

Terminals für kombinierten Verkehr und Ro-Ro-Verkehr in Binnenhäfen

- Empfehlung -

1 Vorbemerkungen

Trimodale Schnittstellen aller Verkehrsträger (Schifffahrt, Schiene, Straße) des kombinierten Verkehrs sind die Binnenhäfen. Nur dort ist die Gelegenheit gegeben, diese drei Verkehrsträger zu verbinden. Die Binnenhäfen können das prognostizierte Mengenwachstum im kombinierten Verkehr nur dann erfolgreich abwickeln, wenn sie für den Umschlag besonders ausgerüstet sind, d.h. mit Containerkränen, Flurförderzeugen oder Ro-Ro-Anlagen.

Die steigende Nachfrage nach preisgünstigsten Verkehrsleistungen erfordert die optimale Nutzung vorhandener Verkehrswege. Anstelle eines einzigen Verkehrsmittels von der Quelle bis zum Ziel führt dies zum Wechsel der Verkehrsmittel auf der Strecke, somit zum kombinierten Verkehr. Die Voraussetzung für die Kombination der Verkehrsmittel sind genormte Transport- und Ladungseinheiten für die gesamte Verkehrsstrecke. Es wird jeweils dasjenige Transportmittel eingesetzt, welches auf den einzelnen Teilstrecken die größten Vorteile bringt. Dabei müssen die folgenden Faktoren berücksichtigt werden: Wirtschaftlichkeit, Zuverlässigkeit, Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Umweltverträglichkeit.

2 Gesetze, Vorschriften, Regelwerke

- 2.1 Gesetze zur Ordnung des Wasserhaushalts
(Wasserhaushaltsgesetz - WHG)
- 2.2 Wassergesetze der Bundesländer
- 2.3 Bundeswasserstraßengesetz (WaStrG)
- 2.4 Gesetz über die Beförderung gefährlicher Güter
(Gefahrgutbeförderungsgesetz - GGBefG)
- 2.5 Verordnung zur Inkraftsetzung der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein und der Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Mosel
 - Anlage 1: Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf dem Rhein (ADNR)
 - Anlage 2: Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf der Mosel
- 2.6 Verordnung über die Beförderung gefährlicher Güter auf Binnengewässern (Gefahrgutverordnung Binnenschifffahrt – GGVBinSch)
gilt auch auf den übrigen Bundeswasserstraßen
International ADN
- 2.7 Gefahrgutverordnung Eisenbahn (GGVE)
Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter mit Eisenbahnen
International RID

- 2.8 Gefahrgutverordnung Straße (GGVS)
Verordnung über die innerstaatliche und grenzüberschreitende Beförderung gefährlicher Güter auf der Straße
International ADR
- 2.9 Hafenerordnungen bzw. Hafenordnungen
- 2.10 Empfehlungen des Arbeitsausschusses "Ufereinfassungen" (EAU) der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V. und der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V.
- 2.11 Empfehlungen und Berichte des Technischen Ausschusses Binnenhäfen (ETAB) des Bundesverbandes öffentlicher Binnenhäfen e.V. und der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V.
- 2.12 Empfehlungen und Berichte des Ausschusses für Hafenumschlagtechnik (AHU) der Hafenbautechnischen Gesellschaft e.V.
- 2.13 DS 800.06 Bahnanlagen entwerfen - Güterverkehrsanlagen, Druckschrift der Deutschen Bahn AG
- 2.14 Merkblatt für die Herstellung von halbstarren Belägen
(Entwurf 12.1999) der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V., Köln
- 2.15 Berufsgenossenschaftliches Vorschriften- und Regelwerk (BGVR)

3 Schrifttum

- **Lechner:**
Roll-on/Roll-off Anlagen in Binnenhäfen
HTG-Jahrbuch, 41. Band, 1985/86
- Veröffentlichungen der Studiengesellschaft für den kombinierten Verkehr e.V., Frankfurt a. Main

4 Planung

4.1 Standort

Ein Terminal des kombinierten Ladungsverkehrs in einem Binnenhafen soll durch alle drei Verkehrsträger optimal erschlossen sein.

Zudem ist die Nähe zu den Frachtaufkommensschwerpunkten sehr wichtig, da dadurch die Kosten für den Vor- oder Nachlauf geringer sind.

Beschränkungen des Betriebs eines Terminals und Art und/oder Zeit wegen der Beeinträchtigung benachbarter Nutzungen sollen möglichst vermieden werden.

Das Terminal soll möglichst nahe der Hafemündung oder an der Wasserstraße liegen. Der wasserseitige Zugang zum Terminal muss für den größten auf der jeweiligen Wasserstraße einsetzbaren Schiffstyp geeignet sein. Ein wichtiger Standortfaktor ist eine leistungsfähige Wasserstraße.

Wichtig für den LKW-Verkehr sind kurze und leistungsfähige Verbindungen zum übergeordneten Straßennetz (Autobahnen und Bundesstraßen), ohne Wohngebiete zu durchfahren.

Das Terminal soll eine leistungsfähige Schienenverkehrsanbindung an das öffentliche Eisenbahnnetz haben.

4.2 Infrastruktur

Für das Be- und Entladen der Schiffe ist das Ufer auf mindestens eine Schiffslänge (größter zugelassener Schiffstyp) zuzüglich Sicherheitsabstand (30 m) auszubauen. Der Kranausleger muss mindestens so weit über das Wasser reichen, dass das breiteste zu bedienende Schiff be- oder entladen werden kann. Dabei ist zu prüfen, ob künftig Schiff-zu-Schiff-Umschlag ermöglicht werden soll. In der Nähe der Umschlagstelle sind bei Bedarf Liegeplätze für wartende Fahrzeuge vorzuhalten.

Für die Bereitstellung von Eisenbahnwagen ist mindestens ein Gleis im Kran- bzw. Flurförderzeugbereich vorzuhalten, besser zwei. Bei der Planung ist zu beachten, ob das Terminal mit Ganzzügen, Wagengruppen oder nur einzelnen Waggons angefahren wird. Dabei sind die notwendigen Rangierbewegungen zu berücksichtigen.

Für den LKW-Verkehr sind hinreichend große Verkehrsflächen vorzusehen, am besten zwei Fahrstreifen, angrenzend an die Ladestreifen, Warteplätze für LKW sowie Stellplätze für Landfahrzeuge.

Das Terminal muss mit Ver- und Entsorgungseinrichtungen (z.B. für Strom, Wasser, Abwasser, Löschwasser) ausgestattet sein.

4.3 Betriebsablauf

4.3.1 Container oder Behälter

Die Be- oder Entladung der Schiffe mit dem Kran soll auf kurzem Wege erfolgen. Folgende Bewegungen sind möglich:

- Direktumschlag vom und zum LKW oder Eisenbahnwagen;
- Umschlag vom und zum Zwischenlager in Ufernähe, wo vorsortiert gelagert wird;
- Umschlag vom und zum Lager im Kranbereich oder nach Zufuhr bzw. späterer Abholung im Mobilgerät von Lagerflächen außerhalb des Kranbereiches;
- Schiff-zu-Schiff-Umschlag.

Der Zuschnitt der Terminalfläche soll eine Lagerung der Container auf möglichst geringem Raum zur Verfügung der terminalinternen Transportwege erlauben. Weiterhin sollen die Umschlag- und Depotflächen aneinander grenzen und nicht durch anders genutzte Flächen getrennt sein.

Entsprechend dem Verkehrsaufkommen und der Verweildauer ist die Größe der befestigten Lagerflächen zu bemessen.

Weiterhin sollen Reserve- oder Erweiterungsflächen vorgesehen werden.

4.3.2 Wechselbrücken und Sattelaufleger

Im kombinierten Verkehr werden auch Wechselbrücken und Sattelaufleger eingesetzt. Für den Umschlag dieser Behälter sind am Kran bzw. am Flurförderzeug spezielle Aufnahmeeinrichtungen (Greifzangen) erforderlich, meist in den Containerspreader integriert.

4.3.3 Roll-on/Roll-off Verladung

Im Roll-on/Roll-off-Verkehr werden Trailer, Schwerlastfahrzeuge und selbstfahrende Einheiten (PKW, LKW, landwirtschaftliche Fahrzeuge und Geräte, Baugeräte, Busse, Autokrane usw.) über Rampen auf Spezialschiffe (Ro-Ro-Schiffe) umgeschlagen. Trailer werden mit Terminaltraktoren vom oder auf das Schiff gezogen. Fahrzeuge mit eigenem Antrieb fahren an oder von Bord. Die Ro-Ro-Schiffe können im Allgemeinen auf mehreren Ebenen beladen werden. Für selbstfahrende Einheiten ist ein Aufstellplatz möglichst nahe an der Rampe anzulegen, um den Fußweg für die Fahrer kurz zu halten, andernfalls ist ein Fahrzeug für Personentransport auf dem Gelände vorzuhalten. Der Sattelplatz soll möglichst nahe zur Rampe liegen. Neben entsprechenden Flächen für das Abstellen der Trailer und sonstiger Fahrzeuge sind auch genügend Rangierflächen für an- und abfahrende Einheiten vorzusehen.

Schwerlastverladungen erfordern Fahrspuren mit großen Radien. In der Nähe der Rampe ist ein Montageplatz für schwere und übergroße Module einschließlich aller notwendigen Installationen zweckmäßig.

4.4 Abmessungen und Ausstattungen

Die erforderliche Größe der Terminalfläche ist abhängig von folgenden Parametern:

- Länge des größten auf der Wasserstraße einsetzbaren Schiffstyps zuzüglich je 15 m Sicherheitsabstand vorn und hinten;
- Tiefe des vorhandenen Grundstücks zwischen der Ufermauer und der Erschließungsstraße;
- Container-Verkehrsaufkommen und Anzahl der zu lagernden Container, wobei mit einer mittleren Verweildauer für beladene Container von 2-3 Tagen, für Leercontainer von 7-4 Tagen zu rechnen ist;
- Leistungsfähigkeit der Umschlaganlagen und der Infrastruktur.

Danach ergibt sich eine Terminalfläche von 6.000 bis 10.000 m² als Anfangsgröße. Flächen für zusätzliche Dienstleistungen (Ziffer 4.5) sind getrennt auszuweisen, ebenfalls Depotflächen, auf denen Flurförderzeuge eingesetzt werden.

Die Bestimmung der Lagerkapazität der Terminalflächen im Kranbereich ergibt sich aus folgenden Annahmen:

Abstand Kranbahn - Container	1,50 m
Abstand zwischen den Containern	0,50 m
Abstand Fahrwege - Container	1,50 m
Fahrstreifenbreite	4,00 m

Ladestreifenbreite	3,50 m Ladegleisbreite	4,50 m
Zahl der Containerlagen		
beladene Container	3 - 4 Lagen	
Leercontainer	5 Lagen	

Beim Einsatz von Reach-Stackern außerhalb des Kranbereichs sind zwischen den Containerblöcken Fahr- und Rangierstreifen von 18 m Breite vorzusehen.

Terminals müssen eingezäunt sein und sollen nicht mehr als je eine Zu- und Abfahrt haben. Bei Einsatz von Flurfördergeräten mit entsprechenden Fahrgassen können diese auch für den An- und Abtransport der Container per LKW genutzt werden. Sind somit Umfahrten innerhalb des Terminals vorhanden, dann ist die Zusammenfassung von Ein- und Ausfahrt mit dem Abfertigungs- und Sozialgebäude an der wasserabgewandten Seite des Terminals sinnvoll.

4.5 Zusätzliche Dienstleistungen

Ein leistungsfähiges Terminal soll noch folgende zusätzliche Dienstleistungen anbieten.

- Platz für die Bereitstellung von Gefahrgutcontainern und -trailern sowie einen Störfallplatz. Diese müssen gut zugänglich sein;
- Reinigungs- und Reparaturservice (Halle oder Freifläche);
- Depot für Leercontainer, welches am Rand des Terminals angeordnet sein kann;
- Halle oder Freifläche für das Be- und Entladen von Containern (CFS – „Container Freight Station“);
- bei Bedarf Platz für Kühlcontainer mit entsprechenden Versorgungseinrichtungen, evtl. Heizcontainer;
- Zollabfertigung.

5 Bauliche Ausbildung

5.1 Ufer

Die Höhe der Betriebsebene ist unbedingt so zu wählen, dass Terminals hochwasserfrei liegen. Wegen der Beschränkung der Kranauslage und wegen kurzer Förderwege der Krankatze ist die senkrechte Uferbauweise vorzusehen. Die Ausbildung der Ufer ist entsprechend den Ziffern 2.9 und 2.10 dieser Empfehlung auszuführen.

5.2 Platzbefestigung

Das wichtigste beim Herstellen der Platzbefestigung ist ein tragfähiger Unterbau. Die Mindesttragfähigkeit auf dem Erdplanum sollte $E_{v2} \geq 45 \text{ MN/m}^2$ (Mindestwert des Verformungsmoduls nach DIN 18 134) betragen. Darauf wird eine Frostschutzschicht von mindestens 30 cm Dicke aufgebracht (mindestens

$E_{v2} \geq 120 \text{ MN/m}^2$). Auf der Frostschutzschicht wird eine hydraulische gebundene Tragschicht je nach Nutzungsart und Oberflächenbefestigung von 20 bis 30 cm Dicke eingebaut.

Es kann auch eine Schottertragschicht mit entsprechender Dicke gewählt werden. Ob ein Vlies oder Geofilter ausgelegt werden muss, ist örtlich zu prüfen. Die tatsächlich erforderlichen Schichtdicken sind in einem bodenmechanischen Gutachten zu ermitteln.

Die bauliche Ausbildung des Oberbaus ist entsprechend der folgenden Nutzungen der Flächen auszuführen:

1. Verkehrsflächen für LKW und Reach-Stacker
(Fahr-, Lade- und Standspuren)

Für diese Verkehrsflächen können folgende Oberbauarten gewählt werden:

- bituminöse Decken
- Betonverbundsteinpflaster
- Betondecken.

Der Oberbau mit bituminösen Decken besteht aus einer bituminösen Trag-, Binder- und Deckschicht. Die Gesamtdicke beträgt in der Regel zwischen 16 bis 22 cm (vgl. Ziffer 2.12). Bei der Ausführung von Fahrbahnbefestigungen mit bituminösen Decken ist zu berücksichtigen, dass bei hohen Außentemperaturen bleibende Eindrückungen in der Fahrbahnoberfläche möglich sind. Daher sollte auf Parkspuren nur Betonverbundsteinpflaster eingebaut werden.

Betonverbundsteinpflaster werden in der Regel in Stärken von 10 bis 12 cm auf Sandbett oder Splitt verlegt. Beide Befestigungsarten bieten den Vorteil, dass die Flächen unmittelbar nach der Herstellung in Betrieb genommen werden können. Auch lassen sich Schäden ohne großen Aufwand wieder beheben.

Die Betondecken müssen eine Mindestdicke von 20 bis 22 cm haben (vgl. Ziffer 2.12). Beim Einsatz von Reach-Stackern ist die jeweilige Deckenstärke statisch zu ermitteln. Betondecken haben den Vorteil, dass sich keine bleibenden Verformungen bilden, auch nicht bei Spurbetrieb. Bei ungenügend hergerichteter Unterbau treten Risse und damit Abplatzungen im Beton auf. Betondecken sind mit Fugen herzustellen. Bei Plattenlängen bis 25facher Plattendicke wird die Betondecke im Allgemeinen unbewehrt ausgeführt. In den Schein- und Raumbefestigungen sind Dübel oder Anker zur Lastübertragung und zur Sicherung gleicher Höhenlage vorzusehen. Die Reparatur von Betondecken ist aufwendig und bedingt größere Betriebseinschränkungen. Die Querneigung soll in Fahrspuren und Parkstreifen maximal 2,5 % betragen, in Ladespuren höchstens 0,5 %, damit die Container und Wechselbrücken sicher mit den Greifzangen oder dem Spreader gefasst werden können.

2. Abstellflächen für Container und Wechselbehälter
- nur Kranbetrieb

Auf Abstellflächen für Container, auf denen nur mit Kranen umgeschlagen wird, können folgende Oberbauarten gewählt werden:

- polymermodifizierte Bitubeläge auf Schottertragschicht;
- Fertigteilplatten - 16 cm
(Großflächenbetonplatten mit Stahlrandeinfassung);
- Betonverbundsteinpflaster.

Die polymermodifizierten Bitubeläge bestehen aus einer Asphalttragschicht 0/22 oder 0/32 und einer Splittmastixasphaltschicht 0/16, jeweils mit einem hochpolymermodifizierten Bitumen (Sonderbindemittel). Die erforderlichen Schichtstärken des Oberbaus sind in gesonderten Dimensionsberechnungen auf der Basis der spezifischen Materialkennwerte festzulegen.

Flächen, die mit Großflächenbetonplatten oder Betonverbundsteinpflaster befestigt sind, können unmittelbar nach der Fertigstellung in Betrieb genommen werden. Zudem sind Schadensregulierungen leicht auszuführen.

3. Abstellflächen für Container und Wechselbrücken
- Einsatz mobiler Umschlaggeräte

Beim Einsatz von Flurförderzeugen (Reach-Stacker oder Gabelstapler) sind diese Flächen besonders zu bemessen. Die derzeit im Einsatz befindlichen Geräte weisen im beladenen Zustand Achslasten bis zu 1.200 kN auf der Vorderachse aus, d.h. einen Bodendruck bis zu 100 N/cm². Die Arbeitsflächen für diese Geräte unterliegen darüber hinaus durch das Wenden auf engem Radius großen Horizontalkräften, die ein Verschieben und Verdrücken der Oberflächenbefestigung verursachen können. Diese Flächen können entweder mit halbstarren Belägen, Betonverbundsteinpflaster oder Betondecken befestigt werden.

Halbstarre Beläge bestehen aus einem Einkornasphaltbelag mit hohem Porenvolumen, in dem ein spezieller Fließmörtel eingeschlämmt wird, der das Asphalttraggerüst vollständig ausfüllt, Gesamtdicke 6 bis 8 cm auf einer Asphalttragschicht. Bei hohen Außentemperaturen lassen sich Eindrückungen nicht vermeiden.

Die Dicke der hydraulisch gebundenen Tragschicht oder der Schottertragschicht ist entsprechend der Konstruktion der Decke und dem zum Einsatz kommenden Flurförderzeug anzupassen. Diese Flächen sind ohne Neigung auszulegen.

Die Entwässerungseinläufe sind nach Möglichkeit außerhalb der Fahrwege anzulegen. Für Entwässerungseinläufe, die im Fahrweg verlaufen müssen, sind Schwerlast-Entwässerungsrinnen mit Innengefälle vorzusehen.

Im Fahrbereich sind Kran- und Eisenbahngleise wie Bahnübergänge auszubilden.

5.3 Umschlaggeräte

Terminals mit hohem wasserseitigem Umschlag sollen eine Kranbrücke mit drehbarer Katze haben, die so hoch sein sollte, dass mindestens vier Lagen Container gestapelt und darüber noch ein Container bewegt werden kann. Der wasserseitige Ausleger soll so weit über das Wasser auskragen, dass das breiteste zu bedienende Schiff be- oder entladen werden kann. Es ist dabei auch zu prüfen, ob künftig Schiff-zu-Schiff-Umschlag ermöglicht werden soll. Der landseitige Ausleger sollte nach betrieblichen Erfordernissen gewählt werden. Die Tragfähigkeit des Krans soll mindestens 400 kN am Spreader betragen, beim Einsatz eines Twin-Spreaders ist dieser Wert auf mindestens 500 kN zu erhöhen. Als Spreader sollte ein vom Kranführer bedienbarer, längenverstellbarer Spreader eingesetzt werden. Mit Containerbrücken können bis zu 28 TEU/h umgeschlagen werden.

Alternativ kann der Einsatz von Drehkränen im Verbund mit Reach-Stackern vorteilhaft sein.

Als Flurförderzeuge kommen in der Regel Gabelstapler und Reach-Stacker zum Einsatz. Welches dieser Geräte gewählt wird, hängt von den Leistungsanforderungen entsprechend der Betriebsart ab. In Kanalhäfen oder Häfen mit annähernd gleich bleibendem Wasserstand und geringem Freibord können auch spezielle Reach-Stacker zum Be- und Entladen von Schiffen eingesetzt werden.

5.4 Ro-Ro-Rampe

Verladerampen für den Roll-on/Roll-off Verkehr sind normalerweise als Festrampen auszubilden. Man kann sie aber bei Bedarf auch als bewegliche Rampe bauen. Ausschlaggebend dafür sind die vorkommenden Wasserstandsschwankungen und die Bauarten der Schiffe.

Die Festmachevorrichtungen müssen so angeordnet sein, dass das breiteste verkehrende Schiff problemlos anlegen kann. Die Festmachevorrichtungen für die Schiffe im Bereich der Ro-Ro-Rampen sind für mindestens 200 kN zu bemessen, bei PKW-Transportern genügen 100 kN. Poller sind am oberen Bereich der Rampe anzuordnen, damit das Seil genügend Länge hat, um die Bewegungen des Schiffes beim Be- und Entladen aufzufangen. Je nach Nutzungsart haben sich Längsneigungen der Rampe von 6 bis 12 % bewährt. Die Rampenbreite muss so gewählt werden, dass ein sicheres Be- und

Entladen der Schiffe gewährleistet ist. Feste Rampen werden zweckmäßigerweise mit Betonpflaster auf entsprechendem Unterbau befestigt. Die Pflastersteine müssen bei Schwerlasttransporten mindestens 0,20 m stark sein. Bewegliche Rampen erhalten eine angeraute, kunststoffbeschichtete und besandete Oberfläche, bei leichteren Lasten (z.B. PKW) Gitterroste.

Das Be- und Entladen der Trailer im Ro-Ro-Verkehr erfolgt mittels Terminaltraktoren, die besondere Hubvorrichtungen haben, um Knickpunkte im Rampenfahrweg schadlos zu überwinden.

Neigungsübergänge müssen so gebaut werden, dass die Fahrzeuge weder in ihrer Mitte (auf einer „Kuppe“) noch an ihren Enden (in einer „Wanne“) aufsitzen.

Bei der Anordnung der landseitigen Rampen ist die Ausrüstung der eingesetzten Schiffe zu berücksichtigen. Üblicherweise haben Ro-Ro-Schiffe eine Bug-Rampe.

Verabschiedet in Berlin am 06. November 2000