzuführen.

Grundsätze

Regelschiff

- (8) Regelschiffe für die Regelprofile sind:
 - der Schubverband (SV)
mit $l = 185$ m, $b = 11,45$ m, $t = 2,80$ m

- Einzelfahrer
mit $l = 110$ m, $b = 11,45$ m, $t = 2,80$ m oder
mit $l = 135$ m, $b = 11,45$ m, $t = 2,80$ m
- (9) Größere Schiffe oder solche Schiffe, die in der Bauform erheblich von den Regelschiffen abweichen, z.B. Küstenmotorschiffe oder binnengängige Seeschiffe, erfordern ggf. breitere Kanäle als die Regelquerschnitte. Dabei ist gemäß einschlägiger Literatur davon auszugehen, dass sowohl die Fahrspurbreiten als auch die Bemessungsabstände mit der Schiffsbreite skaliert sind.

Regelprofil

- (10) Je nach Gestaltung der Ufer werden folgende Regelprofile unterschieden:
 - Trapezprofil (T-Profil) - beidseitig geböschtes Ufer
 - Rechteckprofil (R-Profil) - beidseitig senkrechtes Ufer
 - Rechtecktrapezprofil (RT-Profil) - ein Ufer gebösch, das andere senkrecht
 - Kombiniertes Rechtecktrapezprofil (KRT-Profil)
- unter Wasser senkrechte, im Wasserwechselbereich und darüber geböschte Ufer.
- (11) Das Trapezprofil ist, sofern nicht besondere Randbedingungen gegeben sind, das wirtschaftlichste und ökologisch günstigste Kanalprofil. Es ist als Standardprofil überall dort vorzusehen, wo nicht aufgrund besonderer Randbedingungen auf die raumsparenderen RT-, KRT- und R-Profile ausgewichen werden muss.

Fahrsituation

Entwurfsgeschwindigkeit

- (12) In Begegnungsquerschnitten wird unter Beachtung der kritischen Schiffsgeschwindigkeit als Entwurfsgeschwindigkeit der Regelschiffe 9 km/h für die Einzelfahrt angenommen. Dabei tritt im Regelquerschnitt eine fahrdynamische Einsinktiefen (Squat) von bis zu 0,45 m auf.
- (13) Bei Begegnungen wird erfahrungsgemäß die Geschwindigkeit auf 7 km/h (Trapezprofil) bis 8 km/h (Rechteckprofil) reduziert. Dabei reduziert sich die fahrdynamische Einsinktiefen auf rd. 0,35 m.
- (14) In Richtungsquerschnitten ist die kritische Schiffsgeschwindigkeit der Regelschiffe viel kleiner. Als Entwurfsgeschwindigkeit werden 6 km/h angesetzt, woraus eine fahrdynamische Einsinktiefen von rd. 0,35 m folgt.

Fahrverhalten

(15) Die maßgebliche Fahrspurbreite ist von strömungsdynamischen Vorgängen, insbesondere bei Fahrt in Ufernähe, der Schiff – Schiff Interaktion sowie der Aufmerksamkeit und dem Steuervermögen des Schiffsführers abhängig.

(16) Bei Begegnungen wird der Schiffsführer die Fahrgeschwindigkeit in der Regel auf die optimale Begegnungsgeschwindigkeit reduzieren und vorausschauend manövrieren. Die maßgebliche Fahrspurbreite wird minimiert.

(17) Auf langen Strecken kann nicht mit hoher Konzentration wie bei einer Begegnungsfahrt gefahren werden. In diesem Fall erhöht sich die maßgebliche Fahrspurbreite um die Breite der Schlangelfahrt.

Fahrdynamische Maße

Fahrspurbreite

(18) Die Fahrspurbreite B_1 ist der von einem einzelnen Regelschiff beanspruchte Teil der Kanalbreite. Sie beträgt mindestens 16 m im Rechteckprofil und 15,50 m im Trapezprofil bei Begegnungsverkehr des Regelschiffes in Geraden ($R > 1330 - 3420$ m je nach Schiffs- und Profiltyp).

(19) Für Richtungsverkehr in Geraden für Abschnitte bis etwa 10 km beträgt die Fahrspurbreite für alle Profile und Regelschiffe mindestens 18,4 m. Sie kann für kurze Strecken (< 500 m), die mit einer Begegnungssituation vergleichbar sind, auf 16 m reduziert werden.

(20) Für den Verkehr von Binnenfahrzeugen mit größeren oder kleineren Schiffsbreiten als die Regelschiffe bzw. für die Überprüfung möglicher Begegnungskombinationen anderer Fahrzeuge als die Regelschiffe, kann die zugehörige Fahrspurbreite dieser Fahrzeuge, entsprechend dem Verhältnis zu den angegebenen Breiten der Regelschiffe, erhöht oder abgemindert werden. Für das Europaschiff (Länge 85 m, Breite 9,5 m, Abladetiefe 2,5 m) beträgt die Fahrspurbreite dann mindestens 13,50 m; das Verhältnis Schiffsbreite zu Fahrspurbreite beträgt in der Regel 1:1,4 (Fahrt wie Begegnungssituation).

(21) In Kurven ergibt sich die Fahrspurbreite, unter Beachtung der Fahrspurbreiten in Geraden, die nicht unterschritten werden dürfen, aus der Schleppkurve, die durch Trassierungsverfahren erhalten wird.

(22) Bei planmäßigen, unvermeidlichen Querströmungen und für solche Kanalabschnitte, die starken Querwinden ausgesetzt sind, können Einzelnachweise erforderlich werden.

Bemessungsabstände

(23) Der Abstand S_B zwischen zwei Fahrspuren beträgt bei allen Regelprofilformen 2 m.

(24) Der Abstand S_S zwischen Fahrspur und geböschtem Ufer beträgt 1,5 m in Höhe der maßgebenden Tauchtiefe bei Entwurfsgeschwindigkeit ($t_v = 3,15$ m). Bei senkrechtem Ufer beträgt der Abstand 4 m.

(25) Der Sichtabstand S_U zwischen Fahrspur und 1:3 geneigten Böschungen beträgt bei 2,80 m abgela denen Regelschiffen rund 11 m. Bei senkrechtem Ufer beträgt der Abstand 4 m und entspricht damit dem Abstand S_S .

Raumbedarf

(26) Bei Begegnungen errechnet sich der Raumbedarf B aus der Summe der Fahrspuren B_1 zuzüglich des Abstandes S_B zwischen den Fahrspuren.

(27) Im Richtungsverkehr ist der Raumbedarf identisch mit der Fahrspurbreite.

Fahrrinnenbreite

(28) Die Fahrrinnenbreite B_f ist die Summe aus Raumbedarf und den beidseitigen Abständen zu den Ufern.

Tauchtiefe

(29) Die maßgebende Tauchtiefe t_v ergibt sich aus der Abladetiefe plus fahrdynamisches Einsinken der Schiffe. Sie beträgt ca. $2,80 \text{ m} + 0,35 = 3,15 \text{ m}$.

(30) In der maßgebenden Tauchtiefe muss die erforderliche Fahrrinnenbreite B_f vorliegen.

Regelquerschnitt

Betriebs- und Grenzwasserstände

(31) Wasserspiegelschwankungen sind bei der Festlegung der Querschnittsabmessungen und des Gefährdungsraumes ausgehend vom Normalwasserstand zu berücksichtigen. Es ist zwischen häufigen und länger andauernden Wasserspiegelschwankungen (z.B. infolge Wasserbewirtschaftung, Wind, Fließgefälle) und kurzzeitigen Schwankungen aus dynamischen Einflüssen des Schifffahrts- und des Schleusenbetriebs zu unterscheiden.

(32) Durch die oberen und unteren Betriebswasserstände BW_O und BW_U werden häufige und länger andauernde Wasserspiegelschwankungen berücksichtigt. BW_O und BW_U sind durch Steuer- und Regeleinrichtungen in einem wirtschaftlich vertretbaren Maß einzuhalten. Maßgebend für den Kanalquerschnitt ist BW_U , für den Freibord BW_O .

(33) Die Grenzwasserstände GW_O und GW_U berücksichtigen kurzzeitige Wasserspiegelschwankungen

(± dyn z). Sie sind nur beim Gefährdungsraum und bei sicherheitsrelevanten Bauwerken, wie z.B. Kanalbrücken, zur Festlegung des Kanalquerschnitts mit dyn z über BW_O zu berücksichtigen. Für die Höhenlage der Kanalsohle werden kurzfristige Wasserspiegelschwankungen grundsätzlich nicht berücksichtigt.

(34) Die Betriebswasserstände (BW_O und BW_U) und die Grenzwasserstände (GW_O und GW_U) sind für jede Kanalhaltung, ggf. auch für einzelne Streckenabschnitte, z.B. bei langen Kanalhaltungen gesondert zu ermitteln.

Wasserspiegelbreite

(35) Die Wasserspiegelbreite B_W (bzw. B_{WR}) der Regelquerschnitte bei BW_U ergibt sich aus der Summe von Raumbedarf B und den Sichtabständen S_U zum Ufer.

Wassertiefe

(36) Die Wassertiefe T der Regelprofile beträgt mindestens 4 m, bezogen auf den unteren Betriebswasserstand BW_U .

(37) Kanalprofile mit kleineren Wassertiefen erfordern in der Regel Einzelnachweise.

(38) Sollen Fahrzeuge mit größeren Abladetiefen als 2,8 m zugelassen werden, erhöht sich die Regelwassertiefe entsprechend der größeren Abladetiefe mit Wassertiefe $T \geq 1,4$ -fache Abladetiefe.

Böschungsneigung

(39) Uferböschungen erhalten grundsätzlich eine Neigung von 1:3 (Tangens des Böschungswinkels).

(40) Von 1:3 abweichende Böschungsneigungen erfordern stets einen Nachweis der Standsicherheit und sind für den Schiffsführer kenntlich zu machen.

Gefährdungsraum

(41) Der Gefährdungsraum einer Wasserstraße umfasst den über GW_O liegenden luftseitigen Raum, den ein fehlmanövriertes, im Allgemeinen leeres Wasserfahrzeug sowie Aufbauten erreichen können. Bauteile, die innerhalb dieses Raumes liegen, sind potentiell durch Schiffsanfahrung gefährdet.

(42) Beim Neubau von Kreuzungsbauwerken sind - falls der Gefährdungsraum nicht freigehalten werden kann - Bauwerksteile, die innerhalb dieses Gefährdungsraums liegen, grundsätzlich gegen Schiffsstoß zu bemessen.

Lichtraumprofil

(43) Das Lichtraumprofil ist von Einbauten freizuhalten. Die lichte Durchfahrtshöhe h_l beträgt mindestens 5,25 m über dem oberen Grenzwasserstand (GW_O) - ausgenommen Leitungskreuzungen.

Freibord

(44) Der Freibord f (Abstand der Oberkante der Böschungsbefestigung bzw. der Spundwandoberkante zum oberen Betriebswasserstand) beträgt 0,7 m. Wenn die Spundwandoberkante im R-Profil weniger als 0,7 m über den oberen Betriebswasserstand gelegt werden soll, ist die anschließende Böschung bis 0,7 m über den oberen Betriebswasserstand zu befestigen.

Linienführung und Kurven

Trassierung

(45) Kanäle sollten im Regelfall gerade verlaufen. Eine davon abweichende Linienführung sollte durch eine IT-gestützte Trassierung ermittelt werden. Dabei ist aus fahrdynamischen Gründen auf einen stetigen Verlauf der Kursachsen zu achten.

(46) Basiselemente der Kursachse sind Strecken mit konstanter Krümmung, also Geraden und Kreisbögen, da sie eine stationäre Fahrt von Binnenschiffen erlauben. Der kleinste Kurvenradius R sollte grundsätzlich 500 m nicht unterschreiten. Kleinere Radien (bis $R =$ Schiffslänge l) sind nur in begründeten Ausnahmen zulässig.

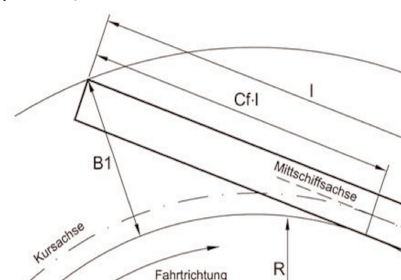
(47) Jeder Trassierungsabschnitt sollte aus Gründen der Leichtigkeit des Schiffsverkehrs eine bestimmte Mindestlänge nicht unterschreiten. Ein Anhaltswert für Kanäle mit Strömungsgeschwindigkeiten $v_{Str} \leq 0,5$ m/s beträgt $\frac{1}{2} l$.

(48) Für Überschlagsrechnungen (ohne Anwendung der Trassierungsverfahren, für $v_{Str} \leq 0,5$ m/s und $C_f \leq 1$) kann die erforderliche Fahrspurbreite B_1 Fahrinnenbreite in der Kurvenfahrt (einzelnes Schiff) wie folgt ermittelt werden:

$$B_1 = \sqrt{(R+b)^2 + (C_f \cdot l)^2} - R + \min B_1 - b \geq \min B_1$$

- B_1 Fahrspurbreite [m]
 - R innerer Kurvenradius [m]
 - l Schiffslänge [m]
 - b Schiffsbreite [m]
 - C_f fahrdynamische Konstante [-]
- (Empfehlung der BAW: 1,0 für GMS und üGMS, 0,9 für SV und ES)

$\min B_1$ Fahrspurbreite für Geraden, siehe Tabelle 1



(49) Kurvenaufweitungen ergeben sich aus den Schleppkurven. Unter Beachtung der Zusatzbreite aus Querversatz bzw. Schlängelfahrt (Differenz aus Fahrspurbreite in der Geraden und Schiffsbreite) und der Sicherheitsabstände definieren sie die Fahrinne und damit den Uferverlauf bzw. die zugehörigen Kurvenaufweitungen. Anhaltswerte für erforderliche Kurvenaufweitungen können aus einer Überschlagsberechnung ermittelt werden.

(50) An den Übergängen zu Kurven sind in der Regel lokale Verbreiterungen nach außen erforderlich. Im Anschluss daran sollte die Kursachsenkonstruktion so erfolgen, dass Verbreiterungen möglichst zur Innenseite der Kurve erforderlich werden.

(51) In Kurven, die für eingeschränkte Begegnungen oder Richtungsverkehr ausgebaut werden sollen, kann im Regelfall auf lokale Verbreiterungen nach außen verzichtet werden, da eine größere Fahrspurbreite vorhanden ist. Begegnungseinschränkungen müssen in diesem Fall auch den ca. $\frac{1}{2}$ l langen "Anschwenkbereich" in den angrenzenden geraden Abschnitten umfassen.

Abzweigung

(52) Die Linienführung von Abzweigungen sollte durch eine rechnergesteuerte Trassierung ermittelt werden.

(53) Bei rechtwinkligen Abzweigungen sollte der Ausrundungsradius der Uferlinien $R > 350$ m sein. Bei spitzwinkligen Abzweigungen $> 60^\circ$ sollte der Ausrundungsradius 150 m möglichst nicht unterschreiten.

Weitere Festlegungen

KRT Profil

(54) Die Böschungsneigungen oberhalb der Spundwand des KRT-Profiles können steiler als 1:3 ausgeführt werden, sofern es die Baugrundverhältnisse erlauben.

(55) Beim KRT-Profil sollte die Oberkante der Spundwand im Regelfall 0,2 m unter dem normalen Kanalwasserstand liegen. Aus ökologischen Gründen und für Wildausstiege kann die Oberkante noch tiefer gelegt werden. Die Spundwandflucht ist radargerecht zu markieren.

(56) Zur Verbesserung der Orientierung der Schiffsführer über den Verlauf der Unterwasserspundwände sowie aus ökologischen Gründen kann es sinnvoll sein, abweichend vom Regelfall, die Spundwandoberkante abwechselnd 0,2 m unterhalb und

bis auf 0,3 m oberhalb des normalen Kanalwasserstandes zu legen. In der Regel sollten sich Abschnitte von 40 m für die Unterwasserstrecken und 10 m für Überwasserstrecken abwechseln. Aus ökologischen Gründen kann auch ein Wechsel in jeweils 20 m Abständen sinnvoll sein.

Betriebswege

(57) Auf beiden Ufern sollte ein durchgehender Betriebsweg mit Anschlüssen an das öffentliche Verkehrsnetz angelegt werden. Die befestigte Betriebswegbreite beträgt 3 m. Die Betriebswege sollten mindestens 0,7 m über dem oberen Betriebswasserstand (BW_O) liegen. Die lichte Breite der Betriebswege zwischen festen Einbauten beträgt mindestens 4 m.

(58) Die lichte Durchfahrtshöhe über dem Betriebsweg sollte 4,0 m nicht unterschreiten. Sie darf grundsätzlich nicht für die Festlegung der Konstruktionsunterkante des Kreuzungsbauwerks maßgebend sein; ggf. kann die Höhenlage des Betriebsweges entsprechend reduziert werden, aber nicht tiefer als BW_O .

Wendestellen

(59) In bedarfsgerechten Abständen sind ausreichend dimensionierte Wendestellen zur Verfügung zu stellen. Die Lage der jeweiligen Wendestelle orientiert sich an den Wirtschaftsstandorten, die von der Schifffahrt zum Löschen und Laden angelaufen werden und deshalb im örtlichen Nahbereich einen Wendestellenbedarf haben.

(60) Wendestellen sollen im Grundriss als trapezförmige, einseitige Ausbuchtungen ausgebildet werden. Der Wendesektor sollte aus wirtschaftlichen Gesichtspunkten für den größtmöglichen Einzelfahrer ausgelegt werden. Er sollte damit, gemessen von den Pollern zur Kanalmitte, 110 m für GMS und SV bzw. 135 m für üGMS breit sein.

(61) Unter Ausnutzung der vollen Fahrwasserbreite in der Tauchtiefe der Schiffe, soll die Wendestelle ein freies (unvertäutes) Wenden mit einem Kreisdurchmesser von 1,2 L ermöglichen.

Liegestellen

(62) In bedarfsgerechten Abständen sind ausreichend dimensionierte Liegestellen zur Verfügung zu stellen.

(63) In der Regel sollte die Liegestellenlänge mehrere (mindestens 2) Schiffslängen (Einzelfahrer) betragen, zuzüglich der Sicherheitsabstände zwischen den Bemessungsschiffen von mindestens 10 m. Die

Tabelle 1: Abmessungen der Bemessungsquerschnitte für Regelschiffe in der Geraden

Profilform	Abmessungen (Begegnungsverkehr für $R > 2.000$ m)									
	B [m]	B ₁ [m]	S _B [m]	S _U [m]	S _S [m]	B _F [m]	B _W [m]	T [m]	f [m]	h _l [m]
T-Profil	33	15,5	2	11	1,5	36	55	4	0,7	5,25
R-Profil	34	16	2	4	4	42	42	4	0,7	5,25
RT-Profil	33,5	16/15,5	2	4/11	4/1,5	39	48,5	4	0,7	5,25
KRT-Profil	34	16	2	≥4	4	42		4	0,7	5,25
	Abmessungen (Richtungsverkehr für $R > 2.000$ m)									
	B [m]	B ₁ [m]	S _B [m]	S _U [m]	S _S [m]	B _F [m]	B _W [m]	T [m]	f [m]	h _l [m]
T-Profil	18,4	18,4	-	11	1,5	21,4	40	4	0,7	5,25
R-Profil	18,4	18,4	-	4	4	26,4	26,4	4	0,7	5,25
RT-Profil	18,4	18,4	-	4/11	4/1,5	23,9	33,2	4	0,7	5,25
KRT-Profil	18,4	18,4	-	≥4	4	26,4		4	0,7	5,25

Länge der Liegestellen ist anhand des Bedarfs (Länge und Anzahl entsprechend der prognostizierten Flottenstruktur) und den örtlichen Gegebenheiten zu ermitteln.

(64) An Liegestellen ist zur Fahrrinne ein zusätzlicher Abstand von 3,50 m zur ruhenden Schifffahrt einzuhalten. Die Wasserspiegelbreite der Regelquerschnitte vergrößert sich für das Regelschiff an einschiffigen Liegestellen außerhalb der Fahrinnenbreite B_F um 15 m, an zweischiffigen Liegestellen um 27 m.

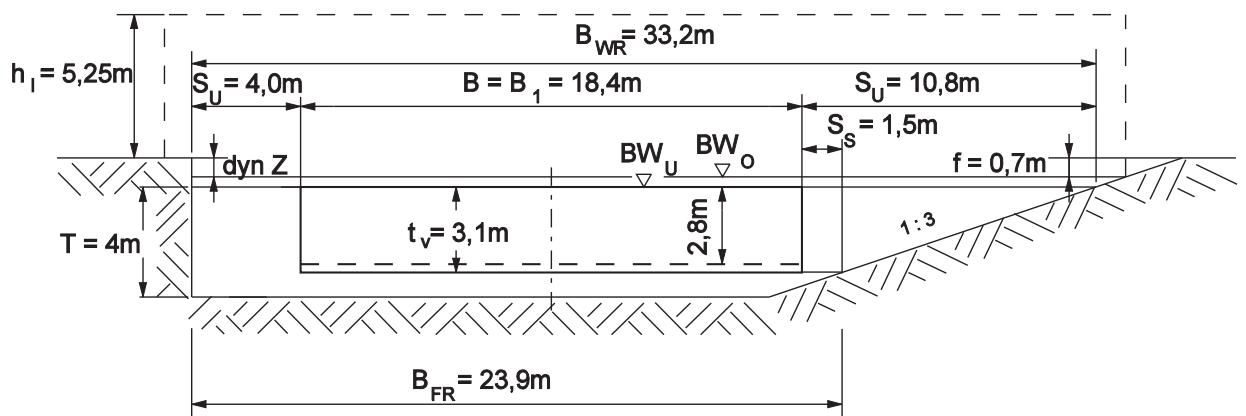
(65) Die Bemessung der Liegestellen wird in anderen Regelwerken behandelt.

Nomenklatur:

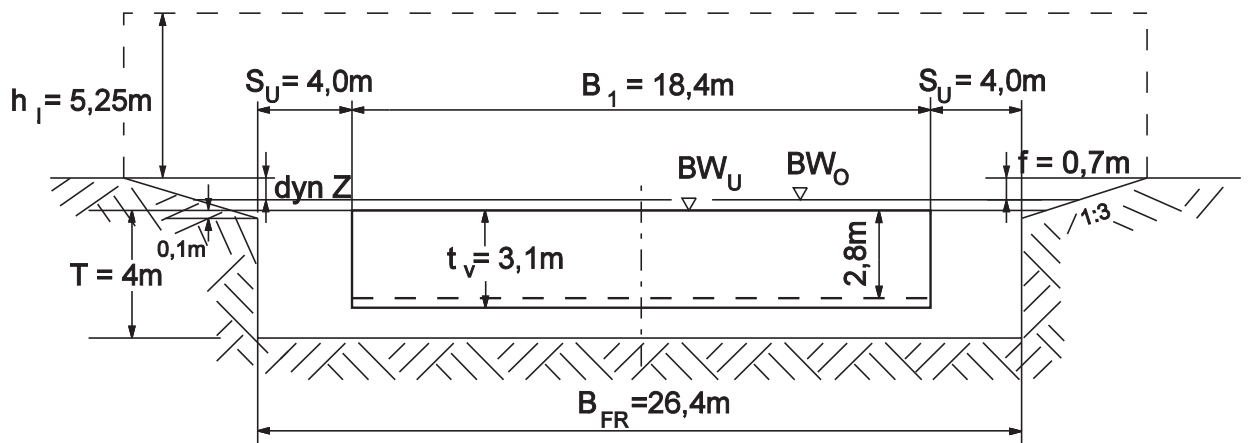
B	Raumbedarf [m]
B ₁	Fahrspurbreite [m]
S _B	Abstand zwischen zwei Fahrspuren bei Begegnung [m]
S _U	Sichtabstand zwischen Fahrspur und Ufer [m]
S _S	Abstand zum Ufer in der maßgebenden Tauchtiefe [m]
B _F	Fahrinnenbreite im Begegnungsverkehr [m]
B _{FR}	Fahrinnenbreite im Richtungsverkehr [m]
B _W	Wasserspiegelbreite Begegnungsverkehrsquerschnitte [m]
B _{WR}	Wasserspiegelbreite Richtungsverkehrsquerschnitte [m]
T	Wassertiefe [m]
t	Abladetiefe [m]
t _v	maßgebende Tauchtiefe [m]
f	Freibord [m]
h _l	Lichte Durchfahrthöhe [m]
R	innerer Kurvenradius [m]
l	Schiffslänge [m]
b	Schiffsbreite [m]
C _f	fahrdynamische Konstante [-]

Bemessungsquerschnitte für Regelschiffe im Richtungsverkehr in der Geraden

RT-Profil



KRT-Profil



Anlage zu den “Richtlinien für Regelquerschnitte von Binnenschifffahrtskanälen”

Erläuterungen

Zur besseren Lesbarkeit wurden in den Richtlinien nur die für die praktische Anwendung erforderlichen Regelungen aufgenommen. Die Hintergründe werden nachfolgend zu den einzelnen Absätzen der Richtlinien erläutert. In einem Anhang werden nähere Informationen zur Anwendung von Trassierungsverfahren gegeben. Die Erlasse im Technischen Regelwerk Wasserstraßen, die diese Richtlinien ergänzen, sind weiterhin zu beachten.

Zu Absatz (1): Die Richtlinien gelten für Binnenschifffahrtskanäle. Ihre Anwendung auf staugeregelte Flüsse ist nur begrenzt möglich, beispielsweise für Schleusenkanäle sofern die Strömungsgeschwindigkeit nicht mehr als 0,5 m/s beträgt.

Zu Absatz (2): Fahrversuche¹ zeigten, dass die in den 60er-Jahren für das Europaschiff (9,50 m Breite, 2,50 m Abladetiefe) entwickelten Regelquerschnitte auch für die modernen 11,45 m breiten und 2,80 m abgeladenen Fahrzeuge geeignet sind. Fahren die heutigen Regelschiffe mit einer reduzierten Schiffsgeschwindigkeit, erlaubt dies einen sicheren Verkehr. Die Regelquerschnitte für das Europaschiff waren durch Gesichtspunkte einer wirtschaftlichen Fahrgeschwindigkeit bestimmt.

Zu Absatz (4): Die Anwendung der Regelquerschnitte für den Richtungsverkehr ergibt sich, wenn der Verkehr mit Regelschiffen zugelassen werden soll, ein Ausbau entsprechend der Regelquerschnitte im Begegnungsverkehr aber auf Grund bestimmter Randbedingungen nicht sinnvoll ist. Begegnungseinschränkungen sind vor allem im Bereich enger Kurven sinnvoll, wenn die notwendigen Kurvenverbreiterungen zu stark steigenden Ausbaukosten, zu Eingriffen in die Landschaft oder zu nicht unerheblichen privaten Betroffenheiten führen würden. Aus fahrdynamischen Gründen und wegen der Sichtverhältnisse werden Begegnungen in engen Kurven von den Binnenschiffen ohnehin meist vermieden.

Zu Absatz (8): Die genannten Regelschiffe können in der Praxis mit diesen Ausbauparametern nur teilabgeladen fahren, da heutige Binnenschiffe und Schubverbände in der Regel auf 3,00 m bis 3,50 m und teilweise auch mehr geeicht sind.

Zu Absatz (9): Übliche Binnenschiffe (Regelschiffe) haben einen langen prismatischen Querschnitt und großzügig dimensionierte Propulsions- und Ruder-einrichtungen, die eine sichere Fahrt ermöglichen.

Zu Absatz (12): Die erreichbare Fahrgeschwindigkeit ist neben der verfügbaren Antriebsleistung des Schiffes wesentlich abhängig von der Wassertiefe und vom Querschnittsverhältnis (Wasserstraße/Schiff). Beide Parameter bestimmen die kritische Schiffsgeschwindigkeit, bei der eine am Ufer brechende Querwelle auftritt, die einen sehr starken Anstieg des Leistungsbedarfs des Binnenschiffs bewirkt. Hinzu kommt, dass das Schiff im Bereich der kritischen Schiffsgeschwindigkeit fahrdynamisch stark einsinkt und deshalb eine Grundberührung droht.

Deswegen fahren Binnenschiffe in der Regel mit einem typischen Größtwert der Schiffsgeschwindigkeit, der etwa 90% des kritischen Wertes entspricht. Dieser typische Größtwert korrespondiert in Profilen für Begegnungsverkehr in Geraden mit einer Schiffsgeschwindigkeit von rund 9 km/h.

Je kleiner das Verhältnis von Kanalquerschnittsfläche zu eingetauchtem Schiffsquerschnitt (verhältnis) n ist, je kleiner die Wassertiefe oder die Kanalbreite sind, desto größer sind bei vorgegebener Schiffsgeschwindigkeit die verdrängungsbedingte Rückströmungsgeschwindigkeit, die Wiederauffüllungsströmung in einer brechenden Heckwelle, die Heckwellenhöhe und die Belastungen durch den Propellerstrahl aus dem Hauptantrieb und der Bugrudderanlage, die auf Böschung und Sohle einwirken. Deshalb sind Querschnittsabmessungen und Entwurfsgeschwindigkeit unmittelbar miteinander verbunden. Abweichungen von der Entwurfsgeschwindigkeit, die im Einzelfall sinnvoll sein können, bedingen somit gleichzeitig eine Anpassung des Regelquerschnittes, um die Belastungen auf

¹ VBD-Versuchsbericht Nr. 1227 “Fahrdynamische Großversuche mit zwei Großmotorgüterschiffen mit und ohne Schubleichter im DEK“, 1987; “Gemeinsame Stellungnahme zu den Ergebnissen der Fahrversuche auf dem Main-Donau-Kanal bezüglich der Gleichwertigkeit von R- und T-Profilen“, erarbeitet von der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe und der Versuchsanstalt für Binnenschiffbau e.V. Duisburg, Dezember 1992; “Hydraulische Untersuchungen zu Ausbauprofilen des Stichkanals Hildesheim“, Gutachten der Bundesanstalt für Wasserbau, Karlsruhe, Februar 2008

Sohle und Ufer zu begrenzen bzw. angepasste Sohl- und Ufersicherungsmaßnahmen.

Hinweis: Für das Regelschiff wird in der Einzelfahrt mit den Regelabmessungen ein Querschnittsverhältnis von $n = 5,4$ erreicht. Für Richtungsverkehrsquerschnitte reduziert sich das Querschnittsverhältnis auf 3,5.

Zu Absatz (13): Der geringere Wert für das fahrdynamische Einsinken bei Begegnung ergibt sich trotz der Überlagerung der Wasserspiegelabsenkungen beider Regelschiffe. Dies liegt daran, dass sich bei der Einzelfahrt der Wasserspiegelabsenkung und damit das fahrdynamische Einsinken der Binnenschiffe auf weniger als die Hälfte des Wertes reduziert, der bei der Entwurfsgeschwindigkeit von 9 km/h anzusetzen ist.

Zu Absatz (14): Fahrversuche zeigen, dass beim Erreichen der kritischen Schiffsgeschwindigkeit in Profilen für Richtungsverkehr keine ausgeprägte brechende Querwelle auftritt, wie das in Kanalquerschnitten für Begegnungsverkehr und im Flachwasser der Fall ist. Da die brechende Querwelle dem Schiffsführer als Orientierung für die gefahrene Geschwindigkeit dient, kann es in engen Richtungskanalprofilen häufiger ungewollt vorkommen, dass die Binnenschiffe dort die kritische Schiffsgeschwindigkeit erreichen. Entsprechend vorsichtig sollte die zulässige Schiffsgeschwindigkeit gewählt werden.

Zu Absatz (15): Für das fahrdynamische Verhalten der Binnenschiffe, für deren horizontalen und vertikalen Bewegungsspielraum, sind strömungsdynamische Vorgänge maßgebend. Physikalisch maßgebend für die Fahrspurbreite sind das Rückströmungsfeld, die Absenkung, die Fahrt mit Drift und die Ruderkräfte bei den jeweiligen Fahrzuständen während einer Begegnung. Weiterhin sind die körperliche und geistige Verfassung des Schiffsführers („human factor“) und damit dessen Steuerfähigkeit, die Orientierungsbedingungen zum Ufer sowie Störeinflüsse (z. B. eingeschränkte Sicht, Seitenwind) zu beachten. Es liegt auf der Hand, dass diese Einflüsse in der Summe erheblich kritischer sind, als diejenigen bei reibungs- bzw. spurgeführten Fahrzeugen. Dies führt zu einer Zusatzbreite, mit der die nicht immer optimale Reaktion von Schiffsführern (human factor) z. B. auf einen zufälligen Querversatz oder ein zu spätes Einleiten einer Kurvenfahrt berücksichtigt wird.

Diese Zusatzbreite ist in der Geraden dadurch berücksichtigt, dass die Fahrspurbreite deutlich größer als die Schiffsbreite ist. Sie ergibt sich deshalb aus der Differenz der Fahrspurbreite in Geraden zur Schiffsbreite (4,0 m für ES, 4,05 m für GMS und SV im T-Profil, 4,55 m im R-Profil für Begegnungsprofile sowie bei Abschnitten bis 10 km Länge im Richtungskanalprofil: 4,9 m für ES und 6,95 m für GMS und SV, bei kurzen Strecken bis 500 m Länge 4,0 m für ES, 4,55 m für GMS und SV).

Reduzierungen der Regelabmessungen (Fahrinnenbreite) haben eine reduzierte Fahrzeuggeschwindigkeit (Einschränkung der Leichtigkeit des Verkehrs) und erhöhten Stress des Schiffsführers zur Folge. Dies beeinflusst die Verkehrssicherheit nachteilig, insbesondere, wenn mit Einflüssen zu rechnen ist, die die Sicherheitsreserve der Fahrinnenbreite aufzehren (z. B. schlechte Sichtverhältnisse, Querströmungen oder Seitenwind). Die physikalischen Zusammenhänge lassen sich nicht beliebig dadurch kompensieren, dass dem Schiffsführer mehr abverlangt wird. Daher kann bei häufigerem Auftreten von Störeinflüssen ein Breitenzuschlag sinnvoll sein. Erst bei Fahrgeschwindigkeiten deutlich unter 5 m/s, d. h. in der Manövrierfahrt, ist der Raumbedarf weniger geringer.

Moderne nautische Einrichtungen wie Bugstrahlruder helfen den Verkehrsflächenbedarf zu reduzieren. Die Fahrpraxis zeigt jedoch, dass sie im Regelfall nur selten eingesetzt werden. Die Wirkung moderner Bugruderanlagen auf den Cf-Wert oder die Bemessungsabstände sollten deshalb nur in Ausnahmen und in Absprache mit der Bundesanstalt für Wasserbau angesetzt werden.

Zu Absatz (16): Bei höheren Begegnungsgeschwindigkeiten der Regelschiffe als etwa 8 km/h steigt die Fahrspurbreite stark an, ebenso bei Unterschreitung eines Mindestwertes, der von der Steuerfähigkeit des Schiffes abhängt und mit etwa 5 km/h anzusetzen ist (Ausnahme: Manövrierfahrt). Die Einhaltung der optimalen Begegnungsgeschwindigkeit erfordert hohe Konzentration und kann nur über einen kurzen Zeitraum aufrecht gehalten werden.

Zu Absatz (18): Es wird unterstellt, dass die Fahrzeuge überwiegend den gesamten Kanalquerschnitt für die Fahrt zur Verfügung haben und dass die Schiffsführer Begegnungen mit hoher Aufmerksamkeit durchführen und vorausschauend manövrieren.

Die minimale Zusatzbreite ist in der Geraden dadurch berücksichtigt, dass die Fahrspurbreite deutlich größer als die Schiffsbreite ist. Sie ergibt sich deshalb aus der Differenz der Fahrspurbreite in Geraden zur Schiffsbreite (4,0 m für ES, 4,05 m für GMS und SV im T-Profil, 4,55 m im R-Profil für Begegnungsprofile sowie bei Abschnitten bis 10 km Länge im Richtungskanalprofil: 4,9 m für ES und 6,95 m für GMS und SV, bei kurzen Strecken bis 500 m Länge 4,0 m für ES, 4,55 m für GMS und SV). In der Regel können weitere Zuschläge zum Verkehrsflächenbedarf aus der Instabilität des Schiffs-pfades (Schlängelfahrt), eines ungewollten Querversatzes bei Annäherung an ein Ufer (Ansaug-effekte) und für die Fahrt bei Wind entfallen. Der Übergang vom R-Profil zum T-Profil sollte zur Vermeidung stumpfer Übergänge kontinuierlich gestaltet werden. In der Praxis haben sich Neigungen von 1:4 bewährt.

Zu Absatz (19): Im Richtungsverkehr sind in der Regel größere Fahrspurbreiten als für Begegnungsverkehr anzusetzen, weil dem Schiffsführer nicht zugemutet werden kann, ständig mit hoher Konzentration zu fahren. Die größeren Fahrspurbreiten resultieren u. a. aus der Schlängelbewegung des Schiffes und der verzögerten Reaktion des Schiffsführers auf einen Querversatz bei ufernaher Fahrt. Nach Fahrversuchen der BAW (vergleiche Erläuterungen zu Absatz 2) sind für kurze Kanalabschnitte (<500 m), die wie bei einer Begegnung mit hoher Konzentration gefahren werden, keine Zuschläge zur Fahrspurbreite erforderlich². Auf längeren Abschnitten ist nach diesen Fahrversuchen ein Zuschlag zur Fahrspurbreite von 2,4 m anzusetzen (entspricht 18,4 m Fahrspurbreite). Diese anzusetzende Fahrspurbreite wird für den Ausbau von Stichkanälen und Richtungsverkehrsabschnitten bis 10 km Länge empfohlen. Für sehr lange Strecken (> 10 km), die ohne Unterbrechung im Richtungsverkehr durchfahren werden, sind Einzelnachweise erforderlich.

Zu Absatz (20): Untersuchungen der BAW³ zeigen, dass auf gerader Strecke die Schiffsbreite die maßgebende skalierende Größe für die Fahrspurbreite ist. Deshalb wird z.B. ein zweispuriges Fahrzeug in

etwa eine doppelt so große Fahrspurbreite benötigen, wie ein einspuriges Fahrzeug.

Zu Absatz (21): Das in der BAW entwickelte und in die WSV als Standardwerkzeug eingeführte Verfahren TRASSE errechnet den Verkehrsflächenbedarf bei Vorgabe der Kursachse für kleine Strömungsgeschwindigkeiten (bis ca. 0,5 m/s) und ist deshalb für Kanäle geeignet. Es benötigt als Vorgabe sogenannte Cf-Werte, die die relative Lage des taktischen Drehpunktes vor dem Schiffsheck, bezogen auf die Schiffslänge, angeben. Je kleiner diese Werte sind, desto geringer ist die berechnete Fahrspurbreite. Theoretisch wäre es zwar möglich, mit einem Cf-Wert von 0,5 zu fahren, wenn Bug- und Heckruder optimal aufeinander abgestimmt werden könnten. Fahrversuche zeigen jedoch, dass selbst bei vorsichtiger Fahrt und bei Einsatz des Bugstrahlruders kaum ein Wert unter 0,8 erreicht werden kann. Für Bemessungsaufgaben empfiehlt die BAW deshalb größere Werte, siehe Anhang. Die abweichende Verwendung kleinerer Werte erfordert Einzelnachweise.

Bei der Fahrspurbreite der Kurvenfahrt, ist wie bei der Fahrt in Geraden ein Zuschlag erforderlich. In der Geraden würde die Trassierung als Fahrspurbreite nur die Schiffsbreite ergeben. Nach Fahrversuchen ist die Fahrspurbreite aber um die gleiche Zusatzbreite breiter wie in der Geraden. Um das gleiche Maß ist auch die Fahrspurbreite in der Kurvenfahrt zu erhöhen, denn nach Untersuchungen der BAW⁴ kommt es auch in Kurven z. B. zu ungewollten Querversätzen der Schiffe gegenüber dem optimalen Schiffskurs oder zu Driftwinkeln, die größer oder kleiner sind, als der für die stationäre Fahrt erforderliche Wert. Dies liegt u. a. daran, weil der Schiffsführer die Kurvenfahrt zu früh oder zu spät einleitet, wodurch er entweder zu weit am Innen- oder Außenufer entlang fährt oder er reagiert verzögert auf notwendige Kurskorrekturen und fährt deshalb wie in der Geraden in einer Schlängelfahrt mit variablem Driftwinkel.

Für signifikante Fließgeschwindigkeiten wurde das Modellverfahren PETRA entwickelt. Bei großen Strömungsgeschwindigkeiten und kleinen Schiffsgeschwindigkeiten (Fahrrichtung in Fließrichtung) können sich dabei wesentlich größere Cf-Werte er-

² Für die Mindestbreite ohne Zuschläge wird von einheitlich 16 m ausgegangen. Dies deshalb, weil im Richtungsverkehr nach bestehenden Erfahrungen kein signifikanter Einfluss der Uferform erkennbar ist, wie dies bei Standardprofilen der Fall ist.

³ Modelluntersuchungen zur Ermittlung der erforderlichen horizontalen Sicherheitsabstände von Binnenschiffen zu Uferböschungen“, Söhngen; Dettmann; Neuner, Mitteilungsblatt Nr. 90 der BAW vom Juli 2007

⁴ „Untersuchungen zur Befahrbarkeit der Stadtstecke Lauffen am Neckar mit üGMS, SAP-Nr.: A39530410083“, BAW, Januar 2011

geben, als die im Anhang genannten Werte für Stillwasser. Dies gilt auch für die Kanalfahrt, wenn z. B. signifikante Strömungsgeschwindigkeiten aus dem Schleusenbetrieb, aus der Wasserbewirtschaftung oder aus dem Kraftwerksbetrieb auftreten können. Hierfür ist stets ein Einzelnachweis erforderlich. Näheres zur Anwendung der Trassierungsverfahren findet sich im Anhang.

Zu Absatz (22): Die fahrdynamischen Fahrversuche, auf die sich die Festlegung der Fahrspurbreiten stützt (vergleiche Absatz 2), fanden unter fast idealen (gegenüber der Praxis günstigen) Bedingungen statt: Kein Wind, gute Sicht, geübte Schiffsführer, hoher Standard der Fahrzeuge. Aufgrund dieser Bedingungen und des Wiederholungseffektes der Versuche sind die in den Richtlinien angegebenen Fahrspurbreiten knapp angesetzt.

Bei planmäßigen, unvermeidlichen Querströmungen sind gegebenenfalls größere Werte für die Fahrspurbreite anzusetzen oder es sind Begegnungseinschränkungen auszusprechen. Hierzu sind in der Regel Einzelnachweise erforderlich⁵. Einzelnachweise sind auch für solche Kanalabschnitte erforderlich, die starken Querwinden ausgesetzt sind und bei denen eine wirksame Windschutzbepflanzung nicht möglich ist bzw. keinen ausreichenden Effekt hat. Beim Nachweis ist zu berücksichtigen, dass moderne Binnenschiffe über leistungsfähige Bugruderanlagen verfügen und dass windanfällige Fahrzeuge wie Leerfahrer und Containerschiffe eine kleinere Abladetiefe als 2,8 m aufweisen und deshalb in der maßgebenden Tauchtiefe ggf. mehr Raum zur Verfügung haben als die Regelschiffe⁶. Die Trassierungsverfahren TRASSE und PETRA erfassen keine Einflüsse aus Querströmungen oder Wind. Hierzu sind Einzelnachweise erforderlich, siehe auch Erläuterungen zu Absatz (19).

Zu Absatz (23) – (25): In den bisherigen Richtlinien wurde für die Abstände S_B , S_S und S_U der Begriff „Sicherheitsabstände“ verwendet. Dies legt die Interpretation nahe, dass diese einen Verkehrsraum definieren, der von der Binnenschiffahrt nicht beansprucht werden darf. Die Praxis zeigt aber, dass die vorgenannten Abstände von der Schiffahrt zum Teil vollständig in Anspruch genommen werden, um z.B. eine drohende Havarie zu vermeiden. Sie

entsprechen somit einem zusätzlich der Binnenschiffahrt zur Verfügung gestellten Raum, um die Sicherheit und Leichtigkeit des Verkehrs zu erhöhen. Deshalb wurde hier neutral der Begriff „Bemessungsabstände“ verwendet.

Nach Untersuchungen der BAW sind auch die Bemessungsabstände für die Fahrt in Geraden in erster Näherung mit der Schiffsbreite skaliert, siehe auch Erläuterungen zu Absatz (20). Doppelt so breite Fahrzeuge wie die Regelschiffe benötigen deshalb im Grundsatz auch in etwa die doppelten Bemessungsabstände. Auf der sicheren Seite sollte aber keine Abminderung der Bemessungsabstände bei kleineren Schiffsbreiten als die der Regelschiffe vorgenommen werden, sondern es sollten nur Vergrößerungen entsprechend dem Verhältnis der Schiffsbreiten angesetzt werden.

Zu Absatz (29): Der angegebene Wert für das fahrdynamische Einsinken von 0,35 m, aus dem sich die maßgebende Tauchtiefe ergibt, gilt für eine nautisch gesehen optimale Begegnungsschiffgeschwindigkeit, die anhand von Modell- und Naturversuchen für die Regelschiffe in den Regelprofilen zu ca. 7 km/h (Trapezprofil) bis 8 km/h (Rechteckprofil) ermittelt wurde. Im Profil für Richtungsverkehr ist die Einsinktiefen bei Fahrt mit Entwurfsgeschwindigkeit geringer und kann auf der sicheren Seite ebenfalls mit 0,35 m angesetzt werden.

Die maßgebende Tauchtiefe ist bei Leerfahrern bzw. ballastierten Schiffen geringer. Sie beträgt bei einem leeren GMS rund 1,7 m (für das Europaschiff rund 1,6 m). Dadurch hat dieses Schiff gegenüber einem voll abgeladenen Regelschiff bei Fahrt entlang einer 1:3 geneigten Böschung zu dieser Uferseite hin einen um rund 3,3 m größeren Verkehrsraum zur Verfügung. Da diese Fahrzeuge in der Regel eine größere Schlingelfahrtbreite aufweisen, wird diese Sicherheitsreserve zumeist aufgezehrt.

Zu Absatz (31) – (34): Bei Regelquerschnitten mit geböschtem Ufer haben Schwankungen der Wasserspiegelbreite im Gegensatz zu Querschnitten mit senkrechtem Ufer, wegen der Gefahr von Böschungsberührungen, erhebliche Auswirkungen auf die Befahrbarkeit. Daher sind länger andauernde Einschränkungen des Regelquerschnittes

⁵ Siehe auch Erlass BW 21/BW 15/02.02.10/32 BAW 91 vom 11.06.1991 zu „Querströmungen an Bundeswasserstraßen durch Entnahme- und Einleitungsbauwerke“.

⁶ Hierzu wird auf das BAW-Gutachten „VDE Projekt 17, Ausbau der Flusshavel, km 32,61 bis km 54,25, Trassierung für den Begegnungsverkehr von 185 m langen Schubverbänden“ vom Januar 2003 verwiesen.

durch planmäßige Wasserspiegelschwankungen zu vermeiden.

Wasserspiegelschwankungen in Folge von Wind- einwirkung und Wasserbewirtschaftung, die durch Steuer- und Regeleinrichtungen mit wirtschaftlich vertretbarem Aufwand eingehalten werden können, werden durch die unteren und oberen Betriebswasserstände begrenzt.

Für den Gefährdungsraum sind neben dem oberen Betriebswasserstand zusätzlich die kurzzeitigen Wasserspiegelschwankungen, z.B. aus Schwall- und Sunkwellen zu berücksichtigen. Für sicherheitsrelevante Bauwerke sind Einzelfallbetrachtungen durchzuführen.

Zu Absatz (35): Im R-Profil entspricht die Wasserspiegelbreite der Fahrinnenbreite. Im Trapezprofil ergibt sich die Wasserspiegelbreite aus der Fahrinnenbreite, plus den zweifachen Kotangens der Böschungsneigung (m), multipliziert mit der maßgebenden Tauchtiefe. Die Breite des RT - Profil liegt zwischen dem T- und dem R-Profil.

Zu Absatz (36): Bei einer Wassertiefe von 4,0 m weisen die Regelschiffe betriebsübliche nautische Eigenschaften auf. Das Verhältnis von Abladetiefe (ohne Einsinktiefen) zur Wassertiefe stellt mit etwa 1:1,4 ein für die Manövrierfähigkeit zwar knappes, aber ausgewogenes Maß dar. Bei geringeren Wassertiefen verschlechtern sich die nautischen Eigenschaften der Fahrzeuge und die Sohl- und Uferbelastungen nehmen stark zu.

Formal ergibt sich die Wassertiefe von 4,0 m aus:

- der Abladetiefe von 2,8 m,
- der dynamischen Wasserspiegelschwankung dyn z von 0,2 m,
- dem Mindestflottwasser von 0,2 m und
- dem fahrdynamischen Einsinken von 0,8 m (bei kritischer Schiffsgeschwindigkeit).

In Kanälen kann in der Geraden durch eine Vergrößerung der Wassertiefe über 4,0 m zwar eine größere Fahrgeschwindigkeit erreicht werden, Natur- und Modellversuche zeigen jedoch, dass der Raumbedarf sich dabei nicht signifikant reduziert.

In breiten Gewässern ist eine sichere Fahrt auch bei geringeren Verhältnissen als 1:1,4 deshalb möglich, weil das Schiffsumströmungsfeld durch die fehlende seitliche Fahrwasserbeschränkung weniger gestört und das fahrdynamische Einsinken geringer ist.

Zu Absatz (37): Im Gegensatz zur Fahrt in breiten Gewässern muss in der Kanalfahrt das vom Schiff

ausgelöste Strömungsfeld beachtet werden. In Kanälen treten Ansaugeffekte zum Ufer bei ufernaher Fahrt oder ein verstärkter Nachstrom bei Begehungen auf. Hierdurch wird die Anströmung der Schiffspropeller und der Ruder verschlechtert und damit der Ruderdruck reduziert. Hinzu kommt, dass moderne Bugstrahlruder Wasser von unten in die Ruderanlage ansaugen, wodurch die Wassertiefe die Wirksamkeit der Ruderanlage beeinflusst. Eine ausreichende Kanalwassertiefe ist deshalb zur Aufrechterhaltung der Steuerfähigkeit der Schiffe wichtig.

Bei kleinerer Kanalwassertiefe steigt die Sohlbeanspruchung aus dem Schraubenstrahl des Schiffes stark an. Kleinere Kanalwassertiefen benötigen in der Regel Einzelnachweise, eine unbewegliche Sohle und eine Schiffsgeschwindigkeitsbeschränkung.

Zu Absatz (39) – (40): Steilere Böschungsneigungen als 1:3 reflektieren schiffserzeugte Wellen stärker und erhöhen somit die Unruhe im Kanal. Weiterhin erhöht sich der erforderliche Abstand zum Ufer, um das Rückströmungsfeld neben dem Schiff noch abführen zu können. Weiterhin reduziert sich die Stabilität des Einzelsteins eines Deckwerks. Größere Böschungsneigungen reduzieren aber den für den Kanalbau erforderlichen Flächenverbrauch und können deshalb, trotz der genannten Nachteile, im Einzelfall angezeigt sein.

Flachere Böschungsneigungen als 1:3 erhöhen die Stabilität der Ufersicherungen und dämpfen Wellen besser. Sie können aber die Auflaufhöhe von Wellen vergrößern und damit einen größeren Freibord notwendig machen. Außerdem vergrößert sich der Landverbrauch. Sie bieten sich allerdings aus ökologischen Gründen an.

Die für die Regelquerschnitte gewählte Böschungsneigung von 1:3 hat sich in der Praxis bewährt und stellt einen guten Kompromiss zwischen den Anforderungen aus Stabilität, Wellendämpfung und Landverbrauch dar. Zu dem ist die Böschungsstabilität bei Neigungen von 1:3 in der Regel gegeben.

Zu Absatz (44): Der genannte Wert von 0,7 m gilt für Uferbefestigungen aus losen bzw. teilvergosenen Wasserbausteinen und berücksichtigt typische Größtwerte schiffserzeugter Wellen- bzw. Auflaufhöhen. Maßgebend sind große Motoryachten (die noch mit dem Sportbootführerschein Binnen gefahren werden können und deshalb häufig auftreten) und Fahrgastschiffe. Bei signifikantem Verkehr größerer Motoryachten und hydraulisch gesehen weni-

ger rauen als die mit losen Deckwerksteinen gesicherten Uferböschungen (z.B. Deckwerke mit Vollverguss), ist im Einzelfall eine größere Freibordhöhe anzusetzen.

Zu Absatz (45): Die Mindestlänge eines Trassierungsabschnittes korrespondiert mit der halben Wellenlänge der Schlingelfahrt. Diese Wellenlänge entspricht im Stillwasser in etwa der Schiffslänge. In der Talfahrt bei signifikanten Strömungsgeschwindigkeiten ist die Mindestlänge größer. In erster Näherung entspricht sie der halben Schiffslänge, multipliziert mit dem Verhältnis aus der Schiffsgeschwindigkeit ($v_{Str} > 0,5$ m/s) über Grund und der Schiffsgeschwindigkeit durchs Wasser. In der Bergfahrt sollte der Wert für Stillwasser angesetzt werden.

Zu Absatz (52): Der Verkehrsflächenbedarf an Kanalabzweigungen richtet sich nach dem erforderlichen Leichtigkeitsanspruch. Kann bei geringem Verkehrsaufkommen ein Wendemanöver hingenommen werden, ist der zugehörige Wendesektor, unter Beachtung der gesamten Fahrzeuglänge (beim SV, abweichend von Absatz (60) 185 m), zu realisieren. In jedem anderen Fall wird die Ermittlung des Verkehrsflächenbedarfs durch Trassierung empfohlen. Gemäß Absatz (46) kann mit $R = 1$ trassiert werden, wenn eine Manöversituation mit stark reduzierter Schiffsgeschwindigkeit hinnehmbar ist. Dies kann eine Verbreiterung erforderlich machen. Wenn bei starkem Verkehrsaufkommen die "Marschfahrt" für die Konstruktion der Abzweigung maßgeblich ist, sollte mit $R \geq 500$ trassiert werden.

Zu Absatz (56): In den Strecken mit der Spundwandoberkante über Wasser wird der Wellenschlag auf die Oberböschungen verhindert oder reduziert und damit der Bewuchs landseitig der Spundwand gefördert. Die Wasserspiegelbreite hängt damit von der Höhenlage der Spundwandoberkante (Oberwasser- oder Unterwasserbereich) ab und kann nicht mehr exakt für das KRT-Profil angegeben werden.

ANHANG

Anwendung von Trassierungsverfahren

Allgemeines

Kurvenverbreiterungen sollten durch Anwendung von Trassierungsverfahren ermittelt werden. Dabei werden Kursachsen konstruiert. Die Kursachsen stellen die Verbindungslinie der taktischen Drehpunkte der Schiffe bei stationärer Kurven- oder Geradeausfahrt dar.

An die Kursachsenpunkte positioniert das Trassierungsverfahren Umrisslinien der Bemessungsfahrzeuge im taktischen Drehpunkt parallel zur Tangente der Kursachse. Die Umhüllende dieser Umrisslinien bildet die Schleppkurve, deren Breite der Fahrspur entspricht. Unter Beachtung der Mindestbreiten und der Bemessungsabstände definieren sie die Fahrrinne und damit den Uferverlauf bzw. die zugehörigen Kurvenverbreiterungen. Für die Trassierungsverfahren in Stillgewässern wird von der BAW die MicroStation- Applikation "TRASSE", welche über die WSV-CD der Außenstelle Ilmenau vertrieben wird, bereitgestellt. Die für die Kanaltrassierung mit zugehörigen Regelschiffen relevanten Einstellparameter des Verfahrens TRASSE sind unten zusammengestellt. Für Kanäle mit signifikanten Strömungsgeschwindigkeiten in Kurven ($\geq 0,5$ m/s) kann das Programm PeTra verwendet werden.

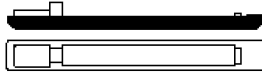
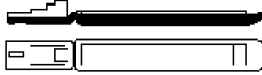
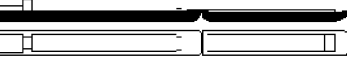

Basiselemente der Kursachse sind Strecken mit konstanter Krümmung, also Geraden und Kreisbögen, da sie eine stationäre Fahrt von Binnenschiffen erlauben. Kreisbögen sollten aus Gründen der Leichtigkeit des Schiffsverkehrs eine bestimmte

Mindestlänge nicht unterschreiten. Diese Mindestlänge ergibt sich aus Trägheitsgründen und ist in der Talfahrt größer als in der Bergfahrt anzusetzen. Ein Anhaltswert für Kanäle mit Strömungsgeschwindigkeiten bis ca. 0,5 m/s ist $\frac{1}{2}$ Schiffslänge. In Sonderfällen ist die BAW zu Rate zu ziehen.

Trassierungsparameter

Bei der Trassierung ist die Lage des taktischen Drehpunktes vorzugeben. Bei vorausgesetzten symmetrischen Schiffen in Bezug auf die Schiffsachse liegt er im Abstand $C_f \cdot l$ auf der Schiffsachse vor dem Schiffsheck. Der C_f -Werte ist neben dem Fahrzeugtyp vom Beladungszustand eines Schiffes und bei Strömungsgeschwindigkeiten von mehr als ca. 0,5 m/s auch von der Fahrtrichtung abhängig. Größere C_f -Werte sind bei Fahrt in Strömungsrichtung bzw. bei Leer- bzw. Ballastfahren und kleinere in der Fahrt entgegen der Strömungsrichtung bzw. bei voll beladenen Fahrzeugen anzusetzen.

Für Strömungsgeschwindigkeiten von weniger als 0,5 m/s und für voll abgeladene Fahrzeuge werden C_f -Werte gemäß folgender Tabelle empfohlen. Sie berücksichtigen, dass nicht alle Bemessungsschiffe optimale nautische Eigenschaften aufweisen. Für vom Regelfall abweichende Randbedingungen (nautisch bessere Schiffe, Leerfahrer und größere Strömungsgeschwindigkeiten als ca. 0,5 m/s) sind die C_f -Werte mit der BAW abzustimmen.

WstrKl.	Bemessungsschiffe	Abmessungen	Formation	C_f
Va	(über)Großes Rheinschiff Großmotorgüterschiff	$l = 95 - 135$ m $b = 11,45$ m		1,0
	Schubverband einspurig - eingliedrig	$l = 95 - 110$ m $b = 11,45$ m		-
Vb	Schiebendes Motorschiff	$l = 172 - 185$ m $b = 11,45$ m		0,9
	Schubverband einspurig - zweigliedrig	$l = 172 - 185$ m $b = 11,45$ m		0,9

Impressum

Herausgeber

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Robert-Schuman-Platz 1
53175 Bonn

Internet

<http://www.bmvbs.de>

Redaktion

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Abteilung Wasserstraßen, Schifffahrt
Referat Wasserstraßenmanagement Binnen
Dr.-Ing. Katja Rettemeier

Bundesanstalt für Wasserbau
Abteilung Wasserbau im Binnenbereich
Referat Schiff/Wasserstraße, Naturuntersuchungen
Prof. Dr.-Ing. Bernhard Söhnngen

Grafiken

Bundesanstalt für Wasserbau

Satz und Gestaltung/Druck

Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
Referat Z 32, Druckvorstufe/Hausdruckerei

Titelfotos

Bundesanstalt für Wasserbau

